

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AMMAR THELIDJI LAGHOUAT



FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE
MEMOIRE DE MAGISTERE

OPTION: CONSTRUCTION EN ENVIRONNEMENTS ARIDES

THEME

**IMPACT DE L'ECLAIRAGE NATUREL SUR LE CONFORT DU PATIENT
DANS LES CHAMBRES DES HOPITAUX, CAS D'ETUDE: HOPITAL
HMIDA BEN AIDJILA DANS LA VILLE DE LAGHOUAT**

Présenté par:

Oubaid Dit Rebidi Hadjer épouse Baroud

Encadreur Pr : Rouag Saffidine Djamila

Co-encadreur Mr : Laroui Mohamed

Soutenu le 13 Décembre 2014 devant le jury d'examen:

Président : KHENFER Mohamed Mouldi Professeur Université de Laghouat

Examineur : ZEMMOURI Noureddine Professeur Université de Biskra

Examineur : BENCHEIKH Hamida Maitre de conférences Université de Laghouat

Encadreur: ROUAG-SAFFIDINE Djamila Professeur Université de Constantine

Co-encadreur: LAROUY Mohamed Maitre-assistant-A- Université de Laghouat

Année Universitaire 2014-2015

Remerciements

Je rends grâce au Dieu le tout puissant pour le courage et la patience et la santé qu'il m'accordé pour mener à bien mon travail.

Toute ma reconnaissance à mon encadreur Pr. ROUAG SAFFIDINE Djamila et à mon Co- encadreur, Mr. LAROUÏ Mohamed qui ont acceptés de diriger ce mémoire de Magistère. Merci madame et monsieur d'avoir encadrés ce travail avec beaucoup de compétences, Merci pour votre temps, vos idées, pour votre aide précieuse sans lesquelles le travail n'aurait pu être effectué.

Toute ma gratitude, et mon profond respect à mes enseignants Dr Benchikh et Pr khenfar ainsi que Pr Zemmouri pour leur disponibilité et pour l'honneur qu'ils me font en acceptant de juger ce travail

Je remercie également :

- Mon cher mari Baroud Djamel-Eddine pour son aide, ses encouragements et surtout pour ses sacrifices continus pour l'achèvement de ce travail.*
- Mon amie et ma sœur Boulmerka Zoubida, pour ses précieuses orientations, ses conseils, son soutien. et surtout pour son amitié*
- Mon frère Hammi Bourenane , ce grand jeune architecte , qui mérite estime et respect, je le remercie pour son assistance et son aide.*
- Mes amies Hamici Asma, Doua Maria et Hanane Rebai pour leurs soutiens et leurs encouragements.*

Mon remerciement va aussi à mes enseignants de graduation et de poste graduation en particulier Mr Ben Arfa ., Mr Merdjani, .

Mes remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Oubaid Dit Rebidji Hadjer

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à ma petite famille mes parents ma sœur et mon mari, qui m'ont accompagné tout au long de mes études par leur amour inconditionnel et leur soutien moral constant, qui n'ont cessé de m'encourager dans les moments de doute et de prier pour moi, ce dont je leur suis très reconnaissante. Sans eux, je n'aurais sans doute pas réussi à aller au bout de mon travail.

Oubaid Dit Rebidi Hadjer

Résumé :

La santé le domaine le plus sensible est une inquiétude majeure pour l'Algérie, le Taux d'hospitalisation des patients dans les services augmente d'un jour a un autre, de nombreuses recherches ont confirmées que la lumière naturelle a des effets positifs et significatifs sur le confort et la santé des malades. Cette étude s'intéresse au thème de l'éclairage naturel dans les hôpitaux. Notre objectif est de déterminer l'efficacité de ce mode d'éclairage à répondre aux besoins psychophysiologiques des malades en prenant comme cas d'étude les chambres d'hospitalisation de l'hôpital de Laghouat.

Dans l'approche théorique, nous avons pu répondre à un certain nombre d'interrogations telles que : qu'est-ce que l'éclairage naturel ? et quels sont ces types ? Quels sont les besoins d'une chambre d'hospitalisation en matière de lumière naturelle ? Existe-il des normes à cet effet?

Un travail d'investigation reposant sur la méthode P.O.E (évaluation post occupationnelle) à été réalisé in-situ. Outre les différents bilans d'ensoleillement établis ; les niveaux d'éclairements et les valeurs du FLJ (facteur de la lumière du jour) recensés dans les différentes périodes de l'année ainsi que les informations recueillies des différents entretiens avec les malades hospitalisés ,nous ont permis d'obtenir des données quantitatives et qualitatives qui traduisent les performances de l'éclairage naturel présent dans les chambres d'hospitalisation par rapport aux normes recommandées et les exigences du confort des patients. Cette étude s'appuie aussi sur une simulation numérique (les logiciels Ecotect et Radiance), cette dernière à permit d'obtenir des résultats rapprochés de ceux de calcul manuel et très intéressants par rapport au confort visuel des malades.

Les résultats décrochés sont susceptibles d'intéresser toutes études ayants trait l'éclairage naturel dans les chambres d'hospitalisation dans les hôpitaux et à la conception d'espaces d'hospitalisation utilisant les fenêtres unilatérales comme dispositif d'éclairage naturel.

Les mots clés

Lumière naturelle, confort, éclairage naturel, P.O.E, niveaux d'éclairements, facteur de la lumière du jour, Fenêtres unilatérales.

Abstract:

Health the most sensitive care is a major concern for Algeria, the hospitalization patients rate in services increases from one day to another; many studies have confirmed that natural light has positive and significant effects on the comfort and health of patients. This study focuses on the theme of natural lighting in hospitals. the objective is to determine the effectiveness of this mode of lighting to respond to the needs psychophysiological of patients taking as a case study patients room's in hospital of Laghouat.

In the theoretical approach, we were able to answer a number of questions such as: what is the natural lighting and what are these types? What are the needs of a hospital room in natural light? Are there any standards for this. ?

An investigative work based on POE (post occupation evaluation) method was realized in situ. Besides the various balance sheets of sunshine established; illumination and the values of (daylight factor) identified in the different periods of the year and the information collected from the interviews with hospitalized patients have allowed us to obtain quantitative and qualitative data that reflect the performance of natural light present in hospital rooms compared to recommended standards and requirements of patient comfort. This study is also based on a numerical simulation (the Ecotect and Radiance software), the latter allowed to get closer results than manual calculation and interesting compared to the visual comfort of patients.

The results obtained may interest all beneficiaries studies related natural lighting in the hospital rooms in hospitals and hospital using unilateral windows as natural lighting device design spaces.

Key words:

Natural light, comfort, natural lighting, POE, levels of illuminance, daylight factor, unilateral windows.

ملخص

تعد الصحة المجال الأكثر حساسية كما أنها تشكل الانشغال الأكبر للجزائر خصوصا مع تزايد معدل المرضى الوافدين على المستشفيات من يوم لأخر، وقد أكدت مجموعة من الأبحاث أن للضوء الطبيعي تأثيرات إيجابية ومعتبرة على راحة وصحة المرضى على حد سواء.

وهذه الدراسة تُعنى بموضوع الإضاءة الطبيعية داخل المستشفيات، ويكمن هدفنا في تحديد فعالية هذا النوع من الإضاءة ومدى قدرته على الاستجابة للاحتياجات البسيكوفيزيولوجية (النفسية والجسدية) للمرضى مع أخذ الغرف الاستشفائية لمستشفى الأغواط حالة للدراسة.

وتمكننا المقاربة النظرية من الإجابة على مجموعة من الأسئلة على غرار:

ما هي الإضاءة الطبيعية؟ ما هي أنواعها؟ ما هي احتياجات غرفة استشفائية من الضوء الطبيعي؟ هل هناك معايير لهذا الغرض؟

وأعمال التحقيق على أساس طريقة التقييم بعد الاستعمال والتي تُنجز في عين المكان، علاوة على مختلف رزنامات التشميس المقررة، مستويات الإضاءة وقيم معامل الإضاءة اليومي المُحصى عبر مختلف فترات السنة، إضافة إلى المعلومات المحصلة من عديد المحادثات التي أجريت مع المرضى مما سمح لنا بالحصول على المعطيات النوعية والكمية التي تعكس أداء الضوء الطبيعي الفعلي داخل الغرف الاستشفائية بالمقارنة مع معايير ومتطلبات الراحة للمريض.

كما تستند هذه الدراسة على المحاكاة الرقمية (برامج)، هذه الأخيرة تسمح بالحصول على نتائج أقرب وأدق من تلك المعدة يدويا والتي تكون أكثر إفادة للحصول على راحة بصرية للمريض.

النتائج المحصل عليها حساسة وتهم جميع الدراسات التي تعالج وتُعنى بالإضاءة الطبيعية داخل الغرف الاستشفائية بالمستشفيات، كما تُعد جد مجدية في عمليات تصميم المجالات الاستشفائية التي تستخدم النوافذ أحادية الجانب كمنفذ للضوء الطبيعي.

الكلمات المفتاحية:

الضوء الطبيعي، الرفاهية، الإضاءة الطبيعية، التقييم بعد الاستعمال ، مستويات الإضاءة، معامل الإضاءة اليومي، نوافذ أحادية الجانب

Sommaire.....	I
Liste des figures	VI
Liste des photos.....	IX
Liste des tableaux.....	X

Sommaire:

Partie introductive :

I-Introduction générale.....	01
II-Problématiques.....	02
III-Hypothèses.....	03
IV-Objectif de la recherche.....	03
V-Méthodologie et outils de travail.	04
VI-Structure du mémoire.....	04
VII .Etat de l'art.....	05
VIII .Les difficultés rencontrés dans la recherche.....	06

Partie théorique

Chapitre 1 :L'éclairage naturel (Notions fondamentales)	07
I. Introduction	08
II. Définitions de l'éclairage naturel	08
III. Les Sources de l'éclairage naturel	08
IV. Climat lumineux.....	10
V. Les types de l'éclairage naturel	15
V.1. L'éclairage latéral	15
V .2. L'éclairage zénithal.....	17
VI. Grandeurs et définitions liés à l'étude d'un éclairage naturel.....	18
VII. La stratégie de l'éclairage naturel.....	19
VIII. Quels sont les bénéfices de l'éclairage naturel.....	20
IX. Les difficultés liées à l'éclairage naturel.....	20
X. Intégration de l'éclairage naturel à l'étape de la conception	21
XI. l'importance de la lumière naturelle.....	21
XIII. Conclusion.....	24
Chapitre 2 : Confort du patient et réglementations relatives à l'éclairage dans les chambres d'hospitalisation	25
I. Introduction.....	26
II: Confort visuel du patient dans les chambres d'hospitalisation.....	26

II.1: Définition du confort.....	26
II.2: Définition du confort visuel.....	27
II.3. confort visuel distribution de la lumière.....	27
II.4. confort visuel relation au monde extérieur.....	27
II.5.Tâches visuelles dans les chambres d'hospitalisation.....	28
II. 6. Eléments du confort visuel dans les chambres d'hospitalisation.....	29
III. règlementations relatives à l'éclairage naturel.....	36
IV. Conclusion.....	39
<u>Partie pratique</u>	
Chapitre3: Présentation et description de l'environnement d'étude	41
I. Introduction.	42
II. Les caractéristiques climatiques de la zone d'étude.	42
II.1- La situation géographique et astronomique de la zone d'étude.....	42
II.2- Les conditions climatiques.....	43
II.4 Les conditions solaires.....	44
II.4. La notion d'aridité.....	45
II.5 Le type de ciel.....	45
III. Présentation de cas d'étude: l'hôpital Hmida Ben Aidjila.....	46
III. 4. Description et géométrie des façades	49
III.5. Description et géométrie des chambres d'hospitalisations choisies.....	50
III.6. Aperçu préliminaire sur les conditions d'éclairage dans les chambres d'hospitalisation	51
IV. Conclusion	52
Chapitre4: Evaluation post-occupationnelle des chambres d'hospitalisation.....	53
I. Introduction.....	54
II L'évaluation post occupation.....	54
II.1. Définitions de l'évaluation post occupation.....	54
II.2.Objectifs de l'évaluation post occupation.....	54
II.3.Types d'évaluation post occupation utilisés dans l'étude.....	55
III. Evaluation subjective de l'éclairage naturel dans les chambres d'hospitalisation.....	56
III.1.Définition du questionnaire.....	56
III.2.La population.....	56
III.3.La description du questionnaire.....	56
III.4.Présentation et interprétation des résultats du questionnaire.....	57
III.5. Synthèse sur le questionnaire	61

IV. Evaluation objective de l'éclairage naturel dans les chambres d'hospitalisation.....	62
V. Les calculs effectués dans les différentes chambres d'hospitalisation par période.....	65
VI. Récapitulation des résultats de calcul manuel et comparaison aux normes.....	79
V. conclusion.....	80
Chapitre5: Evaluation numérique des conditions d'éclairage dans les chambres d'hospitalisation	81
I. Introduction.....	82
II. présentation des logiciels de Simulation informatique.....	82
III. Validation numérique de l'éclairage naturel (simulations et Résultats)	83
III.1.période estivale	84
III.2. période d'équinoxe.....	89
III. 3.période hivernale	93
VI. Récapitulation des résultats de simulation par logiciels et comparaison aux normes.....	98
V. Conclusion.....	99
Chapitre 6 : Analyse, discussion des résultats et des ypothèses	101
I. ntroduction.....	102
II. L'analyse quantitative de l'éclairage naturel des chambres d'hospitalisation	102
II.1.Analyse de l'indicateur « éclairement lumineux moyen »	102
II.1.4.justifications et Résumés des trois périodes.....	104
II.2.Analyse de l'indicateur « Facteur de lumière du jour FLJ moyen de la journée »	105
III. L'analyse qualitative de l'éclairage naturel des chambres d'hospitalisation	107
III.1.Analyse de l'uniformité.....	107
III.2.Analyse de l'éblouissement.....	107
IV. Discussion des hypothèses et conclusion partielle.....	108
V. Recommandations.....	109
V.1.Recommandation d'ordre général.....	109
V.2.Recommandations concernant les casd'étude.....	109
VI.Conclusion.....	112
Conclusion générale	
I. Conclusion générale	112
II. Axe de recherche.....	115
Bibliographie	116
Annexe 1	120
Annexe 2	122
Annexe 3	127

Liste des figures:

Figure1: Les différentes sources externes d'éclairage naturel dans le bâtiment.....	9
Figure2: Mouvement annuel de la terre autour du soleil.....	11
Figure3: Variations saisonnières de la déclinaison.....	12
Figure 4: Pénétration approximative de la lumière naturelle.....	16
Figure5: Dispositifs d'éclairage ilatéral.....	17
Figure6: définition de facteur de lumière de jour.....	18
Figure7: Nature et effets de la lumière dans les différentes périodes de la journée	23
Figure8: courbe de sensibilité spectrale de l'œil humain.....	28
Figure9: Variation de l'acuité visuelle en fonction de l'âge.....	30
Figure10: Impact du niveau d'éclairement sur la performance visuelle d'après aumgardt.....	31
Figure11: Les différentes appréciations de l'observateur suivant l'angle du regard en présence d'une source lumineuse de luminance.....	33
Figure12: le niveau d'éclairement recommandé dans une chambre d'hospitalisation pour un malade en position de repos.....	36
Figure13: Tableau extrait de la norme DIN en 12464-1 sur le niveau l'éclairement recommandé dans quelques espaces d'un hôpital.....	37
Figure14: Tableau des normes de flj dans les différents espaces.....	38
Figure15: carte d'Algérie pour démontrer la Situation géographique de la ville de Laghouat.....	42
Figure16: carte de découpage des zones climatique	43
Figure17: Extrait des caractéristiques de la zone D.....	43
Figure18: Zoning de la disponibilité de la lumière naturelle en Algérie.....	44
Figure19: fréquence des cieux ensoleillés, intermédiaires et nuageux.....	45
Figure20: Plan type scanné par l'auteur de service d'orthopédie, médecine hommes, pneumologie de l'hôpital Hmida Ben Adjila.....	48
Figure21: Shéma général sur le choix des chambres d'hospitalisations dans, les différents services.....	49
Figure22: vue générale sur les chambres d'hospitalisations dans, les différents services.....	50
Figure 23: Plan de la chambre d'hospitalisation	51
Figure 24: répartition des points de mesure dans la chambre d'hospitalisation.....	63
Figure25: choix des profils de mesure de FLJ dans la chambre d'hospitalisation.....	63
Figures.26: profils longitudinaux du flj moyen de la chambre1 période estivale.....	65
Figures.27: profils transversaux du flj moyen de la chambre1 période estivale.....	65
Figure 28: Eclairement moyen de la chambre1 période estivale.....	66

Figures29.:profiles longitudinaux du flj de la chambre 2 période estivale.....	67
Figures.30:profiles transversaux du flj de la chambre 2 période estivale.....	67
Figure 31:Eclairement moyen de la chambre2 période estivale	68
Figures32. Profiles transversaux du flj de la chambre 3 hommes période estivale.....	69
Figures 33:profiles et transversaux du flj de la chambre 3 hommes période estivale.....	69
Figure 34:Eclairement moyen de la chambre3 période estivale	69
Figures35. Profiles longitudinaux du flj de la chambre1 période d'équinoxe.....	70
Figures36:profiles transversaux du flj de la chambre 1 période d'équinoxe.....	70
Figure 37:Eclairement moyen de la chambre1 période d'équinoxe.....	71
Figures 38:profiles longitudinaux du flj de la chambre 2 période d'équinoxe.....	72
Figure 39:profiles transversaux du flj de la chambre 2 période d'équinoxe.....	72
Figure 40 : Eclairement moyen de la chambre2 période d'équinoxe.....	73
Figures41profiles longitudinaux du flj de la chambre 2 période d'équinoxe.....	74
Figures .42 : profiles transversaux du flj de la chambre 2d période d'équinoxe.....	74
Figure 43 : Eclairement moyen de la chambre3 période d'équinoxe	74
Figures44. Profiles longitudinaux du flj de la chambre 1 période hivernale.....	75
Figures.45:profiles transversaux du flj de la chambre 1 période hivernale	75
Figure 46 : Eclairement moyen de la chambre1 période d'équinoxe.....	76
Figures47profiles longitudinaux du flj de la chambre 2 période hivernale.....	77
Figures.48:profiles transversaux du flj de la chambre 2 période hivernale.....	77
Figure 49 : Eclairement moyen de la chambre2 période d'équinoxe.....	77
Figures50:profiles longitudinaux du flj de la chambre 3 période hivernale.....	78
Figures.51:profiles transversaux du flj de la chambre 3 période hivernale.....	78
Figure 52 : Eclairement moyen de la chambre3 période d'équinoxe.....	79
Figure 53:vue sur la fenêtre de logiciel Ecotect.....	83
Figure 54:vue sur la fenêtre de logiciel Radiance.....	83
Figure55:rendu de la simulation dans la chambre1 a 9 h dans la période estivale	84
Figure 56:rendu de la simulation dans la chambre1 a12 h dans la période estivale	84
Figure 57:rendu de la simulation dans la chambre1 à 15 h dans la période estivale.....	85
Figure 58: Contour du FLJ moyen à 0,70m. de la chambre1 dans la période estivale	85
Figure 59:rendu de la simulation dans la chambre2 a 9 h dans la période estivale.....	86
Figure 60:rendu de la simulation dans la chambre2 a 12 h dans la période estivale	86
Figure 61:rendu de la simulation dans la chambre2 a 15 h dans la période estivale	86
Figure 62: Contour du FLJ moyen à 0,70m. de la chambre2 dans la période estivale.....	86

Figure 63: rendu de la simulation dans la chambre3 à 9h dans la période estivale	87
Figure 64: rendu de la simulation dans la chambre3 à 12h dans la période estivale	87
Figure 65: rendu de la simulation dans la chambre3 à 15h dans la période estivale.	88
Figure 66: Contour du FLJ moyen à 0,70m. de la chambre2 dans la période estivale	88
Figure 67: rendu de la simulation dans la chambre1 à 9 h dans la période d'équinoxe.....	89
Figure 68: rendu de la simulation dans la chambre1 à 12h dans la période d'équinoxe.....	89
Figure 69: rendu de la simulation dans la chambre1 à 15h dans la période d'équinoxe.....	89
Figure 70: Contour du FLJ moyen à 0,70m. de la chambre1 dans la période d'équinoxe.....	89
Figure 71: rendu de la simulation dans la chambre2 à 9 h dans la période d'équinoxe	90
Figure 72: rendu de la simulation dans la chambre2 à 12h dans la période d'équinoxe	90
Figure 73: rendu de la simulation dans la chambre2 à 15h dans la période d'équinoxe.....	91
Figure 74: Contour du FLJ moyen à 0,70m. de la chambre2 dans la période d'équinoxe	91
Figure 75: rendu de la simulation dans la chambre3 a 9h dans la période d'équinoxe.....	92
Figure 76: rendu de la simulation dans la chambre3 oa 12h dans la période d'équinoxe.....	92
Figure 77: rendu de la simulation dans la chambre3 o a 15h dans la période d'équinoxe.....	92
Figure 78: Contour du FLJ moyen à 0,70m. de la chambre3 dans la période d'équinoxe.....	92
Figure 79: rendu de la simulation dans la chambre1 à 9h dans la période hivernale	93
Figure 80: rendu de la simulation dans la chambre1 à 12h dans la période hivernale	93
Figure 81: rendu de la simulation dans la chambre1 à 15h dans la période hivernale	94
Figure 82: Contour du FLJ moyen à 0,70m. de la chambre1 dans la période hivernale	94
Figure 83: rendu de la simulation dans la chambre2 à 9h dans la période hivernale	95
Figure 84: rendu de la simulation dans la chambre2 à 12h dans la période hivernale	95
Figure 85: rendu de la simulation dans la chambre2 à 15h dans la période hivernale	95
Figure 86: Contour du FLJ moyen à 0,70m. de la chambre2 dans la période hivernale	95
Figure 87: rendu de la simulation dans la chambre3 à 9h dans la période hivernale	96
Figure 88: rendu de la simulation dans la chambre3 à 12h dans la période hivernale	96
Figure 89: rendu de la simulation dans la chambre3 à 15h dans la période hivernale	97
Figure90: Contour du FLJ moyen à 0,70m. de la chambre3 dans la période hivernale.....	97
Figure91: Comparaison des niveaux d'éclairément pour les trois chambres d'hospitalisation en période estivale.....	103
Figure92: Comparaison des niveaux d'éclairément pour les trois chambres d'hospitalisation en période d'équinoxe.....	103
Figure93: Comparaison des niveaux d'éclairément pour les trois chambres d'hospitalisation en période hivernale.....	104

Figure94: Comparaison par images des niveaux d'éclairage intérieur moyen pour la chambre d'hospitalisation hommes 01 dans les différentes périodes de l'année	104
Figure95: Comparaison par images des niveaux d'éclairage intérieur moyen pour la chambre d'hospitalisation pneumologie 02 dans les différentes périodes de l'année.....	104
Figure96: Comparaison par images des niveaux d'éclairage intérieur moyen pour la chambre d'hospitalisation orthopédie03 dans les différentes périodes de l'année.....	105
Figure97: Comparaison des FLJ moyens pour les trois chambres d'hospitalisation en période estivale.....	106
Figure98: Comparaison des FLJ moyens pour les trois chambres d'hospitalisation en période d'équinoxe.....	106
Figure99: Comparaison des FLJ moyens pour les trois chambres d'hospitalisation en période hivernale.....	107
Figure100: exemples des systèmes d'ombrage.....	110
Figure101: exemple de protection solaire.....	110
Figure102: exemple de light-shelf	111
Figure103: exemple de couleur claire et son impact sur l'espace.....	111

Liste des photos:

Photo 1: situation de l'hôpital 120 lits par rapport a la ville de Laghouat.....	46
Photo 2: Vue aérienne par satellite de l'hôpital Hmida Ben Adjila	47
Photo 3: Vue sur l'un des couloirs des chambres d'hospitalisation	47
Photo4: vue sur les façades des chambres d'hospitalisation.....	49
Photo5: vue sur l'une des chambres d'hospitalisation.....	50
Photo6: Vue sur une fenêtre de l'une des chambres	51
Photos 7.8: luxmetre utilisé lors de du travail in situ.....	64
Photo9: Etat des lieux de la chambre1 dans la période estivale.....	66
Photo10: Etat des lieux de la chambre2 dans la période estivale.....	68
Photo11: Etat des lieux de la chambre3 dans la période estivale.....	69
Photo12: Etat des lieux de la chambre1 dans la période d'équinoxe.....	71
Photo13: Etat des lieux de la chambre2 dans la période d'équinoxe.....	73
Photo14: etat des lieux de la chambre1 dans la période hivernale.....	76
Photo15: Etat des lieux de la chambre2 dans la période hivernale.....	77
Photo16: Etat des lieux de la chambre3 dans la période hivernale.....	79

Liste des tableaux:

Tableau01 : données techniques des chambres d'hospitalisation.....	51
Tableau02: Répartition des occupants selon le sexe	57
Tableau03: Répartition des occupants selon l'âge.....	57
Tableau04: Répartition des occupants selon leurs situations	57
Tableau05: Répartition des occupants selon la durée d'hospitalisation.....	58
Tableau06: Répartition des occupants selon le niveau intellectuel.....	58
Tableau07: Répartition des avis occupants selon l'appréciation de la conception de la chambre.....	58
Tableau08: Répartition des occupants selon l'emplacement du lit préféré.....	59
Tableau09: Répartition des occupants selon l'appréciation de l'éclairage naturel.....	59
Tableau10: Répartition des occupants selon Le reçoit des taches solaires.....	60
Tableau11: Répartition des occupants selon l'ouverture de la fenêtre.....	60
Tableau12 Répartition des occupants selon la période de l'ouverture de la fenêtre.....	60
Tableau13 Répartition des occupants selon le degré d'éblouissement.....	60
Tableau14 Répartition des occupants l'appréciation de la couleur de la chambre.....	61
Tableau15: Mesure in-situ d'éclairement intérieur dans la chambre1 profiles longitudinaux période estivale	65
Tableau16: Mesure in-situ d'éclairement intérieur dans la chambre1 (profiles transversaux) période estivale.....	65
Tableau17: Mesure in-situ d'éclairement intérieur dans la chambre2 (profiles longitudinaux) période estivale.....	66
Tableau18: Mesure in-situ d'éclairement intérieur dans la chambre2 (profiles transversaux) période estivale.....	67
Tableau19: Mesure in-situ d'éclairement intérieur dans la chambre3 (profiles longitudinaux) période estivale	68
Tableau20: Mesure in-situ d'éclairement intérieur dans la chambre3 (profiles transversaux) période estivale.....	68
Tableau21: Mesure in-situ d'éclairement intérieur dans la chambre1 (profiles longitudinaux) période d'équinoxe	70
Tableau22: Mesure in-situ d'éclairement intérieur dans la chambre 1 (profiles transversaux) période d'équinoxe	70
Tableau23: Mesure in-situ d'éclairement intérieur dans la chambre2 (profiles longitudinaux) période d'équinoxe.....	71

Tableau24: Mesure in-situ d'éclairage intérieur dans la chambre 2 (profiles transversaux) période d'équinoxe.....	72
Tableau25: Mesure in-situ d'éclairage intérieur dans la chambre3hommes (profiles longitudinaux) période d'équinoxe.....	73
Tableau26: Mesure in-situ d'éclairage intérieur dans la chambre 3 hommes (profiles transversaux) période d'équinoxe.....	73
Tableau27: Mesure in-situ d'éclairage intérieur dans la chambre1 (profiles longitudinaux) période hivernale	75
Tableau28: Mesure in-situ d'éclairage intérieur dans la chambre 1 (profiles transversaux) période hivernale.....	75
Tableau29: Mesure in-situ d'éclairage intérieur dans la chambre2 (profiles longitudinaux) période hivernale.....	76
Tableau30: Mesure in-situ d'éclairage intérieur dans la chambre2 (profiles transversaux) période hivernale	76
Tableau31: Mesure in-situ d'éclairage intérieur dans la chambre3 (profiles longitudinaux) période hivernale.....	78
Tableau32: Mesure in-situ d'éclairage intérieur dans la chambre3 (profiles transversaux) période hivernale.....	78
Tableau33:Récapitulation des résultats de calcul manuel dans les différentes périodes.....	80
Tableau34:Récapitulation des résultats de simulation par logiciels dans les différentes périodes estivale , équinoxe et hivernale.....	98
Tableau35:comparaison des résultats du Flj moyen pendant les différentes périodes de l'année.....	99
Tableau 36:comparaison des résultats du l'éclairage moyen pendant les différentes périodes de l'année	100

I-Introduction générale

Lumière du latin luminaria, dont la source originelle est le soleil, cet élément vital pour la plupart des êtres vivants sur terre fut l'objet de vénération par les peuples et les civilisations anciennes avant d'être l'un des plus importants domaines de recherche de notre époque et ce depuis l'apparition des sciences telles que l'astronomie. Actuellement, le soleil fait partie des sujets les plus importants de la recherche scientifique dans diverses disciplines notamment l'architecture, et plus précisément l'architecture dite durable, dans l'architecture durable, le soleil occupe une place de choix dans la conception et l'élaboration de projets ayant pour but la satisfaction des différentes exigences de la réduction de la consommation énergétique du confort thermique, visuel ainsi que psychophysologique à travers le paramètre ensoleillement, différents travaux de recherches ont été réalisés jusqu'à présent par plusieurs chercheurs et spécialistes de la discipline tels que : Jean Louis Izard, Edward Mazria, B Givoni, David Wright, S.V Szokolay, et tant d'autres qui ont pu élaborer des techniques et des méthodes qui permettent de contrôler l'ensoleillement et ainsi profiter de ces avantages tout en atténuant ou en évitant ces effets nuisibles à l'intérieur ou l'extérieur d'un bâtiment.

La lumière naturelle est un élément essentiel de la vie sur terre et il semble logique que la lumière naturelle fasse partie intégrante d'un bâtiment. Comme c'est l'un des matériaux de conception de tout projet d'architecture. La lumière influence la vie quotidienne des gens, tout bâtiment maison, bureau, école, hôpital devrait donc fournir assez de lumière naturelle pour ne pas interférer dans le cycle naturel des êtres vivants. Vue que tout être humain a besoin d'une certaine quantité de lumière. Les personnes âgées souffrant de démence et vivant dans une maison de santé voient généralement trop peu la lumière naturelle. Ceci déséquilibre leur cycle sommeil/éveil. Elles n'ont pas de phases de lumière et d'obscurité prononcées et souvent ne trouvent plus de rythme régulier. Dans ces cas, une solution lumière.

Apprendre et vivre avec la lumière naturelle rend la vie plus belle et plus agréable, mais joue aussi un rôle crucial pour la santé en favorisant l'activité cérébrale et l'équilibre de nos fonctions vitales. Le sujet de notre étude s'articulera autour de l'éclairage naturel dans les hôpitaux et son impact sur la santé des gens malades dans cette optique les hôpitaux en Algérie plus précisément dans les zones arides sont retenus comme cas d'étude afin de vérifier si le paramètre éclairage naturel est pris en considération ou non tout on base sur des cas d'études concrets et des méthodes de travail bien déterminées.

II-Problématiques

« Les architectes tiennent de plus en plus compte de la philosophie de la construction durable dans leurs projets. Cette Philosophie vise à réduire - et à terme, à prévenir autant que possible - tout impact négatif du bâtiment sur l'homme et l'environnement. La construction durable est donc aussi synonyme de construction saine. (HOUSE & HOME 2003)

Durant des millénaires, l'Homme était attaché de la lumière naturelle qui constituait sa seule source d'éclairage nécessaire pour effectuer les différentes tâches et activités quotidiennes. Avec l'invention de la lampe à Tungstène par l'américain Thomas Alva Edison en 1879 et son succès commercial accumulé dès le début du 20ème siècle, l'éclairage électrique associé aux nouvelles technologies, a profondément bouleversé les techniques de construction et considérablement atténué le besoin de disposer de prises de jour pour la pénétration de la lumière naturelle.

Cependant après la crise de pétrole survenue en 1973 le monde entier a pris conscience de l'importance du retour vers les sources naturelles pour le fonctionnement durable du bâtiment. En Algérie ,cette attitude est de plus en plus à jour le citoyen est de constamment sensibilisé à l'usage rationnel de celle-ci, le recours à la source mère «soleil» pour chauffer, éclairer, et même refroidir renvoie tout simplement à l'exploitation D'une énergie propre verte. aussi bien dans les lieux domestiques que dans les espaces sanitaires, d'enseignement...etc. Ceci est d'autant plus impératif que le « développement durable » exige de minimiser les recours aux énergies non renouvelables tels que le pétrole, le gaz...qui sont appelés à disparaître dans quelques décennies.

En matière d'éclairage, ceci se traduit par une exploitation optimale de la lumière naturelle, mais il se trouve que cette dernière, qui est largement disponible dans notre pays, contrairement à beaucoup d'autres, est très mal si non insuffisamment exploitée.

Or, comme le souligne la plupart des experts, l'éclairage naturel est recherché et même indispensable à l'Homme car, il joue un rôle très important non seulement dans le domaine de la vision, mais également sur le plan biologique et psychologique des individus. A ce sujet, Selkowitz (SELKOWITZ 1999) affirme que l'éclairage naturel a non seulement un impact sur l'économie de l'énergie qui peut être bénéfique pour la nation entière, mais il a surtout des bienfaits psychologiques sur les occupants.

-L'éclairage naturel a un impact étonnant sur les personnes. Lorsqu'il est utilisé de manière efficace dans les établissements de santé, il peut contribuer à améliorer l'environnement de guérison et exercer un impact tangible sur le bien-être des patients et du personnel.

-En tant qu'êtres humains, l'éclairage naturel agit sur notre santé et notre bien-être beaucoup plus qu'il n'y paraît. Des études indépendantes ont en effet révélé une corrélation claire et positive entre l'exposition des patients à une lumière naturelle suffisante au cours de la journée et l'état de leur santé et de leur bien-être, L'effet de l'éclairage naturel sur notre horloge biologique est également important, car il influence de nombreux aspects de notre bien-être physique et émotionnel. Cette horloge biologique est en effet régulée par la lumière et l'obscurité, par les cycles du jour et de la nuit et par notre temps d'éveil et de sommeil.

Donc Les bienfaits de la lumière naturelle sur le confort physique et psycho- physiologique de l'humain ont été prouvés par un bon nombre de chercheurs comme il est déjà cité au préalable.

Dans le cas des hôpitaux ceci s'avère d'autant plus critique d'ailleurs la lumière est de plus en plus considérée comme un agent actif dans certaines thérapies (luminothérapie, la dépression)

En fait, la lumière naturelle peut améliorer la satisfaction des patients, leur confort, leur humeur et la qualité de leur sommeil. et les questions qui se posent dans le contexte algérien.

-Est-ce que le facteur de l'éclairage naturel est pris en considération comme paramètre dans la conception des hôpitaux en Algérie plus précisément dans les zones arides en général et Laghouat en particulier? Si oui dans quelle phase du projet s'effectue son intégration?.

-Est ce que le besoin quotidien d'éclairage naturel d'un malade en position statique permanente ou temporaire est pris en question lors de la conception des chambres d'hospitalisation ?

-Est-ce que cet éclairage naturel est étudié, conforme aux normes, suffisantes, et utilisé d'une manière efficace?.

-Quelles solutions durables d'améliorations de l'éclairage naturel peuvent être appliquées dans les hôpitaux algériens?

III-Hypothèses:

1- L'éclairage naturel des hôpitaux dans la ville de Laghouat est en inadéquation avec les indicateurs normatifs existants dans la réglementation en vigueur.

2-La réglementation en matière d'éclairage naturel n'est pas intégrée dans la conception des projets des hôpitaux

3- Le degré de conformité de la quantité de l'éclairage naturel dans les salles d'hospitalisation avec le besoin physiologique et psychologique du malade n'est pas approprié avec les normes internationales.

Pour vérifier cela, nous avons choisi comme terrain d'investigation, les chambres d'hospitalisation

De l'hôpital 120lits de Laghouat qui sont éclairées par des fenêtres verticales en configuration latérale.

IV-Objectif de la recherche:

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer quantitativement et qualitativement, les performances lumineuses du système d'éclairage des chambres d'hospitalisation dans l'exemple d'hôpital choisi afin de

déceler les différents points positifs et les points négatifs de ce dispositif qui nous permettrons par la suite de proposer d'éventuelles rénovations sur ces bâtiments.

Ces évaluations seront effectuées sur la base de différents indicateurs (éclairage lumineux, facteur de lumière du jour, indice d'uniformité...) ainsi que sur la réglementation étrangère. Aussi, compte tenu de la rareté voire l'absence de réglementation algérienne dans le domaine, (ROUAG SAFFIDINE.D 2001) cette évaluation nous aidera à établir une liste de recommandations ou de propositions concrètes pour les futures infrastructures sanitaires.

V-Méthodologie et outils de travail

Pour nous aider à confirmer ou à infirmer ces hypothèses, nous avons procédé à une « évaluation post-occupation des lieux » qui est basée sur l'usage de deux outils de recherche qui sont une enquête par questionnaire et des mesures in situ à l'aide d'instrumentation technique et une validation numérique des résultats à l'aide des logiciels.

Donc notre recherche reposera sur la méthode P.O.E « l'évaluation post-occupationnelle », elle vise à savoir si l'espace répond correctement aux exigences de son fonctionnement et de ses usagers ou pas.

Le P.O.E est une méthode qui permet d'évaluer les performances d'un bâtiment après son occupation par les usagers, elle permet ainsi de dégager toute les insuffisances et imperfections liées à son fonctionnement.

Le type de POE, se définit selon les méthodologies utilisées. Ces dernières consistent en des observations objectives de l'espace et du comportement des usagers ainsi que des appréciations subjectives des occupants.

La méthode utilisée dans la recherche voulue reposera d'abord sur une approche théorique du problème qui nous servira ensuite de base pour le travail sur terrain.

Notre méthode d'évaluation post-occupationnelle` consistera en une campagne de mesures visant à déterminer les taux d'éclairages directement in situ aux différentes heures de la journée et à différentes périodes de l'année grâce à un luxmètre avec une prise de photos simultanée. Ces données seront en même temps complétées par d'autres informations tel qu'un questionnaire in situ qui sera recueillies auprès du des malades hospitalisés par le biais de différents entretiens. Les résultats de la simulation numérique viendront compléter ceux de la campagne de mesure.

Après analyse et interprétation de ces données, il nous sera possible de cerner les performances de l'éclairage existant par rapport aux besoins et exigences en lumière naturelle des chambres d'hospitalisation.

VI-Structure du mémoire :

Afin d'atteindre les objectifs de cette recherche, il est important d'avoir une approche méthodique et structurée du sujet traité, ainsi la présente recherche sera composée de deux Parties, la première traitera de

l'aspect théorique de la question et la deuxième qui est la partie pratique comprendra L'investigation et le travail de terrain.

L'aspect théorique de cette recherche consistera en une familiarisation avec le sujet et traitera les différents points et concepts relatifs à l'éclairage naturel d'une façon générale et dans les hôpitaux plus précisément .

Cette partie se composera de deux chapitres :

-le premier chapitre englobera les différentes connaissances de base et les notions fondamentales de l'éclairage naturel et ciblera aussi l'éclairage naturel dans les hôpitaux.

-le deuxième chapitre traitera la des notions de base tel que le confort visuel les normes les exigences et la réglementation ...etc.

La deuxième partie qui comporte l'investigation sera composée de quatre chapitres :

-dans le premier chapitre il sera question de présenter l'environnement de notre étude, à savoir le climat de la ville de Laghouat ainsi que l'hôpital et les chambres d'hospitalisation choisis pour l'étude.

-le deuxième chapitre comprendra l'étude des dispositifs d'éclairage naturel dans les chambres d'hospitalisation à travers plusieurs outils tel qu'un questionnaire et de prises de mesure sur terrain,

-le troisième chapitre est destiné à la simulation numérique qui sera prise en charge par les logiciels Radiance et Ecotect

-le quatrième et le dernier chapitre comprend les différentes analyses et interprétations des résultats discussions des hypothèses et des propositions d'améliorations.

Remarque :

La question de l'éclairage naturel est un sujet très vaste, c'est un facteur commun entre presque toutes les disciplines de l'architecture, l'étude de l'éclairage des hôpitaux ne représente qu'une partie du vaste éventail de sujet ayant trait à l'éclairage naturel, ainsi en abordant notre recherche de la sorte, notre objectif est d'avoir une approche ciblée du sujet, en partant du global vers le particulier.

VII .Etat de l'art :

La traduction française de « De Architectura de Vitruve » par le médecin et architecte Claude Perrault parue en 1673, montre que la conception d'espaces sains et confortables requière, depuis des siècles, des connaissances scientifiques ainsi qu'une maîtrise de l'art et des technologies. A cette époque, l'environnement était contrôlé essentiellement par des, stratégies passives. La gestion de 'environnement au moyen de systèmes mécaniques est un événement récent dans l'histoire de 'architecture. Cette révolution technologique a offert de nouvelles possibilités aux concepteurs, telles que l'indépendance totale de l'œuvre face au contexte climatique, mais elle a aussi conduit à de multiples inconnues. L'état actuel des connaissances montre que la santé et le confort des occupants est avantagés ou défavorisés selon le type de gestion de l'environnement intérieur. De même, il est reconnu que la production d'énergie requise pour chauffer, éclairer, et climatiser les bâtiments a des impacts négatifs sur l'environnement.

En effet, plusieurs études et publications ont montré que la lumière l'intérieur des locaux d'hospitalisation ont une influence directe sur le système circadien, le comportement et la santé des malades.

VIII .Les difficultés rencontrés dans la recherche :

Comme dans tous les travaux de recherche nous nous sommes heurtés à un certain nombre de difficultés tant sur le plan théorique où nous avons rencontrés beaucoup de problèmes pour rassembler les données bibliographiques quasi-inexistantes dans notre pays sur le sujet de l'éclairage dans les hôpitaux , que sur le plan pratique (à savoir le terrain) où nous avons eu du mal pour trouver les instruments de mesure (un seul luxmètre) puis le choix des chambres d'hospitalisations ainsi que l'accessibilité pendant les différentes périodes de l'année.

Dans ce sens, nous avons proposé deux hôpitaux pour notre recherche à savoir l'ancien hôpital et le nouveau (au cours de construction), mais le responsable du chantier et le chef d'exécution du nouveau hôpital nous à pas autorisé vu que les chambres d'hospitalisation n'étaient pas prête pour accueillir les personnes et pour notre sécurité aussi et le BET d'architecture a refusé de nous donner des plans de ce nouveau hôpital.

Les horaires d'accessibilité aux chambres d'hospitalisation étaient vraiment trop réduits et conditionnées, ce qui limitait notre liberté de travail.

Pour pouvoir faire pénétrer le caméscope à l'intérieure des chambres d'hospitalisation, c'était une exception extraordinaire et conditionnée.

Et enfin la plus grande difficulté et qui nous a pris trop de temps c'était le questionnaire, le choix des malades le contact avec eux, le respect de leurs états, les explicationsEtc.

Chapitre 1 :

L'éclairage naturel (Notions fondamentales)

I. Introduction:

Maîtriser l'éclairage naturel est primordial dès la conception d'un projet pour garantir un éclairage suffisant adapté aux besoins du personnel, en particulier la vision sur l'extérieur et éviter Les inconvénients comme les apports thermiques, l'éblouissement/ ...etc.

-La lumière naturelle participe de manière importante au confort visuel et il est nécessaire de se fixer un objectif pour l'éclairage naturel dès l'élaboration du cahier des charges du projet de conception .La qualité de la lumière naturelle est, en effet, souvent meilleure que celle de la lumière artificielle, ainsi que le rendu des couleurs qui a une influence positive pour la détection des défauts, l'amélioration de la qualité et de la sécurité. La lumière naturelle permet également de conserver un contact avec l'extérieur ce qui, tout en permettant de diminuer les contraintes physiques et psychologiques, présente un intérêt pour les économies d'énergie. Un éclairage naturel mal conçu à, cependant, des conséquences négatives en termes d'éblouissement comme il peut accroître la chaleur, en été, à l'intérieur des espaces par l'effet de serre.

II. Définitions de l'éclairage naturel :

D'une manière générale, l'éclairage naturel est défini comme étant « l'utilisation de la lumière du jour pour éclairer les tâches à accomplir ». (W. C. BROWN et K. RUBERG 1988)

Si le soleil est la source mère de tout type de lumière, techniquement l'éclairage naturel global comprend à la fois l'éclairage produit par le soleil, la voûte céleste et les surfaces environnantes. (MUDRI, L 2002)

F. Bouvier (BOUVIER, F.1981) qui le définit comme étant « l'éclairage produit par la voûte céleste et les réflexions de l'environnement, à l'exclusion de l'éclairage direct du soleil ».

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

Quant à M. Garcia,(GARCIA, M) il précise que lorsqu'on étudie l'éclairage naturel à l'intérieur des locaux, on prend seulement en compte le rayonnement solaire diffus ; c'est-à-dire la lumière provenant de la voûte céleste, car l'ensoleillement dans un local a des effets lumineux très intenses, mais crée rarement un éclairage fonctionnel.

III. Les Sources de l'éclairage naturel :

En premier lieu le mot « source ». Du point de vue physique, désigne « un convertisseur qui transforme une énergie en un rayonnement » (ECARTA.2010.). Comme nous le savons, l'Homme est exposé à une grande variété de sources d'énergie naturelles qui émettent un rayonnement sur plusieurs bandes du spectre électromagnétique .Pour cela, il est indispensable de les classer car comme il existe des « sources lumineuses nocturnes », qui émettent un rayonnement électromagnétique durant la nuit tel que la lune et

les étoiles ; il existe également des « sources lumineuses diurnes » qui émettent un rayonnement électromagnétique pendant la journée .

Pour ce qui nous concerne, nous nous intéresserons dans cette étude uniquement aux sources lumineuses diurnes qui permettent à l'être humain de percevoir clairement son environnement et d'accomplir les différentes tâches et activités qui rythment sa vie.

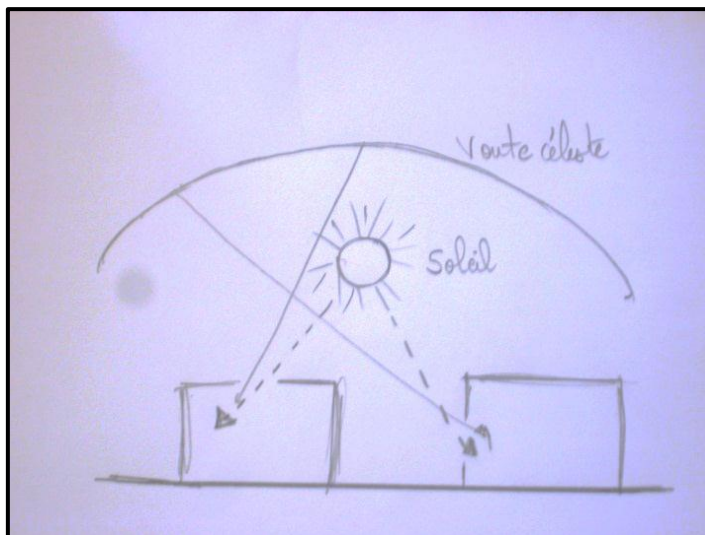


Figure1: Les différentes sources externes d'éclairage naturel dans le bâtiment source: auteur

III.1 Sources lumineuses diurnes:

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

III.1.1 Sources lumineuses diurnes directes:

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

-La « **source primaire** » est une source de lumière qui émet de la lumière qu'elle a elle-même produite. Elle est visible et isolée de toute autre source lumineuse. Le Soleil est une source primaire de la lumière naturelle diurne et il est à l'origine du rayonnement visible direct appelé « lumière solaire ». Quant à cette dernière, elle est définie par J. BELL et W. BURT comme étant « la partie de l'irradiation solaire qui atteint la surface terrestre sous forme de rayons parallèles et qui résulte d'une atténuation sélective par l'atmosphère » (J. BELL& W. BURT in ROUAG, D 2001).

Cette composante de la lumière naturelle est prépondérante sous un ciel clair et dispense un flux considérable qui s'avère facile à capter et à diriger, de même qu'elle présente une dynamique intéressante et peut être utilisée en tant qu'énergie lumineuse et thermique.

Par contre, le rayonnement solaire direct est souvent une source d'éblouissement et parfois de surchauffe du bâtiment. En plus, sa disponibilité est épisodique et dépend de l'orientation des ouvertures et du type du climat lumineux. D'autre part, la lumière solaire qui est une lumière directive donne des ombres propres et

portées très contrastées qui peuvent être souvent gênantes pour l'exécution d'une tâche visuelle pointue. Tous ces paramètres doivent être pris en considération lors de la conception d'un projet d'éclairage naturel afin d'aboutir à une stratégie à la fois efficace et économique.

- Une « **source secondaire** » est une source de lumière qui n'est visible que lorsqu'elle est éclairée par une source primaire (ENCARTA CORPORATION.2010.), telle la voûte céleste qui est éclairée par le rayonnement solaire dont une partie (environ 25%), qui est absorbée et réémise par l'atmosphère, constitue ce que les spécialistes appellent la lumière diffuse du ciel.

Selon J. BELL et W. BURT: « la lumière du ciel est la partie de l'irradiation solaire qui atteint la surface terrestre et qui résulte de la diffusion par l'atmosphère ». (J. BELL& W. BURT IN ROUAG, D 2001).

L'avantage de la lumière diffuse du ciel est qu'elle est disponible dans toutes les directions, suscite peu d'éblouissement et ne provoque pas de surchauffe. Elle crée peu d'ombres et de très faibles contrastes mais elle peut être considérée comme insuffisante dans de nombreux cas notamment sous les conditions du ciel couvert en hiver.

III.1.2 Sources lumineuses diurnes indirecte

Les corps environnants ne sont perceptibles par l'œil et n'émettent en gamme du visible que s'ils sont portés à une température élevée, ou bien s'ils réfléchissent, diffractent ou bien diffusent les rayonnements visibles qui les éclairent.

Tous les corps opaques excepté les corps noirs, interceptent le rayonnement solaire et le réfléchissent mais la quantité de la lumière réfléchie, dépend du facteur de réflexion de la surface, c'est-à-dire de son albédo. Quant à la couleur de la lumière réémise, elle correspond à la couleur de l'objet (si l'objet est éclairé en lumière blanche).

IV. Climat lumineux

La qualité ainsi que la quantité de la lumière naturelle disponible dans un local sont, tout d'abord, fonction du climat lumineux extérieur de son site d'implantation (MUDRI, LJUBICA 2002). En effet, l'éclairement lumineux, la luminance et la composition spectrale de la lumière du jour sont fonction de la position géographique du site (latitude), des saisons, des moments de la journée et des conditions météorologiques.

IV.1. La lumière solaire directe

La disponibilité de la lumière solaire en un lieu donné dépend du mouvement et des positions du soleil. Ainsi, la connaissance du mouvement apparent de ce dernier sur la voûte céleste pour un observateur terrestre, permet de mettre à jour les principales spécificités d'ensoleillement et les ressources solaires d'un site. Ces données fixent un certain nombre de contraintes ou d'attitudes à adopter pour mieux intégrer les facteurs solaires dans le projet architectural, notamment en matière d'éclairage naturel. Au-delà, ces

même données facilitent l'utilisation de techniques simples de contrôle et d'évaluation de l'ensoleillement des différentes composantes du bâtiment

IV.1. 1- Mouvement annuel de la terre autour du soleil

En raison du mouvement annuel de la terre autour du soleil (Figure 2), l'angle d'incidence des rayons solaires parallèles varient d'une saison à l'autre. Leur inclinaison par rapport au plan de l'équateur terrestre est représentée par un angle appelé « déclinaison », positive ou négative, suivant que le rayon principal frappe au-dessus, vers l'hémisphère Nord, ou au-dessous vers l'hémisphère Sud. Ainsi, au cours de l'année, les zones géographiques terrestres sont soumises différemment au rayonnement direct.

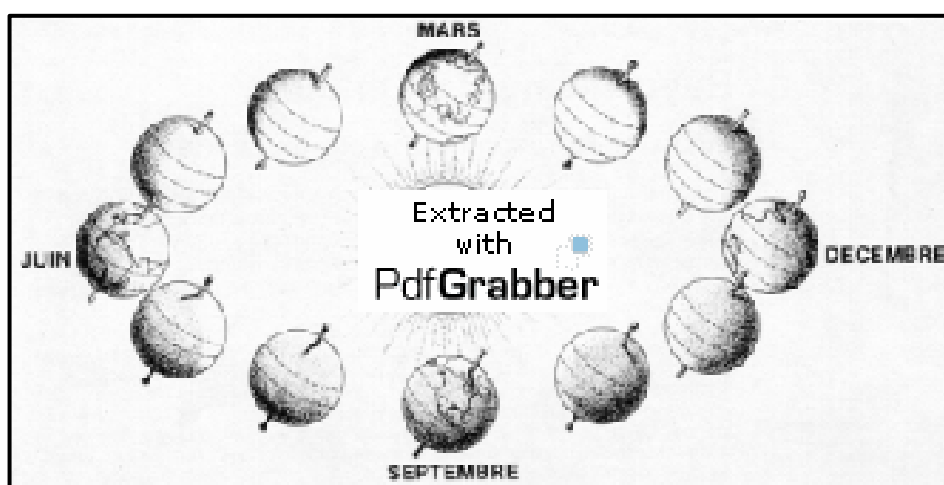


Figure 2: Mouvement annuel de la terre autour du soleil. Source E. MAZRIA, 1981

L'examen des propriétés géométriques de ce mouvement de la terre dans le plan de l'écliptique, a permis de déterminer que la déclinaison varie au cours de l'année (LABORATOIRE CERMA)

Ces variations décrivent une sinusoïde dont le sens peut être appréhendé à travers quatre positions clés (Figure 3), qui correspondent respectivement :

1. Au solstice d'hiver (21 décembre à l'hémisphère Nord) : les rayons solaires sont perpendiculaires au tropique du capricorne avec un angle de déclinaison de $-23^{\circ}27'$. Durant cette période, la nuit est plus longue que le jour car le soleil se lève au sud-est et se couche au sud-ouest. Les altitudes solaires sont basses et l'intensité des éclairagements lumineux directs est également minimale.

2. Aux équinoxes de printemps (21 mars) et d'automne (22 septembre) : les rayons solaires sont dans le plan de l'équateur et la déclinaison mesure alors 0° . Cette position traduit l'égalité des jours et des nuits où le soleil se lève en plein Est et se couche en plein Ouest.

3. Au solstice d'été (23 juin) : la position de la terre est opposée à celle du 21 décembre et le soleil frappe l'hémisphère Nord avec un angle maximum de déclinaison égal à $+23^{\circ}27'$. Durant cette période, le jour est plus long que la nuit car le soleil se lève au Nord-est et se

couche au Nord-ouest. Les éclairagements lumineux directs sont intenses et les altitudes solaires sont importantes.

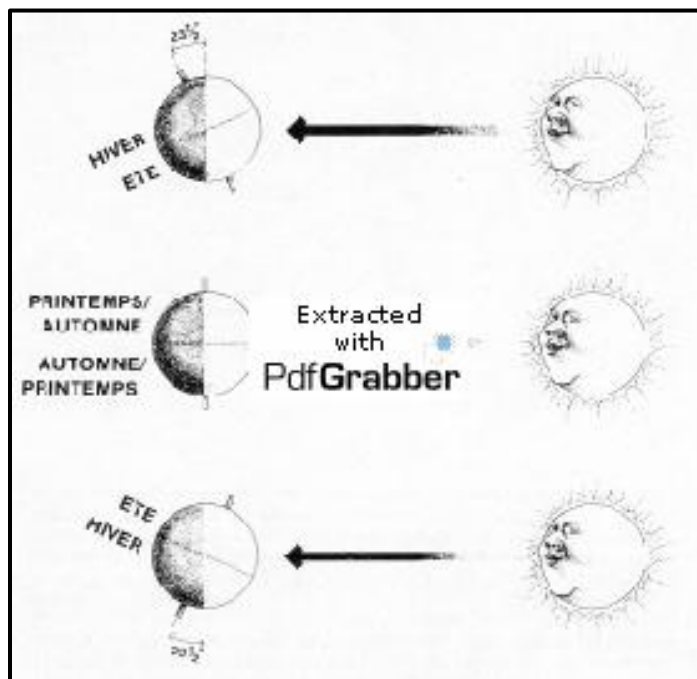


Figure 3 Variations saisonnières de la déclinaison. Source E. MAZRIA, 1981

Ces variations saisonnières de l'angle de déclinaison s'accompagnent donc d'une modification de l'intensité du rayonnement lumineux direct (qui est faible en hiver et intense en été) mais également de la « durée d'ensoleillement » qui est un indicateur du nombre d'heures durant lesquelles un bâtiment peut bénéficier de la lumière naturelle.

IV.1. 2- Influence de la latitude sur les conditions d'ensoleillement

La position géographique d'un lieu sur la terre est déterminée par sa latitude, qui est définie comme étant « l'angle compris entre la droite joignant le point considéré sur la terre et le centre de la terre avec le plan de l'équateur terrestre ».

En fonction de la latitude des lieux, pour une même date, les périodes d'ensoleillement seront plus ou moins longues, inversées. Selon L. MUDRI (MUDRI, LJUBICA 2002), les éclairagements lumineux directs seront aussi d'intensité variable à cause de l'épaisseur de la masse d'air (ou de la couche atmosphérique) traversée par les rayons solaires car plus la latitude est élevée, plus l'épaisseur de la masse d'air à traverser est importante et plus l'éclairage lumineux direct est faible. La partie du ciel occupée par le soleil aux différents moments du jour et de l'année diffère également suivant la latitude : en effet, plus la latitude est faible, donc proche de l'équateur, plus les trajectoires solaires sont centrées dans le ciel autour du zénith, à la verticale du lieu. à l'inverse, plus la latitude s'approche de celle des pôles, plus les trajectoires s'approchent de l'horizon. Par conséquent, la distribution des luminances du ciel en est également affectée.

IV.1. 3- Influence de l'orientation sur les conditions d'ensoleillement

Lorsque le ciel est couvert, le rayonnement lumineux est diffusé dans toutes les directions. C'est pour cette raison que les ouvertures verticales captent la lumière naturelle de manière similaire, indépendamment de leur orientation. Par contre, lorsque le ciel est clair, l'orientation de l'ouverture influence directement la quantité de lumière captée : grâce à une ouverture latérale orientée Sud, le local bénéficie d'une lumière naturelle plus facile à contrôler et d'un ensoleillement maximal en hiver et en mi-saison, ce qui est souvent l'idéal. En été, les apports solaires sur cette surface sont nettement inférieurs qu'à l'Est ou à l'Ouest, car ils sont diminués par un facteur égal au cosinus de l'angle d'incidence. (DE HERDE, ANDRE ET AL.)

Par contre, les locaux éclairés par des ouvertures orientées au Nord bénéficient toute l'année d'une lumière uniforme et du rayonnement solaire diffus. Pendant l'été, ils peuvent être exposés à l'éblouissement, difficile à contrôler car le soleil est bas au coucher et au lever. Toutefois, il est judicieux de placer des ouvertures vers le nord lorsque le local nécessite une lumière homogène, peu variable ou diffuse, ce qui est préférable pour certaines activités comme un atelier de dessin, par exemple.

Sinon, quand les locaux sont éclairés par des ouvertures orientées vers l'Est, ils profitent du soleil le matin mais le rayonnement solaire est alors difficile à maîtriser car les rayons sont bas sur l'horizon. Dans ce cas précis, l'exposition solaire y est faible en hiver mais elle permet d'apporter des gains solaires au moment où le bâtiment en a le plus besoin. Par contre, en été, l'orientation Est présente une exposition solaire supérieure à l'orientation Sud, ce qui est peu intéressant.

Enfin, une ouverture latérale orientée Ouest, assure une insolation directe en soirée.

Mais elle présente toutefois un risque réel d'éblouissement et les gains solaires ont tendance à induire des surchauffes importantes puisque les vitrages tournés vers l'ouest apportent des gains durant l'après-midi, au moment où le bâtiment est depuis longtemps en régime.

IV.2. La lumière diffuse du ciel

Dans le domaine de l'éclairage naturel, et contrairement à la thermique, l'étude du ciel ainsi que de la répartition de ses luminances selon les différents moments de la journée et de l'année, est fondamentale pour la compréhension du phénomène. Par ailleurs, la qualité et la quantité de lumière diffuse émise par la voûte céleste sont instables car les phénomènes climatiques qui entrent en jeu restent aléatoires et ne peuvent être approchés que statistiquement à travers les relevés météorologiques qui déterminent les probabilités de survenu d'un type de ciel.

IV.2.1. Modèles de ciel

Compte tenu de la trop grande variabilité de la répartition des luminances du ciel, il a fallu faire appel à des modèles pour les différents cas dominants de ciels dans le but de faciliter les calculs de l'éclairage

naturel. Selon L. MUDRI (MUDRI, L 2002), ces modèles standards de ciel permettent de représenter la distribution spatiale et temporelle des luminances de la voûte céleste. Ainsi, il existe différents modèles de ciel:

IV.2.1.1 Ciel couvert

Dans le passé, le ciel couvert était considéré comme représentant les conditions défavorables pour un éclairage naturel et a servi de base pour l'élaboration de méthodes d'évaluation des niveaux d'éclairement lumineux dans les locaux. (CHAUVEL.P et DERIBERE. M.1968) L. MUDRI le définit comme étant « un ciel caractérisé par un soleil non visible et des nuages distribués entièrement sur toute la voûte céleste ». (CHAUVEL.P et DERIBERE. M.1968)

IV.2.1.2 Ciel clair serein (ou ciel bleu)

Dix-huit ans après la normalisation du ciel couvert, et compte tenu du fait que ce ciel ne peut être représentatif des conditions climatiques réelles de beaucoup de régions à travers le monde, notamment dans les régions arides et semi arides, un autre modèle standard de la répartition de la luminance de la voûte céleste a été adopté en 1973 : il s'agit du ciel clair. Le modèle de ciel clair tient compte des conditions réelles moyennes et des relations de diffusion et de réfraction de la lumière solaire dans une atmosphère parfaitement claire et sans nuages. (CHAUVEL.P et DERIBERE. M.1968)

IV.2.1.3 Ciel intermédiaires :

Pour ce troisième modèle on a 3 sortes de ciel intermédiaire:

-Ciel intermédiaire bleu IB et ciel intermédiaire couvert IC:

En ce qui concerne le ciel intermédiaire bleu, il représente un ciel avec des nuages répartis non uniformément sur la voûte céleste sans couvrir le soleil (soleil visible). Quant au ciel intermédiaire couvert, il représente ciel avec des nuages répartis non Uniformément sur la voûte céleste mais qui couvrent le soleil (soleil invisible) (PERRAUDEAU, M. IN MUDRI, LJUBICA.1968)

- **Ciel intermédiaire médian IM:** Au sujet du ciel intermédiaire médian, M. PERRAUDEAU le définit comme « le type de ciel qui varie très rapidement au cours du temps » (PERRAUDEAU, M. IN MUDRI, LJUBICA.1968) car il regroupe en fait tous les types de ciels précédents.

IV.2.2 Influence du type de ciel sur l'éclairage naturel

La lumière naturelle traduit les fluctuations de l'état du ciel. Des études ont montré que le ciel couvert fournit un éclairage parfaitement symétrique par rapport à l'axe du local (DE HERDE, ANDRE ET AL) ce qui est dû au fait que la distribution des luminances de la voûte céleste de ce type de ciel est symétrique par rapport au zénith. Ce n'est cependant pas le cas d'un ciel clair puisque la répartition lumineuse d'un local éclairé naturellement par un ciel clair serein est très souvent fortement asymétrique et les valeurs d'éclairement intérieur sont nettement supérieures que par ciel couvert car la lumière solaire disponible diminue fortement lorsque le ciel se couvre.

V. Les types de l'éclairage naturel :

Le type d'éclairage naturel est défini par la position des prises de jour qui le procure et qui peuvent être placées soit en façade (éclairage latéral), soit en toiture (éclairage zénithal), soit les deux à la fois. Mais leurs fonctions restent les mêmes. La prise de jour est cependant un des plus complexes et coûteux composants du bâtiment à cause du grand nombre de rôles contradictoires qu'elle doit jouer tels que l'éclairage et l'occultation, la vue sur l'extérieur et la recherche d'intimité, la pénétration du soleil et la protection solaire, et enfin, l'étanchéité et la ventilation.

En effet, il a toujours été difficile de répondre à toutes ces demandes et certaines priorités dominent chaque conception ; car en plus des qualités techniques nécessaires pour assurer le confort thermique, visuel et parfois acoustique, la prise de jour doit définir l'organisation de l'espace intérieur et situer l'entrée de la lumière naturelle.

V.1. L'éclairage latéral :

L'éclairage latéral caractérisé par l'usage de prises de jour en façade est associé, selon C. Terrier et B. Vandevyver (TERRIER. C et VANDEVYVER. B.1999), aux locaux de faible hauteur sous plafond : de 2,50 mètres à 3 mètres. Ce système optique est, d'après J.J. Deletre (DELETRE, J.J.2003), l'un des moins performants du point de vue éclairage par la lumière du jour. C'est pourtant l'un des plus utilisés, notamment dans les espaces hospitaliers, pour des raisons pratiques mais aussi parce qu'il permet la vue vers l'extérieur.

V.1.1.Exigences de l'éclairage latéral :

-Aspects thermiques et éblouissement : Lors de la conception d'un dispositif d'éclairage latéral, il faut tenir compte des aspects thermiques du rayonnement solaire et de l'éblouissement. En effet, il faut éviter la pénétration directe des rayons solaires sur les plans de travail afin d'empêcher l'éblouissement des occupants. Un autre objectif consiste à réaliser une bonne isolation thermique afin d'éviter un apport excessif de chaleur dans l'ensemble du local, notamment en été. Ce surplus thermique conduisant à l'effet de serre. Ces deux objectifs seront atteints par un choix judicieux de l'orientation des vitrages et par un système de protection solaire performant.

-Incidences par rapport à l'acoustique: Dans le cas de prises de jour latérales, le concepteur doit concilier, en plus des contraintes thermiques, les contraintes acoustiques avec les exigences en matière d'éclairage naturel. Une attention toute particulière doit être portée à l'acoustique aussi bien pour les bruits venant de l'extérieur que de l'intérieur lorsqu'on a une grande proportion de vitrage. Pour cela, l'étude acoustique du local doit être réalisée en fonction de sa disposition, des bruits et du type de vitrage choisi, en sachant que plus le coefficient de transmission acoustique du vitrage est élevé, plus les ondes sonores venant de l'extérieur sont retransmises vers l'intérieur des locaux. (CIBSE1987)

Plusieurs solutions sont proposées par afin de réduire la pénétration des nuisances sonores extérieures.

Parmi ces solutions, nous citerons :

- l'usage d'ouverture fixe.
- la conception de barrières acoustiques minérales ou végétales.
- l'usage du double vitrage acoustique (fenêtre avec lame d'air intérieure importante).
- l'usage de vitrage épais.
- la réduction de la surface des ouvertures.

-Incidences par rapport à la sécurité: Un autre critère à prendre en compte pour un dispositif d'éclairage latéral est celui de la sécurité. En effet, les vitrages doivent répondre à des critères de résistance aux chocs et au feu. Il est également nécessaire que, en l'absence de climatisation, les fenêtres puissent s'ouvrir afin d'assurer le renouvellement d'air.

-Vue sur l'extérieur: Les locaux doivent comporter, à hauteur des yeux, des baies transparentes donnant sur l'extérieur. Ce paramètre est essentiel pour le bien être psychologique des occupants.

V.1. .2.Types de l'éclairage latéral :

-Eclairage unilatéral: Il s'agit d'un éclairage fourni par une ou plusieurs ouvertures verticales disposées sur une même façade d'une orientation donnée. Cette disposition permet de réaliser des effets de relief et des harmonies de contrastes. L'inconvénient que présente ce type de système d'éclairage naturel est la possibilité d'ombres gênantes, dues aux allèges par exemple, surtout si les parois du local sont sombres. Mais le défaut majeur est que l'éclairage intérieur résultant est très peu uniforme, car il est fortement influencé par la profondeur du local. En effet, si l'intérieur est trop profond par rapport à la hauteur de l'ouverture au-dessus du plancher, l'éclairage sera insuffisant au fond du local car, d'après (K. Robertson) une lumière du jour suffisante pénètre sur une distance d'une fois et demie la hauteur de l'ouverture au-dessus du plancher (Figure 4), bien que cette distance puisse atteindre deux fois cette hauteur sous un ensoleillement direct.

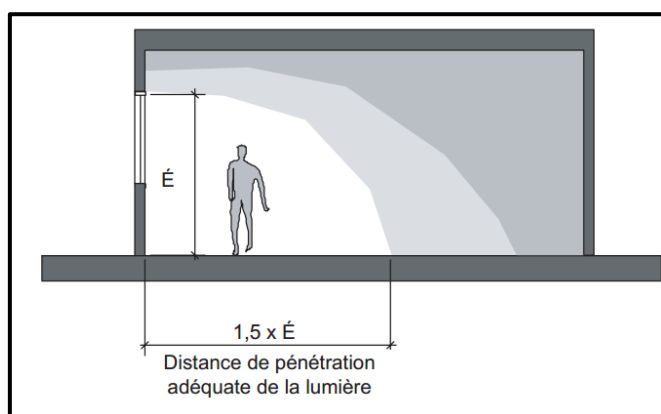


Figure 4: Pénétration approximative de la lumière naturelle source: ROBERTSON, Keith. Guide sur l'éclairage naturel des bâtiments, Ontario : SCHL-CMHC, 2003, p6

-Eclairage bilatéral

L'éclairage bilatéral consiste à avoir des ouvertures verticales sur deux murs, soit parallèles, soit perpendiculaires, d'un même local (Figure 5).

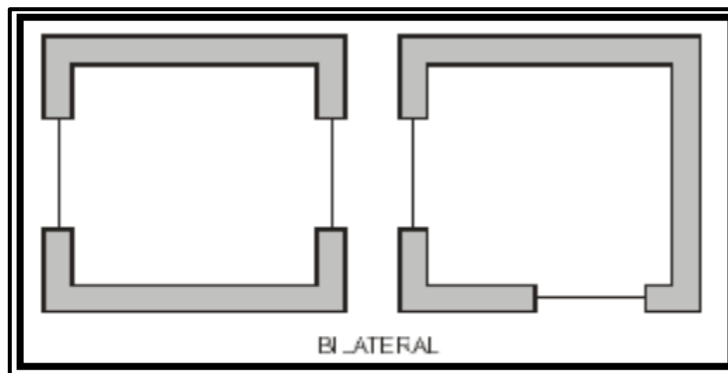


Figure 5: Dispositifs d'éclairage bilatéral source: I. PASINI, 2002

Cette solution remédie au défaut majeur que pose l'éclairage unilatéral. En effet, selon (A. ANDENPLAS), la profondeur des pièces éclairées par un dispositif bilatéral peut atteindre facilement quatre fois la distance entre le plafond et le plan utile. Ce qui permet d'éclairer efficacement un local de dimensions plus importantes que celles permises par un éclairage unilatéral. En plus, il procure un éclairage plus uniforme et réduit les contrastes ainsi que les risques d'éblouissement.

• Eclairage multilatéral

L'éclairage multilatéral présente de nombreux avantages, notamment:

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

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

V.2. L'éclairage zénithal:

D'après (C. TERRIER et B. VANDEVYVER 1999), le recours à l'éclairage zénithal est indispensable pour les constructions dont la hauteur sous plafond est supérieure à 4,50 mètres. Quant aux locaux de hauteur intermédiaire, de 3 mètres à 4,50 mètres, le choix dépend d'autres caractéristiques à l'image de la profondeur, la largeur et la forme du bâtiment. Si la profondeur du bâtiment par exemple est importante par rapport à la hauteur du local, l'éclairage zénithal sera indispensable afin d'assurer une distribution uniforme des éclairages intérieurs.

Mais rappelons que cette technique demande de grandes exigences qui doivent prendre en compte simultanément quatre impératifs majeurs qui sont les suivants:

1. Il faut assurer un éclairage naturel suffisant dans les locaux de moyenne et de grande hauteur. Pour atteindre cet objectif, la surface des parties transparentes ou translucides est l'élément essentiel.
2. Il faut éviter les effets négatifs de l'éblouissement et du rayonnement solaire direct.
3. Il faut prévoir le nettoyage intérieur et extérieur dans des conditions de sécurité satisfaisantes par un choix approprié des matériaux (vieillessement, résistance...) et des accès aux faces intérieures et extérieures.
4. Enfin, il faut assurer l'évacuation des fumées en cas d'incendie. La surface minimale des exutoires de fumée doit être de 1 % de la surface du local et ne doit pas être située exclusivement sur la toiture (C. TERRIER et B. VANDEVYVER 1999).

VI. Grandeurs et définitions liés à l'étude d'un éclairage naturel

VI. 1 .Le flux lumineux

Le flux lumineux d'une source est l'évaluation, selon la sensibilité de l'oeil, de la quantité de lumière rayonnée dans tout l'espace par cette source. Il s'exprime en lumen (lm).

VI. 2. L'intensité lumineuse

L'intensité lumineuse est le flux lumineux émis par unité d'angle solide dans une direction donnée. Elle se mesure en candéla, équivalent à 1 lm/sr.

VI.3. L'éclairement

L'éclairement d'une surface est le rapport du flux lumineux reçu à l'aire de cette surface. Son unité est le lux, équivalent à 1 lm/m²

VI.4. La luminance

La luminance d'une source est le rapport entre l'intensité lumineuse émise dans une direction et la surface apparente de la source lumineuse dans la direction considérée. La luminance s'exprime en candélas par mètre carré (cd/m²).

VI.5. Le Facteur de Lumière du Jour (FLJ)

Le facteur de lumière du jour en un point intérieur est le rapport de l'éclairement naturel reçu en ce point à l'éclairement extérieur simultanément sur une surface horizontale en site parfaitement dégagé.

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

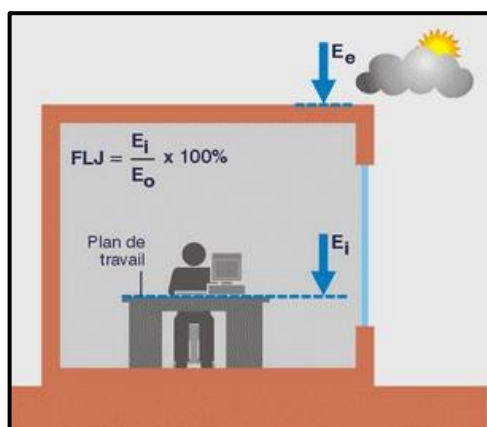


Figure6: définition de facteur de lumière de jour source: Alain Liébard, André de Herde Traiter d'architecture et d'urbanisme édition le moniteur page 247- 2005

VII. La stratégie de l'éclairage naturel (A. LIEBARD, A. DE HERDE. 2005) :

La stratégie de l'éclairage naturel vise à mieux capter et faire pénétrer la lumière naturelle, puis à mieux la répartir et la focaliser. On veillera également à contrôler la lumière pour éviter l'inconfort visuel. L'utilisation intelligente de la lumière naturelle permet de réduire la consommation électrique consacrée à l'éclairage.

- Capter :

Une partie de la lumière du jour est transmise par les vitrages à l'intérieur du bâtiment. La quantité de lumière captée dans un local dépend de la nature et du type de paroi vitrée, de sa rugosité, de son épaisseur et de son état de propreté. L'aménagement des abords peut aussi créer une barrière à la pénétration rasante du rayonnement d'hiver ou d'été, tout en laissant une large ouverture à la lumière du ciel. Inversement, des surfaces réfléchissantes au sol (dallage, plan d'eau) peuvent contribuer à capter davantage de lumière.

- Pénétrer :

La pénétration de la lumière dans un bâtiment produit des effets de lumière très différents non seulement suivant les conditions extérieures (type de ciel, trouble atmosphérique, saison, heure du jour et dégagement du site) mais aussi en fonction de l'emplacement, l'orientation, l'inclinaison, la taille et le type des vitrages. L'éclairage latéral fournit une lumière dirigée, qui souligne généralement le relief, mais limitée en profondeur, contrairement à l'éclairage zénithal qui est beaucoup plus uniforme, mais possible qu'au dernier niveau des bâtiments.

- Répartir :

La lumière se réfléchit d'autant mieux sur l'ensemble des surfaces intérieures des locaux que le rayonnement ne rencontre pas d'obstacles dus à la géométrie du local ou au mobilier, et que les revêtements des surfaces sont mats et clairs. Elle peut également être diffusée par le type même du vitrage utilisé (translucide) ou par des systèmes de réflecteurs, qui permettent à la lumière de gagner le fond du local.

- Protéger et contrôler :

La pénétration excessive de lumière naturelle peut être une cause de gêne visuelle (éblouissement, fatigue). Elle peut se contrôler par la construction d'éléments architecturaux fixes (surplombs, bandeaux lumineux ou light shelves, débords de toiture, etc.) associés ou non à des écrans mobiles (marquises, volets, persiennes ou stores).

- Focaliser :

Il est parfois nécessaire de focaliser l'apport de lumière naturelle pour mettre en valeur un lieu ou un objet particulier. Un éclairage zénithal -ou latéral haut - crée un contraste lumineux important avec l'éclairage d'ambiance, moins puissant. Un atrium au centre d'un bâtiment permet

aussi à la lumière du jour de mieux pénétrer dans le bâtiment tout en créant un espace de circulation et de repos attrayant. Des bâtiments hauts et profonds peuvent ainsi recevoir la lumière naturelle en leur cœur par le biais de conduits lumineux.

VIII. Quels sont les bénéfices de la l'éclairage naturel?

- 15 à 40% d'énergie en moins avec 70% d'énergie en moins pour la lumière
- La baisse des émissions de CO2 concomitant
- 15 à 40% d'économie sur la facture énergétique
- Une meilleure qualité de l'environnement intérieur
- De meilleures conditions de travail et une productivité accrue
- 15% de charges de climatisation en moins

IX. Les difficultés liées à l'éclairage naturel (K .ROBERTSON,2010)

Les points suivants illustrent les problèmes fondamentaux de la conception intégrant l'éclairage naturel.

1. Intégration de l'éclairage naturel à toutes les étapes de la conception. Le responsable de la conception doit prendre des mesures spéciales pour faire en sorte que les spécialistes qui ont une influence sur la conception d'éclairage naturel, ou qui sont influencés par cette dernière, contribuent au processus de conception et de construction.
2. Difficulté de faire pénétrer la lumière du jour profondément dans les espaces intérieurs.
3. Ombrage par obstruction. Les obstructions peuvent avoir une incidence considérable sur la capacité d'éclairer un espace au moyen de la lumière du jour. Dans le cas des bâtiments de faible à moyenne hauteur, les obstructions sont généralement des immeubles, le terrain ou des arbres., Dans le cas des grands immeubles, les obstructions sont surtout d'autres édifices du même type.
4. Confort thermique. La perte de chaleur par les fenêtres peut être inconfortable lors des journées froides. En été, un problème de surchauffe peut survenir, en particulier si la pièce comporte des fenêtres panoramiques.
5. L'éblouissement et le contrôle du contraste sont des problèmes rencontrés en toute saison, surtout lorsqu'on utilise des ordinateurs. Un problème de contraste survient lorsqu'il y a une trop grande différence entre l'illumination de la pièce et celle d'un objet. L'éclairage naturel est le plus efficace dans les espaces qui ont une bonne tolérance aux variations des conditions d'éclairage.

X. Intégration de l'éclairage naturel à l'étape de la conception (K .ROBERTSON,2010)

Une mauvaise intégration des technologies d'éclairage naturel peut se solder par des désagréments et un mauvais éclairage. La dimension des surfaces de plancher, l'orientation, la taille et l'angle des fenêtres ainsi que les caractéristiques d'obscurcissement et de transmission de la vitre doivent tous être pris en compte. Pour maximiser les économies en termes de coûts et d'énergie, ces décisions doivent être prises en consultation avec le promoteur, l'occupant, les ingénieurs mécaniques, acoustiques et électriques, les architectes paysagistes, etc., le plus tôt possible dans le processus de conception. Une telle équipe interdisciplinaire est le

plus apte à définir des objectifs d'éclairage naturel et à résoudre les problèmes d'éclairage à l'étape de la conception. Par exemple, l'objectif de conception pourrait être de maximiser les avantages de l'éclairage naturel d'un bâtiment tout en évitant les écueils mentionnés précédemment, qui sont de nature interdisciplinaire.

XI. L'importance de la lumière naturelle

La lumière pour la vie :

La lumière constitue un élément essentiel, générateur de vie sur terre. Elle nous influence du point de vue physiologique et psychologique et exerce une action bienfaisante sur l'équilibre nerveux.

La lumière pour l'architecture :

La lumière naturelle est un moyen architectural riche. Elle révèle un bâtiment par son action sur les espaces, les formes, les structures, les matériaux, les couleurs et les significations de l'édifice. De plus elle est au cœur de la définition du geste créateur : exprimer, c'est à dire mettre en lumière, extraire de l'ombre

La lumière et le développement durable :

Lorsque que la lumière naturelle est utilisée judicieusement, elle constitue un atout majeur pour développer les qualités architecturales, énergétiques et environnementales du bâtiment :

- Réduction de 30 à 50 % des charges liées à l'éclairage artificiel.
- Réduction des consommations de chauffage par les gains solaires apportés.
- Réduction des charges de refroidissement lié aux apports de chaleurs des lampes.

.La Lumière pour la sécurité :

L'avantage principal de l'éclairage naturel est d'être gratuit.

Le simple fait d'optimiser l'éclairage naturel contribue à protéger l'homme contre la fatigue oculaire aussi nuisible à son rendement immédiat qu'à sa propre santé dans le temps.

L'éclairage naturel dans les hôpitaux:

La qualité et le traitement de l'éclairage participent naturellement au bon traitement des espaces mais également au confort des lieux ; ils contribuent à leur perception ainsi qu'à leur ambiance et peuvent se décliner de façon différenciée selon les zones à traiter et participer ainsi à leur identification (Public / soignants ; Accueils attentes/ zones techniques) en répondant, selon les cas, à des contraintes et à des exigences variées. Il participe également à l'orientation au sein du service tant pour le personnel que pour le public

XII.1: Les bienfaits de l'éclairage du jour dans un hôpital:(WWW.CHUS.QC.CA)

-Qualité pour les patients et les personnes dépendantes : apporter la lumière naturelle dans l'ensemble du bâtiment manquant de lumière du jour car un bon éclairage aide à cadencer le rythme biologique et à le

soutenir. Le rendu de couleur et l'intensité harmonisent le déroulement de la journée : la lumière naturelle est idéale pour un éclairage agréable, vivifiant et favoriser la guérison.

-Soutien pour les médecins et le personnel soignant : la lumière naturelle permet d'éviter la fatigue et les erreurs (entre les différents rythmes de prise de poste), ce qui est un sérieux avantage dans le cadre d'une utilisation en milieu médical.

-Plus-value pour les propriétaires et les investisseurs immobiliers : les hôpitaux et services médicaux fonctionnent toute la journée sur toute la semaine. Eclairer ces espaces par la lumière naturelle permet d'importantes économies d'énergie (éclairage électrique et diminution des coûts de climatisation) ce qui implique aussi des réductions des émissions de CO₂. Les conduits de lumière naturelle sont la solution économique.

De plus, un bon éclairage laisse une bonne image de la structure et met l'architecture en valeur

XII.2. Le pouvoir naturel de l'éclairage:

-L'éclairage naturel a un impact étonnant sur les personnes. Lorsqu'il est utilisé de manière efficace dans les établissements de santé, il peut contribuer à améliorer l'environnement de guérison et exercer un impact tangible sur le bien-être des patients et du personnel.

-En tant qu'êtres humains, l'éclairage naturel agit sur notre santé et notre bien-être beaucoup plus qu'il n'y paraît. Des études indépendantes ont en effet révélé une corrélation claire et positive entre l'exposition des patients à une lumière naturelle suffisante au cours de la journée et l'état de leur santé et de leur bien-être. (HEALWELL 2006)

-Plus les patients passent de temps à la lumière du jour, mieux ils peuvent espérer se porter. En fait, la lumière naturelle peut améliorer leur satisfaction, leur confort, leur humeur et la qualité de leur sommeil.

-L'effet de l'éclairage naturel sur notre horloge biologique est également important, car il influence de nombreux aspects de notre bien-être physique et émotionnel. Cette horloge biologique est en effet régulée par la lumière et l'obscurité, par les cycles du jour et de la nuit et par notre temps d'éveil et de sommeil.

-Au matin, lorsque le soleil se lève et le niveau de lumière augmente, nous nous réveillons et devenons actifs et vigilants. Au soir, quand il se couche, nous relâchons la tension et nous nous préparons à aller dormir. Les niveaux hormonaux de notre corps augmentent et baissent en accord avec ces cycles lumineux. Ainsi, la production de cortisol augmente parallèlement à la lumière matinale et baisse au fil de la journée. Les niveaux de mélatonine quant à eux augmentent à mesure que l'obscurité s'installe, pour ensuite diminuer à l'approche du matin. (HEALWELL 2006)

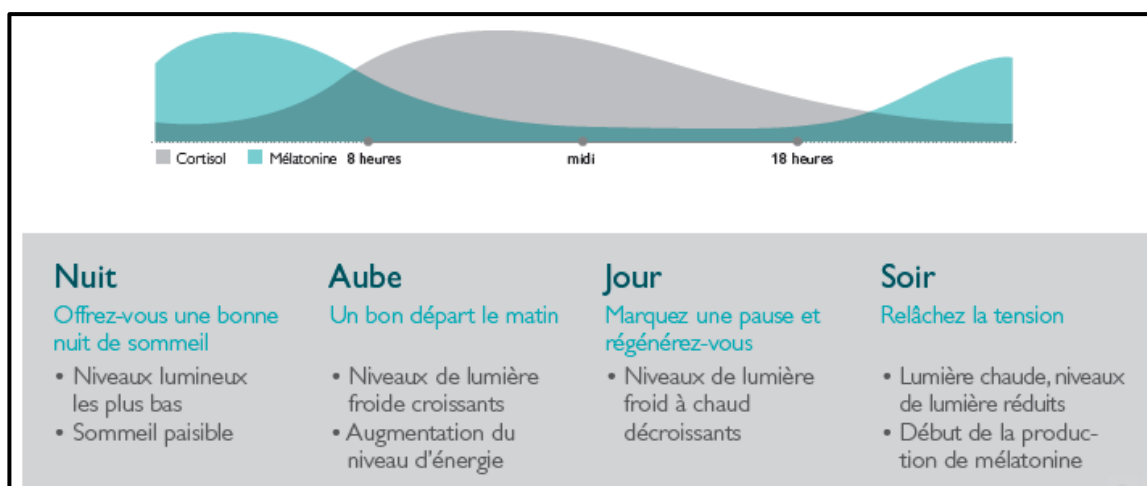


Figure 7: Nature et effets de la lumière dans les différentes périodes de la journée Source: Améliorez l'environnement thérapeutique des hôpitaux par le pouvoir naturel de la lumière .

Dans notre société moderne, nous passons la plupart de notre temps à l'intérieur, que ce soit à l'école, au bureau ou encore dans un magasin ou à l'hôpital. Ceux parmi nous qui doivent rester à l'intérieur pendant des durées prolongées, comme par exemple les patients des hôpitaux, risquent davantage de ne pas recevoir une quantité suffisante de lumière pour réguler leur horloge biologique.

XI.3. La lumière naturelle source de vie:

La lumière qui pénètre par nos yeux ne sert pas uniquement pour la vision mais a également un rôle de régulateur de l'horloge biologique par le biais de l'hypothalamus. Celui-ci contrôle le système nerveux et le système endocrinien qui ensemble régulent toutes les fonctions biologiques du corps humain. De plus, il supervise les informations liées à la lumière et les envoie au corps pinéal qui les utilise pour informer d'autres organes sur les conditions lumineuses de l'environnement.

L'importance des fonctions visuelles et non visuelles des yeux mérite une meilleure prise en considération des effets de la lumière naturelle. La plupart des individus sont exposés pendant de nombreuses heures à une lumière artificielle qui n'a pas du tout l'aspect nourricier de la lumière naturelle. Cela pourrait, selon diverses études, être un facteur important des causes des maladies chroniques dont souffre une partie de plus en plus large de la population. (J- PIERRE COUWENBERGH 2001).

XIII. Conclusion:

A travers ce chapitre nous avons pu insister sur l'essentiel des notions de base qui définissent L'éclairage naturel d'une manière globale, accumulant ainsi plusieurs informations sur la lumière naturelle, ces grandeurs, ces valeurs ces sources ainsi que son importance dans la vie d'un être humain.

Nous savons à présent que la lumière naturelle est un phénomène indissociable de la vie de l'homme, régulatrice et indispensable à la majorité de ces activités.

Le soleil est la source primaire de la lumière naturelle, L'enseillement est caractérisé par la trajectoire du soleil dans le ciel et durée d'enseillement, elles-mêmes définies par les conditions géométriques du système terre soleil et l'emplacement géographique.

Tout comme le soleil, le ciel lui aussi est considéré comme une source de lumière naturelle, c'est pourquoi il a fait l'objets de plusieurs études qui ont fini par aboutir à l'établissement de plusieurs types de ciels normalisés permettant le calcul de la lumière naturelle selon plusieurs cas de figure allant du ciel clair au ciel couvert.

D'autres paramètres tels que les caractéristiques géographiques du site (reliefs, masse d'eau, masse végétale...etc.) ainsi que la pollution urbaine influencent sur l'enseillement, donc influent sur la disponibilité, la quantité et la qualité de la lumière naturelle.

L'éclairage naturel dans les hôpitaux ne relève ni du passé ni de l'avenir; c'est une constante de l'architecture hospitalière. C'est pourquoi il est indispensable d'en étudier les principes et les lois qui ont, de tout temps, permis aux architectes de répondre efficacement et avec grandeur à cette problématique fondamentale en architecture.

Les notions fondamentales relatives à l'éclairage naturel acquises, ceci constituera le point de départ de notre approche théorique du sujet au travers des chapitres qui vont suivre.

Chapitre 2 :

Confort du patient et réglementations
relatives à l'éclairage dans les chambres
d'hospitalisation

I. Introduction :

Si l'homme est, d'une manière générale, beaucoup plus attentif et beaucoup plus confiant en sa vue qu'en ses quatre autres sens réunis (80 % de nos impressions sensorielles sont de nature optique), le confort visuel reste quant à lui une notion assez subjective.

La lumière permet en effet de voir, de trouver, d'observer. Par ailleurs, trop de lumière, une lumière mal adaptée, mal placée, mal orientée peut s'avérer gênante. Il s'agit donc d'avoir la bonne lumière au bon endroit. un mauvais éclairage, qu'il soit naturel ou artificiel engendre, à plus ou moins long terme, une fatigue, voire même des troubles et une sensation forte d'inconfort .

Ce chapitre a pour but non seulement de démontrer l'impact de la lumière naturelle sur le confort des malades en milieu hospitalier : un atout qui fut durant longtemps objet de controverse, mais également d'identifier les réglementations et les exigences d'un environnement visuel confortable dans les chambres d'hospitalisation. En bref, dans ce chapitre nous allons examiner et mentionner les besoins en éclairage des chambres d'hospitalisation et préciser les façons de répondre techniquement et économiquement à leurs exigences.

II: Confort visuel du patient dans les chambres d'hospitalisation :

II.1: Définition du « confort »:

Etymologiquement, le terme confort, tiré du mot anglais « comfort », fait allusion au « bien-être matériel résultant des commodités de ce dont on dispose » ou à « l'ensemble des éléments qui contribuent à la commodité matérielle et au bien-être » mais également au « sentiment de bien-être et de satisfaction » (LAROUSSE, 2001) Quant aux spécialistes de l'éclairage, ROULET le définit comme étant « une sensation subjective fondée sur un ensemble de stimuli » (C.A. ROULET, 1987), c'est-à-dire des facteurs internes ou externes qui provoquent une réponse de l'organisme. Selon l'auteur, le critère de confort correspond à la satisfaction des occupants.

Comme nous le voyons, les termes employés pour définir le « confort » (bien être, sentiment, sensation) attestent du caractère subjectif de ce concept. Les facteurs internes et externes susceptibles de provoquer cette sensation restent indéterminés. En effet, la définition du confort reste ambiguë car tout dépend de l'appréciation personnelle de chaque individu : ce qui est « confortable » pour certains, peut ne pas l'être pour les autres et ceci dépendra de nombreux facteurs à la fois physiologiques et psychologiques.

II.2: Définition du « confort visuel » :

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».

(Www.syndicatéclairage.com) Selon(L. MUDRI 2001),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 (HETZEL. J. 2003), 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 :

-Eclairage naturel optimal en termes de confort et de dépenses énergétiques.

-Eclairage artificiel satisfaisant et en appoint de l'éclairage naturel.

-Relation visuelle suffisante avec l'extérieur. Le confort visuel, cible importante pour un hôpital, 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.

II.3. confort visuel distribution de la lumière (ALAIN LIEBARD ,ANDRE DE HERDE 2005)

Une étude de la distribution lumineuse doit tenir compte des quatre critères suivants :

-La qualité de la répartition de la lumière dans l'espace, impliquant l'étude de l'équilibre harmonieux des luminances et des couleurs ;

-rapports de luminance présents dans le local.

-L'absence d'ombres gênantes.

-La mise en valeur du relief et du modelé des objets.

La distribution de la lumière naturelle peut être uniforme, localisée ou mixte : dans ce dernier cas ; un niveau d'éclairage général existe pour tout l'espace et un éclairage localisé complémentaire est prévu en fonction des besoins spécifiques de la tâche visuelle.

Pour permettre à la lumière naturelle de se distribuer le mieux possible dans le local, il est essentiel de placer le mobilier de telle sorte qu'il ne fasse pas écran et de disposer les zones d'activité judicieusement. Les plans de travail seront situés préférentiellement près des ouvertures où la lumière naturelle est bien reçue.

II.4. confort visuel relation au monde extérieur (ALAIN LIEBARD ,ANDRE DE HERDE 2005)

L'éclairage naturel est préféré à l'éclairage artificiel pour sa variabilité et ses nuances. La variabilité de la lumière naturelle permet d'établir une harmonie avec le monde extérieur et crée une ambiance intérieure plus chaleureuse. Son caractère cyclique est un facteur important pour notre équilibre psychique. La lumière naturelle est un élément indispensable pour une bonne perception de l'instant et du lieu où nous évoluons.

De plus, la qualité spectrale de la lumière naturelle assure la meilleure vision possible des objets et des couleurs. Si on compare la répartition spectrale de la lumière naturelle à la courbe de sensibilité de l'œil, il apparaît que l'œil humaine est naturellement adapté à la lumière naturelle (figure8).

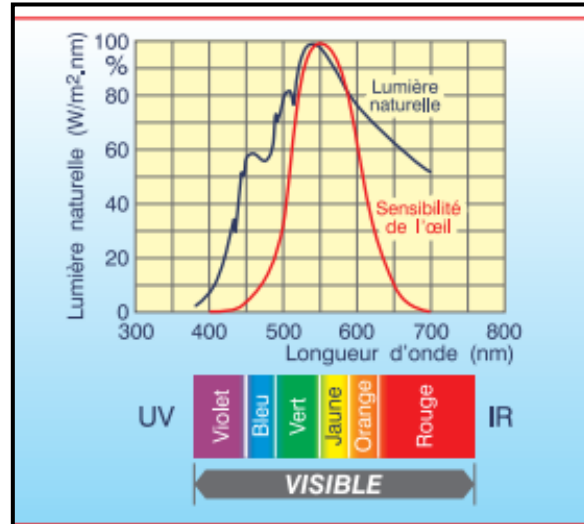


Figure8: courbe de sensibilité spectrale de l'œil humain source Traiter d'architecture et d'urbanisme édition le moniteur page 254.

La lumière diurne constitue donc l'éclairage d'ambiance par excellence.

L'éclairage naturel est plus approprié tant au niveau physiologique que psychologique mais sa variabilité nécessite un apport complémentaire d'éclairage artificiel ou, à d'autres moments, l'utilisation d'occultation temporaires.

L'éclairage artificiel doit donc être considéré comme le complément de la lumière naturelle et s'accorder autant que possible à son spectre lumineux et à ses variations grâce à un système de contrôle adéquat. Pour le confort des occupants, la source lumineuse principale doit être le soleil.

Les baies vitrées, par lesquelles la lumière naturelle pénètre, offrent le double avantage d'une communication visuelle vers l'extérieur et d'une vue au loin nécessaire au repos de l'œil après une vision rapprochée.

La vue à travers une fenêtre, même si elle n'est pas spécialement attrayante, permet de situer par rapport au monde extérieur. La possibilité de regarder à travers une fenêtre est reposante et d'autant plus. Enfin, les baies vitrées jouent un rôle esthétique indéniable puisqu'elles font participer les paysages extérieurs à l'ambiance visuelle d'un espace déterminé.

II.5. Tâches visuelles dans les chambres d'hospitalisation :

Le confort visuel est une sensation totalement subjective. Les facteurs significatifs sont, entre autres, l'âge et l'acuité visuelle. Cette sensation de confort dépend également de l'objet à percevoir, de sa taille, de son aspect, de sa couleur. La lumière éclairant l'objet est un facteur essentiel par sa quantité, sa distribution et sa qualité. En découlent l'éclairement, la luminance, le contraste, l'éblouissement et le spectre lumineux.

Les tâches visuelles auxquelles sont confrontés les malades en premier lieu et les médecins en deuxième lieu dans une chambre d'hospitalisation sont les suivantes:

- Repos totale allongé sur le lit.
- Lecture d'un livre porté.
- Prendre un repas a des différentes périodes de la journée.
- Regard prolongé vers la fenêtre ou la porte
- Visualiser la télévision
- Contrôler, consulter, et vérifier l'état du malade par le médecin.

II.6. Eléments du confort visuel dans les chambres d'hospitalisation

Les principes de mise en œuvre du confort visuel, selon l'association H.Q.E, sont les suivants (HETZEL. J.2003)

- Disposer de la lumière du jour dans les zones d'occupation situées en fond de pièce.
- Rechercher un équilibre des luminances de l'environnement lumineux extérieur.
- Eviter l'éblouissement direct et indirect.
- Accéder à des vues dégagées et agréables depuis les zones d'occupation des locaux.
- Protéger l'intimité de certains locaux.
- Faire appel à des revêtements clairs pour la décoration des locaux.
- Optimiser les parois vitrées, en terme de confort visuel, en traitant leur positionnement, dimensionnement et protection solaire.

D'une manière générale, un environnement visuel confortable, donc favorable à l'exécution d'une tâche visuelle sera obtenu par:

1. Un niveau d'éclairage suffisant.
2. Une répartition harmonieuse de la lumière.
3. L'absence d'éblouissement.
4. L'absence d'ombre gênante.
5. Un rendu de couleur correct.
6. Une teinte de lumière agréable.

Par ailleurs, la satisfaction de ces six exigences à la fois dans un même espace peut s'avérer difficile à réaliser. Des priorités sont donc à définir en fonction de la tâche visuelle à accomplir dans cet espace.

Pour le repos et les soins, les deux tâches visuelles principales effectuées dans les salles d'hospitalisation, les exigences nécessaires pour établir un confort visuel optimum sont:

1. un niveau d'éclairage suffisant.
2. une uniformité de l'éclairage.
3. l'absence d'éblouissement.

4. un rendu de couleur correct.

II.6.1. Niveau d'éclairage lumineux

Les hôpitaux , plus particulièrement les chambres d'hospitalisation , doivent bénéficier d'un niveau d'éclairage lumineux adéquat pour l'exécution des différentes tâches visuelles qui s'y accomplissent. Il permettra une bonne vision des tâches visuelles et facilitera l'accommodation rapide de l'œil pour passer de l'une à l'autre.

Selon l'Association Française de l'Eclairage, (PARIS: LUX. 1987) le choix de la valeur d'éclairage dans une chambre d'hospitalisation dépend de facteurs humains tels que l'âge des occupants et les anomalies de vision, de facteurs d'ambiance comme la couleur des parois du chambre et du mobilier, ainsi que de facteurs économiques tels que le coût de l'installation, les dépenses de fonctionnement et d'entretien..., en plus de la difficulté de la tâche visuelle.

II.6.1.1. 1Facteur humain : l'âge

L'œil change à de nombreux égards à mesure que nous vieillissons. Ces changements réduisent notre perception des détails, notre sensibilité aux contrastes, la discrimination des couleurs, et la vitesse d'adaptation et de traitement des sensations visuelles. Il faut savoir que les capacités visuelles de l'homme évoluent: elles sont optimales vers 20 ans et se dégradent ensuite lentement. (PARIS: LUX. 1987)

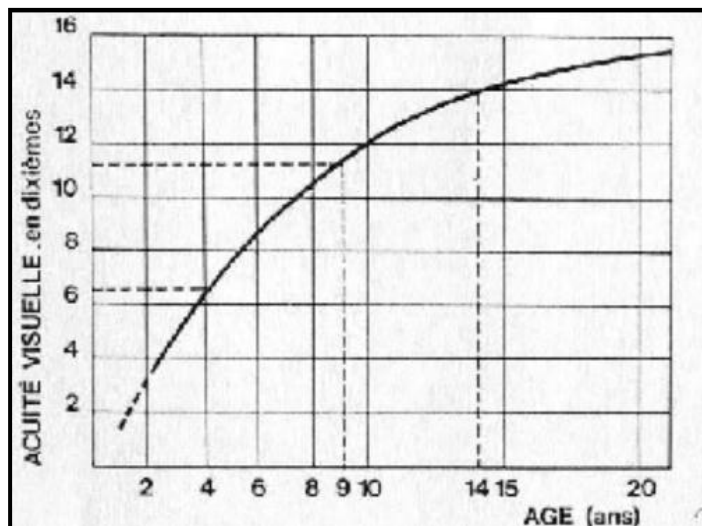


Figure9: Variation de l'acuité visuelle en fonction de l'âge Source : Source : A.F.E, association française de l'éclairage 1987.

Il faut noter également que la performance visuelle chez l'homme diminue au fur et à mesure que la difficulté de la tâche visuelle augmente, et cette dernière croît avec l'âge. Tous ces aspects nous amènent à conclure que les performances visuelles des malades en milieu hospitalier, où la difficulté des tâches visuelles ainsi que la durée d'hospitalisation sont importantes, peuvent être réduites à cause de la fatigue

visuelle. Seul un éclairage lumineux suffisant augmentera leurs performances et compensera la dégradation de la vision liée à l'âge, comme l'indique la figure 10.

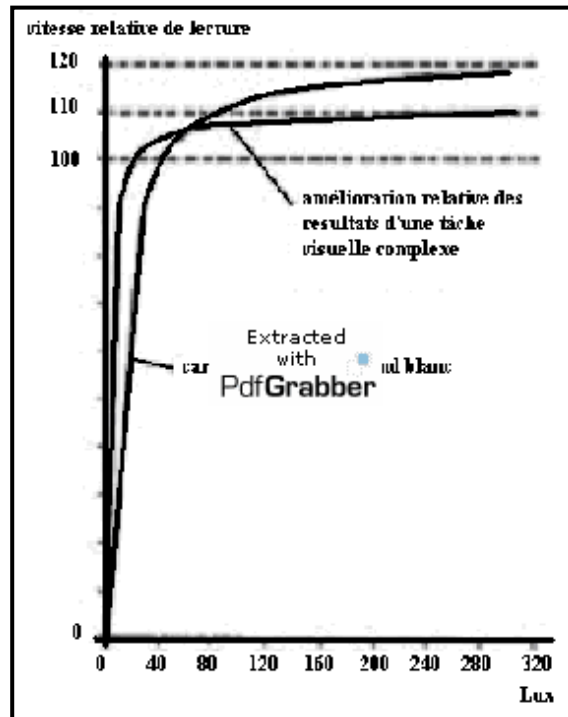


Figure10: Impact du niveau d'éclairage sur la performance visuelle d'après aumgardt .Source : B. DENOEUDE,2002-2003.

II.6.1. .2 Facteur d'ambiance (couleur des parois internes):

La luminance d'une surface mate est proportionnelle au produit de l'éclairage qu'elle reçoit par son « facteur de réflexion ».

Ainsi, pour accroître la luminance d'un local en présence de parois internes de couleur sombre, c'est-à-dire à facteur de réflexion faible, l'éclairage lumineux doit être plus important que si les parois sont de couleur claire, c'est-à-dire à facteur de réflexion élevé.

En règle générale, que ce soit en éclairage direct ou indirect, il est toujours préférable de favoriser les parois de couleur claire et mate, de manière à bien diffuser la lumière sans former de reflets brillants et à éviter un trop fort contraste avec les prises de jour et les luminaires. Quant à la couleur du plafond, elle joue un rôle peu important lorsque l'éclairage est direct.

Mais son rôle devient primordial lorsqu'il s'agit de distribuer la lumière naturelle en profondeur dans un local. En éclairage indirect (électrique ou naturel), le plafond sert de diffuseur à la lumière ; il doit donc toujours avoir le coefficient de réflexion le plus élevé.

En ce qui concerne le plancher, il est rarement complètement libre et dégagé : le mobilier y représente souvent une surface importante. La couleur du sol aura donc peu d'influence sur la qualité et la quantité de

l'éclairage. La seule recommandation est que la luminance du sol doit être inférieure à celle des plans de travail.

II.6.2.uniformité de l'éclairage

Si le niveau d'éclairement et la luminance varient dans le champ visuel, une adaptation de l'œil est nécessaire lorsque le regard se déplace. Durant ce moment, l'acuité visuelle est diminuée, entraînant des fatigues inutiles. Pour l'éviter, il faut donc respecter une certaine homogénéité dans les conditions d'éclairage.

a- Uniformité de l'éclairement:

Selon la Norme Européenne EN 12464-1: la répartition lumineuse ou l'uniformité des niveaux d'éclairement (exprimée par l'indice d'uniformité I_u) est définie comme étant « le rapport entre l'éclairement minimum (E_{min}) et l'éclairement moyen (E_{moy}) observé dans la zone de travail ».(DE HERDE, ANDRE ET AL)

$$I_u = E_{min} / E_{moy}$$

Un éclairage uniforme dans une chambre d'hospitalisation est nécessaire pour éviter d'incessantes et fatigantes adaptations des yeux et pour garantir une qualité d'éclairage semblable, quel que soit l'endroit où se trouve le malade.

b- Uniformité de la luminance

En ce qui concerne l'uniformité de la luminance, elle dépend de la répartition des sources lumineuses et de la réflexion des parois. Elle est d'autant meilleure que les réflexions de chaque paroi sont élevées et uniformément réparties (couleurs uniformes).

II.6.3.Eblouissement:

La source principale d'éblouissement dans un local éclairé naturellement est la fenêtre. Bien que considéré comme un "paramètre de confort", l'éblouissement est essentiellement un élément d'inconfort; il est une source importante de gêne pour l'œil humain, qui peut occasionner une perte momentanée ou durable de tout ou partie de la vision. Il correspond aux «conditions de vision dans lesquelles on éprouve une gêne ou une réduction de l'aptitude à distinguer de petits objets, par suite d'une répartition défavorable des luminances ou d'un contraste excessif situé dans le champ visuel» (VOCABULAIRE DE L'ÉCLAIRAGE 2003)

L'éblouissement est un phénomène difficile à évaluer précisément, bien qu'on puisse le faire à partir de l'analyse des diverses luminances présentes dans le champ visuel.

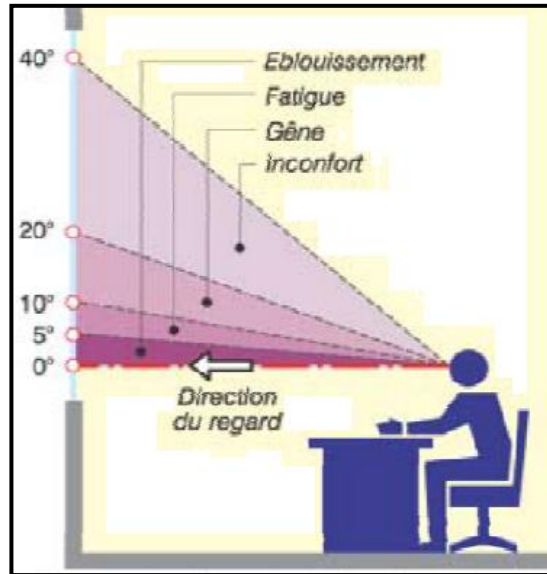


Figure11: Les différentes appréciations de l'observateur suivant l'angle du regard en présence d'une source lumineuse de haute luminance. Source: (Bodart et Deneyer, 2003).

Dans la conception architecturale, l'éblouissement par adaptation est le plus fréquent. Il se produit quand l'œil doit s'adapter sans cesse à un champ de luminances très hétérogène, avec des extrêmes qui sont hors de la capacité d'adaptation visuelle, et qui de ce fait ne peuvent être visualisés.

II.6.4.Types d'éblouissement:

Plusieurs auteurs trouvent que l'éblouissement constitue l'un des principaux problèmes liés à l'utilisation de la lumière naturelle pour éclairer un espace. Ainsi, selon son effet sur l'utilisateur ils définissent deux principaux types d'éblouissement qui soit un éblouissement d'inconfort (psychologique) ou un éblouissement incapacitant (physiologique).

II.6.4.1. L'éblouissement d'inconfort « gênant » ou éblouissement psychologique:

C'est une sensation de distraction ou de douleur causée par la vue en permanence des sources lumineuses intenses et/ou réparties non uniformément dans le champ de vision. L'œil est sollicité alors que la tâche à effectuer requiert une concentration visuelle; c'est-à-dire la présence des luminances trop contrastées dans le champ de vision de l'observateur qui provoquent simultanément l'ouverture et la fermeture de la pupille.

L'éblouissement d'inconfort peut créer de l'inconfort comme il est ressenti comme gênant et désagréable, sans qu'il produise une diminution mesurable de la perception visuelle, c'est-à-dire il procure une gêne de la vision sans pour autant empêcher la vue de certains objets ou détails; sans perte de visibilité. Il est fréquent à l'intérieur dont il est difficilement décelable. Il peut avoir des conséquences néfastes en ce qui concerne le bien-être général, le rendement, la sécurité au travail, la capacité de se concentrer et la fatigue notamment la fatigue visuelle parfois accompagnée de maux de tête. Si le rayon arrive sur un autre point de la rétine, on parle d'éblouissement indirect. Qui peut perturber la vision, mais sans la rendre impossible.

II.6.4.2. L'éblouissement d'incapacité « invalidant ou perturbateur » ou éblouissement hysiologique:

C'est un éblouissement qui trouble la vision et diminue mesurablement la visibilité et la perception visuelle et parfois il ne permet pratiquement aucune vision. La visibilité et la performance visuelle sont affectées.

L'éblouissement incapacitant aussi appelé direct en arrivant directement sur la fovéa, provoqué par des luminaires, des surfaces lumineuses telles que fenêtres, jours zénithaux, etc. Il est provoqué par la vue d'une luminance très élevée pendant un temps très court Celui-ci peut, juste après l'éblouissement, empêcher la vision de certains objets sans pour autant créer de l'inconfort. L'éblouissement direct est provoqué par la luminance excessive propre aux sources lumineuses (lampes, luminaires, fenêtres)

II.6. 5.Eblouissement et éclairage naturel:

En éclairage naturel, l'éblouissement peut être provoqué soit par la vue directe du soleil, soit par une luminance excessive du ciel vu par les fenêtres (éblouissement direct), ou bien par des parois très réfléchissantes (éblouissement indirect) qui provoquent des contrastes trop élevés par rapport aux surfaces avoisinantes.

Il faut savoir que l'éblouissement d'inconfort produit par la vue d'un ciel brillant à travers une ouverture suit un modèle d'évaluation différent de celui produit par des sources d'éclairage électrique relativement petites. En effet, en éclairage naturel, l'augmentation de la surface apparente de l'ouverture ou de l'angle sous tendu par celle -ci n'augmente pas la sensation d'éblouissement, comme c'est le cas en éclairage électrique, mais au contraire. Selon (CIBSE1987), une plus grande ouverture à la lumière naturelle cause moins d'éblouissement qu'une petite, car elle augmente le niveau d'adaptation des yeux et diminue le contraste de luminance. De plus, une grande ouverture augmente la luminance des surfaces intérieures car elle permet l'admission de plus de flux lumineux vers l'intérieur.

Il a été prouvé aussi, qu'un éblouissement léger dû à des sources naturelles est mieux toléré par les occupants qu'un éblouissement causé par des sources artificielles et que des facteurs, autres que la source d'éblouissement et ses alentours, affectent le degré d'inconfort visuel, comme par exemple l'apparence de l'ouverture, le mode d'utilisation du local, l'utilisation de protections solaires et la vue sur l'extérieur. (CIBSE1987),

En effet, il a été démontré qu'une ouverture procurant une vue intéressante, est plus acceptée qu'une autre à travers laquelle on n'aperçoit principalement que le ciel. Ces facteurs impliqués dans la sensation d'inconfort, dont certains sont d'ordre psychologiques, aboutissent à une échelle d'indice d'éblouissement différente par rapport à celle de l'éclairage électrique.

II.6. 6. Contrôle de l'éblouissement:

pour éviter l'éblouissement produit par les ouvertures, il est souvent nécessaire de réduire leur luminance excessive par rapport à celle de la tâche visuelle en adoptant des systèmes appropriés, dont nous citerons ici quelques-uns :

- Concevoir une grande fenêtre moins éblouissante que plusieurs petites ou bien distribuer les ouvertures sur plusieurs murs. Ceci aura pour effet d'augmenter la luminance d'adaptation de l'environnement général ainsi que la luminance du mur de fenestration qui réduit l'inconfort en diminuant le contraste avec le ciel.
- Diminuer le contraste mur-huissier grâce à un cadre de couleur claire et mate.
- Occulter le ciel et le soleil par une protection solaire fixe ou mobile, selon l'orientation.
- Diminuer le contraste mur-fenêtre : soit en éclairant (naturellement ou artificiellement) le mur de fenestration, soit en augmentant la composante réfléchie interne de l'éclairage naturel : c'est-à-dire opter pour des réflectances élevées des surfaces internes en utilisant des couleurs claires et mates. Ou bien en augmentant la composante réfléchie externe par l'utilisation de support extérieur bas, de linteau et des montants d'ouverture de couleurs claires.
- Les supports intérieurs réfléchissants sont à proscrire car ils augmentent les risques d'éblouissement par réflexion.
- Voiler en partie le ciel : soit en assombrissant la fenêtre par un élément déflecteur, ou bien en disposant à l'extérieur des éléments moins lumineux que le ciel (atrium, cour intérieure).
- Diminuer la luminance du ciel en utilisant des verres de basse transmission.

Il ne faut cependant pas oublier de mentionner que ces moyens de contrôle de l'éblouissement, applicables aussi bien pour l'éclairage latéral que pour l'éclairage zénithal, réduisent en même temps la vue sur l'extérieur et les attributs essentiels de l'éclairage naturel.

III. réglementations relatives à l'éclairage naturel :

La réglementation en matière de techniques du bâtiment est complexe et en constante évolution et couvre tous les domaines de la construction, notamment celui de l'éclairage dont les règles, qui sont indiquées par type d'activité ou de locaux, sont censées couvrir les besoins des tâches habituelles effectuées dans ces locaux.

III.1. Objectifs de la réglementation de l'éclairage:

D'après (H. LAEDLEIN 1979), les objectifs d'une réglementation technique de l'éclairage dans le bâtiment sont les suivants :

- Assurer le confort visuel des occupants.
- Assurer la sécurité des occupants contre tous risques possibles. Cet aspect est traduit par de très nombreux textes, notamment ceux qui traitent de « l'éclairage de sécurité » des bâtiments.

- Assurer à l'occupant des conditions d'hygiène acceptables, notamment en ce qui concerne le rapport minimal de la surface des ouvertures à la surface du plancher des locaux à éclairer (indice de vitrage).
- Assure la pérennité et la durabilité de la construction et de ses installations : il s'agit d'une notion intimement liée au concept du développement durable.
- L'économie : cette exigence est relativement nouvelle et concerne surtout l'économie d'énergie.

II.2. Réglementation relative à l'éclairage des chambres d'hospitalisation :

III.2.1 pour les valeurs de l'éclairagement:

Extraits de la norme Française DIN NF en 12464-1

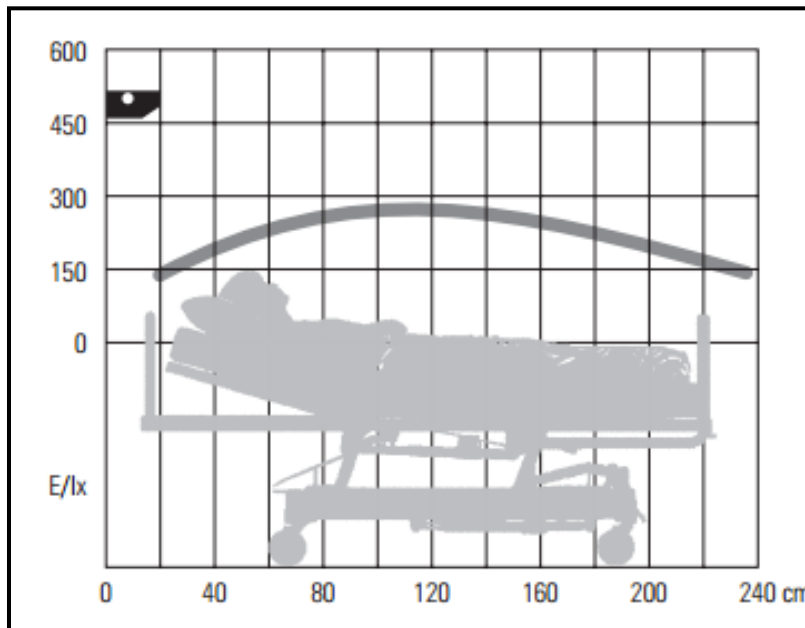


Figure12: le niveau d'éclairage recommandé dans une chambre d'hospitalisation pour un malade en position de repos. Source: étude d'éclairage pour cliniques et hopitaux2011).

Un malade en position allongée a besoin d'un niveau d'éclairage de 300lux.

L'éclairage général majoritairement indirect crée une ambiance lumineuse suffisante, homogène et équilibrée, ce qui procure une impression agréable et confortable à la chambre du malade.

Chapitre de la norme	Type de pièce, activités visuelles	Niveau d'éclairage recommandé par la norme, en lux
7.1	PIECES MULTI-FONCTIONS	
7.1.1	Salles d'attente	200
7.1.2	Entrées: de jour	200
7.1.3	Entrées: de nuit	50
7.1.4	Salles de repos de jour	200
7.2	PIECES RESERVEES AU PERSONNEL	
7.2.1	Salles de fonction	500
7.2.2	Salles de repos pour le personnel	300
7.3	CHAMBRES DE PATIENTS, POUPONNIERES POUR NOUVEAUX-NES	
7.3.1	Eclairage général	100
7.3.2	Eclairage de lecture	300
7.3.3	Eclairage d'examens de base	300
7.3.4	Examens et soins	1000
7.3.5	Veille de nuit, éclairage d'orientation	5
7.4	SALLES DE SOINS	
7.4.1	Eclairage général	500
7.4.2	Examens et soins	1000
7.6	ORL	
7.6.1	Eclairage général	300
7.6.2	Examens de l'oreille	1000
7.7	IMAGERIE MEDICALE	
7.7.1	Eclairage général	300

Figure13: Tableau extrait de la norme DIN en 12464-1 sur le niveau l'éclairage recommandé dans quelques espaces d'un hôpital. Source: étude d'éclairage pour cliniques et hôpitaux 2011).

III.2.2 pour les valeurs de FLJ facteur de lumière de jour :

Les valeurs du FLJ sont indépendantes de l'orientation des baies vitrées, de la saison et de l'heure : elles donnent ainsi une mesure de la qualité intrinsèque du bâtiment à capter la lumière naturelle. On recommande donc des valeurs de FLJ minimum de référence que doit rencontrer tout bâtiment, selon son utilisation, dans des conditions de cieux bien déterminés. Les valeurs recommandées pour le FLJ au fond des locaux sont : usines : 5 %, bureau : 2 %, salle de cours : 2 %, chambre d'hospitalisation : 5%

le tableau suivant donne des valeurs recommandées de FLJ minimum et moyenne pour les espaces éclairés naturellement et dont la lumière de jour est la source primaire de lumière durant une grande partie de la

journée et pour une grande partie de l'année ces recommandations sont données en fonction de type du bâtiment et local (CIB 1987)

Type de bâtiment	Activité	FLJ moyen (%)	FLJ minimum (%)	Endroit de la mesure
Aéroport et station de bus	Zone de réception	2	0.6	Bureaux
	Douane et zone d'immigration	2	0.6	Comptoirs et bureaux
	Zones de circulation, salons	2	0.6	Plan de travail
Salles de concert et de séminaires	Foyer, auditoire	1	0.6	Plan de travail
	Couloir	2	0.6	Sol
	Escaliers	2	0.6	Sol
Banques	Comptoirs, comptabilité, dactylographie	5	2	Bureaux
	Zones de lecture Zones publiques	2	0.6	Plan de travail
Eglises	Corps de l'église	5	1	Plan de travail
	Chaire, cœur	5	1.5	Bureau
	Autel	5	2	Table
Bureaux de dessin	Général	5	2.5	Sur les tables
L'intérieur des bâtiments en général	Hall d'entrée et zones de réception	2	0.6	Plan de travail
Hôpitaux	Réceptions et salles d'attente	2	0.6	Plan de travail
	Salles de consultation	5	1	Hauteur du chevet
	Pharmacies	5	3	Plan de travail
	Salles de lecture	5	1.5	Tables
Bibliothèques	Etagères (rayonnages)	5	1.5	Plan vertical
Musées et galeries d'art	Général	5	1	Plan de travail
Bureaux généraux	Equipement de bureautique, contrôlé manuellement	5	2	Clavier de contrôle
	Ordinateurs	5	2.5	Clavier
Ecoles	Salles de réunion	1	0.3	Plan de travail
	Salles de classe	5	2	Bureaux
	Salles de cours d'art	5	2	Chevalets
	Laboratoires	5	2	Plan de travail
	Salles des professeurs, locaux communs	5	1.5	Plan de travail
Halls de sport	Général	5	3.5	Plan de travail
Chirurgie (médicale et dentaire)	Salles d'attente	2	0.6	Plan de travail
	Salles d'opération	5	2.5	Plan de travail
	Laboratoires	5	2	Plan de travail
Piscines	Piscine	5	2	Surface de l'eau
	Espaces environnants	1	0.5	Plan de travail
Habitations	Salon et pièces à multiples activités	1.5	0.5	
	Chambres à coucher	1	0.3	
	Cuisine	2	0.6	

Figure14: Tableau des normes de flj dans les différents espaces source: pdf guide d'aide à l'interprétation et l'amélioration des résultats des mesures CSTC

III.3. Normes du confort visuel pour les établissements de santé :

L'exigence de confort visuel consiste très généralement d'une part à voir certains objets et certaines lumières (naturelles et artificielles) sans être ébloui, et d'autre part à avoir une ambiance lumineuse satisfaisante quantitativement en termes d'éclairage et d'équilibre des luminances, et qualitativement en termes de couleurs.

Dans le cadre des établissements de santé, il est important que les malades hospitalisés puissent ressentir une impression de bien-être et éprouver un certain apaisement dans des chambres offrant une vue sur le monde extérieur et baignées d'une lumière douce, mélange de lumière naturelle et de lumière artificielle. Par ailleurs, il est tout aussi important que les personnels médicaux, paramédicaux, administratifs et techniques bénéficient des conditions d'éclairage les plus adaptées à leur travail de manière à garantir une qualité optimale des services rendus dans le respect de leur propre santé et de leur sécurité.

Utilisée à bon escient, la lumière naturelle a des effets positifs, physiologiquement et psychologiquement et est recommandée par le Code du Travail. (Certivéa – 1er Juillet 2008- Référentiel pour la Qualité Environnementale des Bâtiments - "Etablissements de santé" Partie III : QEB). Afin de réaliser les conditions de confort visuel dans l'environnement intérieur des établissements de santé, il convient d'assurer :

- Un éclairage naturel optimal en terme de confort afin de profiter au mieux de la lumière naturelle; le maître d'ouvrage doit assurer un niveau d'éclairement suffisant et limiter les risques d'éblouissement produits par le soleil (direct ou indirect).
- Un éclairage artificiel satisfaisant en l'absence ou en complément de lumière naturelle. Le maître d'ouvrage cherche généralement à obtenir un niveau d'éclairement artificiel suffisant et réparti uniformément pour la tâche visuelle à accomplir (sauf cas particuliers, et contraintes liées au travail sur écran). Il cherche également à limiter les risques d'éblouissement par les luminaires et à avoir une qualité de la lumière émise satisfaisante en termes de rendu des couleurs et de couleur apparente.
- La disponibilité et l'accessibilité pour les usagers, en particulier les malades, à des dispositifs de contrôle de l'apport en lumière naturelle (stores, rideaux, etc.) et de commande de l'éclairage artificiel (interrupteurs marche-arrêt et/ou gradateurs)

IV. Conclusion:

L'environnement visuel nous procure une sensation de confort quand nous pouvons voir les objets nettement et sans fatigue dans une ambiance colorée agréable.

L'obtention d'un environnement visuel confortable dans un hôpital favorise le bien-être des occupants. Par contre, un éclairage trop faible ou trop fort, mal réparti dans l'espace ou dont le spectre lumineux est mal adapté à la sensibilité de l'œil ou à la vision des couleurs, provoque à plus ou moins longue échéance une fatigue, voire même des troubles visuels, accompagnés d'une sensation d'inconfort et d'une performance visuelle réduite.

Le confort visuel dépend d'une combinaison de paramètres physiques : l'éclairement, la luminance, le contraste, l'éblouissement auxquels s'ajoutent des caractéristiques propres à l'environnement et à la tâche visuelle à accomplir, comme la taille des éléments à observer et le temps disponible pour la vision. Le

Confort du patient et réglementations relatives à l'éclairage dans les chambres d'hospitalisation

confort visuel relève, en outre, de facteurs physiologiques et psychologiques liés à l'individu tels que son âge, son acuité visuelle ou la possibilité de regarder à l'extérieur.

A part les notions du le confort visuel des patients on a pu aussi a travers ce chapitre de déterminer les différents objectifs ainsi que les différentes sources de la réglementation technique de l'éclairage dans les hôpitaux. et de rassembler les différentes règles spécifiques à l'éclairage des chambres d'hospitalisation (norme 300lux pour l'éclairage et 5% pour le FLJ) qui serviront de base à notre évaluation du dispositif d'éclairage naturel dans les chambres d'hospitalisation de l'hôpital de Laghouat.

Chapitre 3 :

Présentation et description de l'environnement d'étude

I. Introduction:

En s'évertuant d'épouser harmonieusement son environnement, la construction architecturale façonne par elle-même un microcosme inhérent à ses qualités essentielles ; les paramètres environnementaux influent ainsi la conception et la qualité intérieure de l'espace occupé, la forme bâtie est dans cette optique la résultante d'une nuée de paramètres dont la dimension climatique occupe une place des plus prépondérantes; pour cela, l'étude du milieu supportant l'équipement objet de l'étude demeure indispensable. Alors Concernant ce présent chapitre, son objectif sera d'abord d'identifier l'environnement lumineux spécifique qui domine. Après cette description, nous insisterons sur la description des caractéristiques générales et particulières d'hôpital choisi. Il existe une forte corrélation entre l'environnement lumineux et l'éclairage naturel intérieur d'une même région et l'éclairage intérieur d'un bâtiment qui y'est implanté.

II. Les caractéristiques climatiques de la zone d'étude

II.1- La situation géographique et astronomique de la zone d'étude :

La ville de Laghouat est située au piedmont de l'Atlas Saharien à une altitude moyenne de 750 mètres à l'intersection de deux axes structurants la RN1 et la RN23. Elle est défini par les coordonnées (latitude +33.46N et longitude +2.56 E) (H.BENCHIKH 2007) Le relief de la région est en général plat à pente moyenne et faible de 0,1% à 4 %.

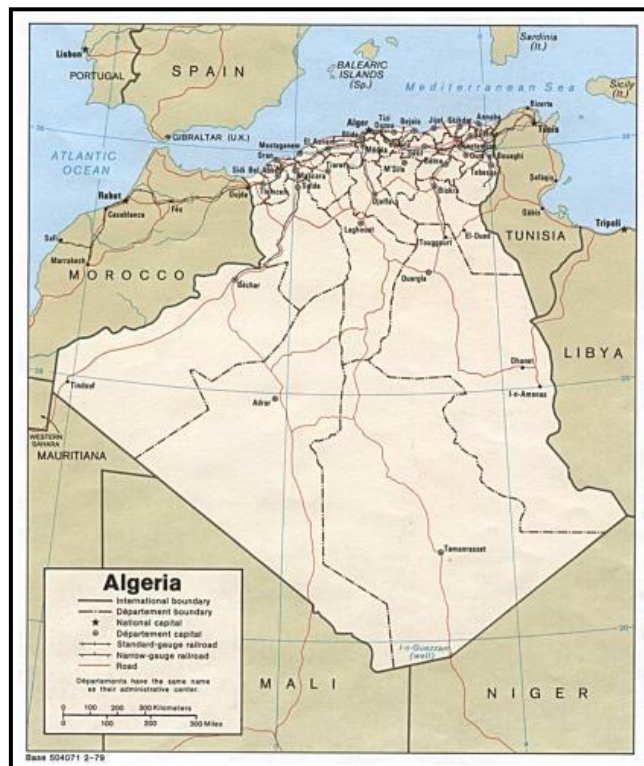


Figure15: carte d'Algérie pour démontrer la Situation géographique de la ville de Laghouat source: <http://www.vmapas.com>

II.2- Les conditions climatiques:

Sur le territoire algérien quatre zones climatiques sont distinguées (A.B.C et D). La zone concernée par notre étude se trouve dans la zone D appelée la zone pré Sahara et Sahara (Mazouz. S. 2004).

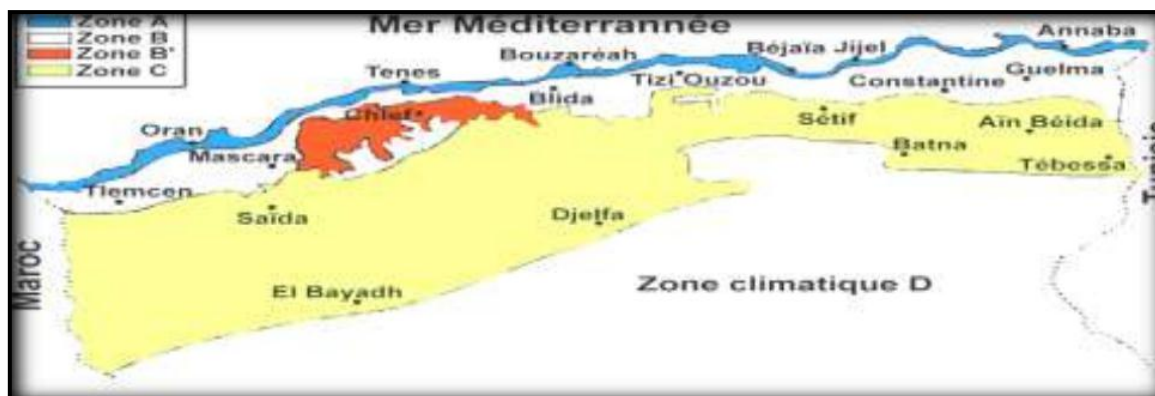


Figure16: carte de découpage des zones climatiques source : www.mem-algeria.org

Zone D : pré Sahara et Sahara	
Variations saisonnières	02 saisons, chaude et froide
Températures	T° Moy.Max : 45° et entre 20-30° en hiver variation saisonnière de 20°. L'effet de la latitude les hivers deviennent de plus en plus froids
Précipitations	Pluies rares, torrentielles par moments
humidité	Humidité réduite entre moins de 20% après midi à plus de 40% la nuit
Conditions célestes et rayonnements	Ciel clair pour une grande partie de l'année, rayonnement solaire intense augmenté par les rayons réfléchis par le sol
Végétations	Extrêmement clairsemées
Vents	Généralement locaux, les vents de sable et les tempêtes sont fréquents observé généralement pendant les après midi.

Figure17: Extrait des caractéristiques de la zone D Source : (Mazouz. S. 2004).

La situation de la ville de Laghouat entre deux zones à climats distincts, la nature géomorphologique de la zone et le caractère semi désertique ont confié à la ville de Laghouat un climat rigoureux. Son climat est caractérisé par :

- un été très chaud d'une température moyenne de 37°5 et un Hivers froid d'une température moyenne de 4c° L'aridité s'accroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne en direction du sud.

La ville de Laghouat est classée dans la zone où les précipitations ne dépassent pas les 111.5 mm, le mois le plus arrosé est avril avec 28.1 mm et le mois le plus sec est Juillet avec 5mm.

La région est soumise à des conditions climatiques de type saharien se caractérisant par de fortes amplitudes entre l'hiver et l'été, le maxima de température avoisine 42 °en période estivale, l'hiver est très rigoureux, la température descend jusqu'à -6 C°.

Les vents dominants sont de direction Ouest, le SIRICCO souffle 65 -70 jours par an à partir de mois de Mai et cause de graves préjudices aux cultures, il est fréquent du côté Nord et Ouest, généralement en

Juillet sur les hautes terres du Nord et de l'Ouest, Ainsi que dans les mois de Juin et Juillet sur les basses terres (K.BENARFA 2007)

Le chehili venant du Sud provoque certaines dégât tel que les dessèchements. Ces vents sont souvent violents et leur vitesse varie de 15 à 30 m/s soit 58 à 108 Km/h et de direction Sud-ouest fréquence 687 heures/mois. Ce sont des vents fréquents et cycliques : le Sahraoui vient du Nord -Ouest /Sud-est au printemps, tandis que le Bahri de direction Est Ouest se manifeste d'Août à Octobre, a partir de Septembre, le vent de l'Est (Bahri) chargé d'humidité favorise le rafraichissement de la ville. (K.BENARFA 2007)

II.3- Les conditions solaires :

En Algérie, les stations météorologiques procurent les indices de nébulosité totale en (octas), la durée d'ensoleillement en (Heure) et les irradiances solaires globales en (Wh /m²), mais elles ne mesurent pas les éclaircissements lumineux. C'est pour cette raison que les différents climats lumineux existants à travers le pays n'ont pas pu être définis sur la base de mesures réelles.

De ce fait, dans sa thèse de Doctorat, (N. ZEMMOURI2005) a proposé un zoning lumineux propre à l'Algérie (Figure17) basé sur le calcul par simulation numérique des éclaircissements lumineux horizontaux à l'aide du logiciel « Matlight », ainsi que sur la base de données de la NASA.

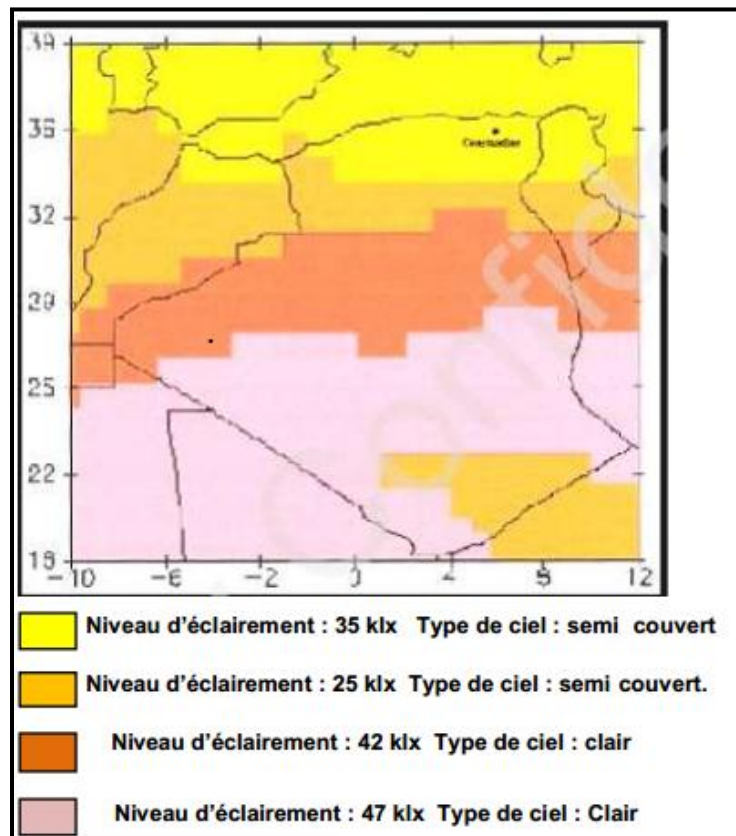


Figure18: Zoning de la disponibilité de la lumière naturelle en Algérie. Source (Zemmouri , N ;1987)

1. la première zone, située entre la latitude 34° - 36° , est caractérisée par un éclairement lumineux horizontal moyen égal à 35 Kilo lux et la dominance du ciel partiellement couvert.
2. la deuxième zone, qui englobe une bande étroite située entre la latitude 31° - 34° ainsi que la région du Hoggar, est caractérisée par un éclairement lumineux horizontal moyen égal à 25 Kilo lux et la dominance du ciel partiellement couvert.
3. la troisième zone, située au nord du Sahara entre la latitude 27° - 31° , est caractérisée par un éclairement lumineux horizontal moyen égal à 42 Kilo lux et la dominance du ciel clair.
4. la quatrième zone, qui concerne la moitié du territoire algérien située au sud du Sahara entre la latitude 18° - 27° , est caractérisée par un éclairement lumineux horizontal moyen égal à 47 Kilo lux et la dominance du ciel clair.

II.4. La notion d'aridité :

L'aridité ne se limite pas aux zones désertiques classiques a climat chaud et sec ,mais intègre aussi des régions ayant des précipitations rares ou irrégulières.

Pour classer un climat selon le critère d'aridité ED Martonne a mit en place une relation permettant de calculer l'indice d'aridité : $I = P/T+10$ (P:précipitations de l'année, température moyenne annuelle)

I=0 zone hyper aride

I=5 zone aride désertique

I=10 zone semi aride

I=20 zone semi humide

I=30 zone humide

I=55 zone hyper humide

pour notre cas d'étude et selon les données de la station météo de Laghouat l'indice d'aridité est:

$$I=168/47.5 = 3.53$$

Ainsi la valeur trouvée permet de confirmer l'aridité du climat pour le cas de la ville de Laghouat .

II.5. Le type de ciel:

Laghouat se caractérise par un ciel clair régnant pendant presque toute l'année.Cependant les jours nuageux sont rares, la figure 3.5 fournit une vue claire sur la portion de chaque condition du ciel. Le soleil dominant a un impact majeur sur le climat surtout, avec ses aspects thermiques énergétiques et lumineux. Selon les données, la portion des jours nuageux est d'environ 5.91% de l'année entière et les jours ensoleillés constituent une portion d'environ 76.91%.

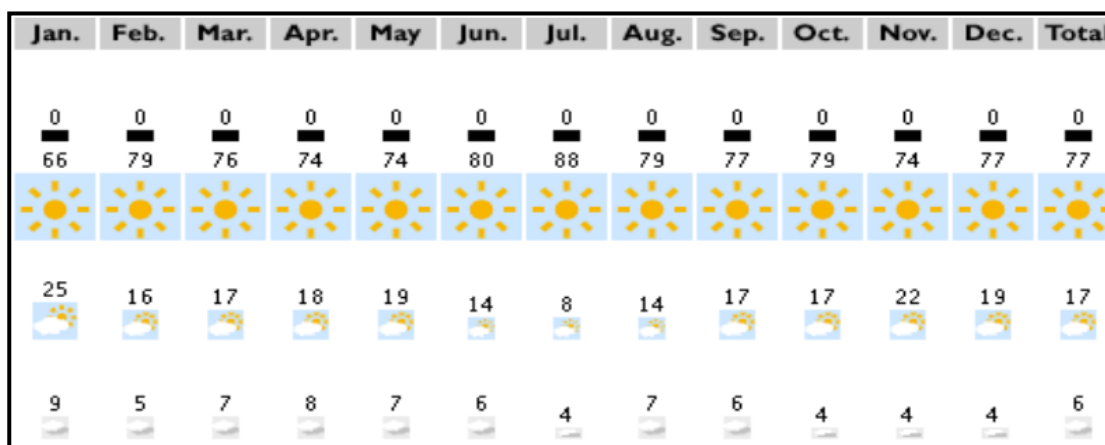


Figure19: fréquence des ciels ensoleillés, intermédiaires et nuageux. Source : www.satel-light.com

III. Présentation de cas d'étude: l'hôpital Hmida Ben Aidjila

Pour le cas d'étude, nous avons choisi le seul hôpital général de la ville de Laghouat (hôpital 120lits) sachant qu'un autre 240lits est au cours de construction .

L'établissement sanitaire autorisé pour l'étude située dans la partie nord de la ville domine sur la RN1 construit de 1983-1986 de type préfabriqué dans le cadre de la politique algérienne des équipements sanitaires dans les années 80 un hôpital sensé d'accueillir une très grande masse de population (ville et ses environs) de différentes catégories d'âge .Un choix dument motivé par la singularité de l'équipement ainsi que les taches qui s'y déroulent (soins ou hospitalisation) et qui nécessitent une étude particulière sur les conditions d'éclairage dans les espaces choisis.

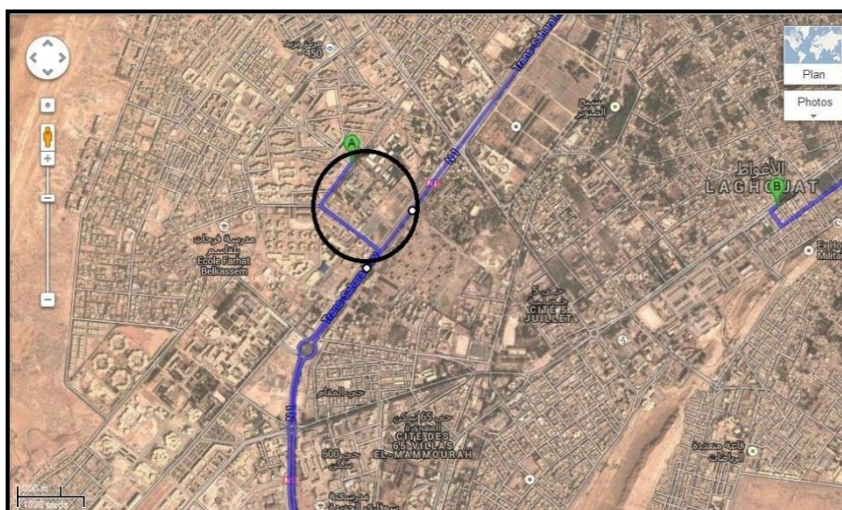


Photo 1: situation de l'hôpital 120 lits par rapport a la ville de Laghouat.source: www.google.fr/earth.

III.1Caractéristiques générales de l'hôpital

L'hôpital choisi est de type fragmenté composé de plusieurs blocs :

- 1- Bloc d'urgence en R+3
- 2- Bloc d'accueil et orientation en R+1
- 3- Bloc d'administration et de finance en R.D.C

- 4- Bloc réanimation en RDC, orthopédie femme R+1, et médecine hommes en R+2
- 5- Bloc Chirurgie homme en RDC, pédiatrie, R+1 et pneumologie en R+2
- 6- Bloc gastrologie en RDC, et cancérologie en R+1 orthopédie homme en R+2
- 7- Bloc Restauration et maintenance, entretien en R+2



Photo 2: Vue aérienne par satellite de l'hôpital Hmida Ben Adjila source: [ww.google.fr/earth](http://www.google.fr/earth).

-Les blocs constituant le projet ont une configuration oblongue, très simple issue de l'architecture des barres de style hôpital pavillonnaire.

-L'organisation qui domine dans la majorité des services c'est l'organisation linéaire vu la nature de la fonction principale de l'équipement.

III.2. Caractéristiques générales des services choisis dans l'hôpital:

Pour l'étude d'éclairage les services choisis sont tous des services d'hospitalisation, se situent dans le même niveau R+2 médecine hommes, pneumologie, orthopédie homme. et qui sont de même type cloisonné suivant une organisation linéaire ou le couloir étant le seul espace de distribution, les chambres d'hospitalisations partagent une orientation majeure sud-est.

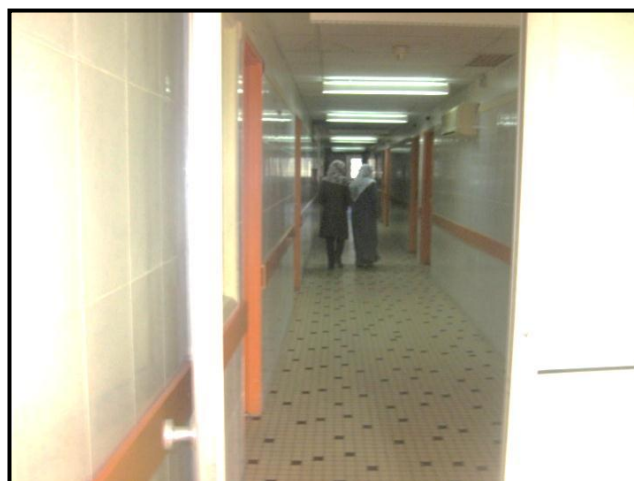


Photo 3: Vue sur l'un des couloirs des chambres d'hospitalisation source: auteur

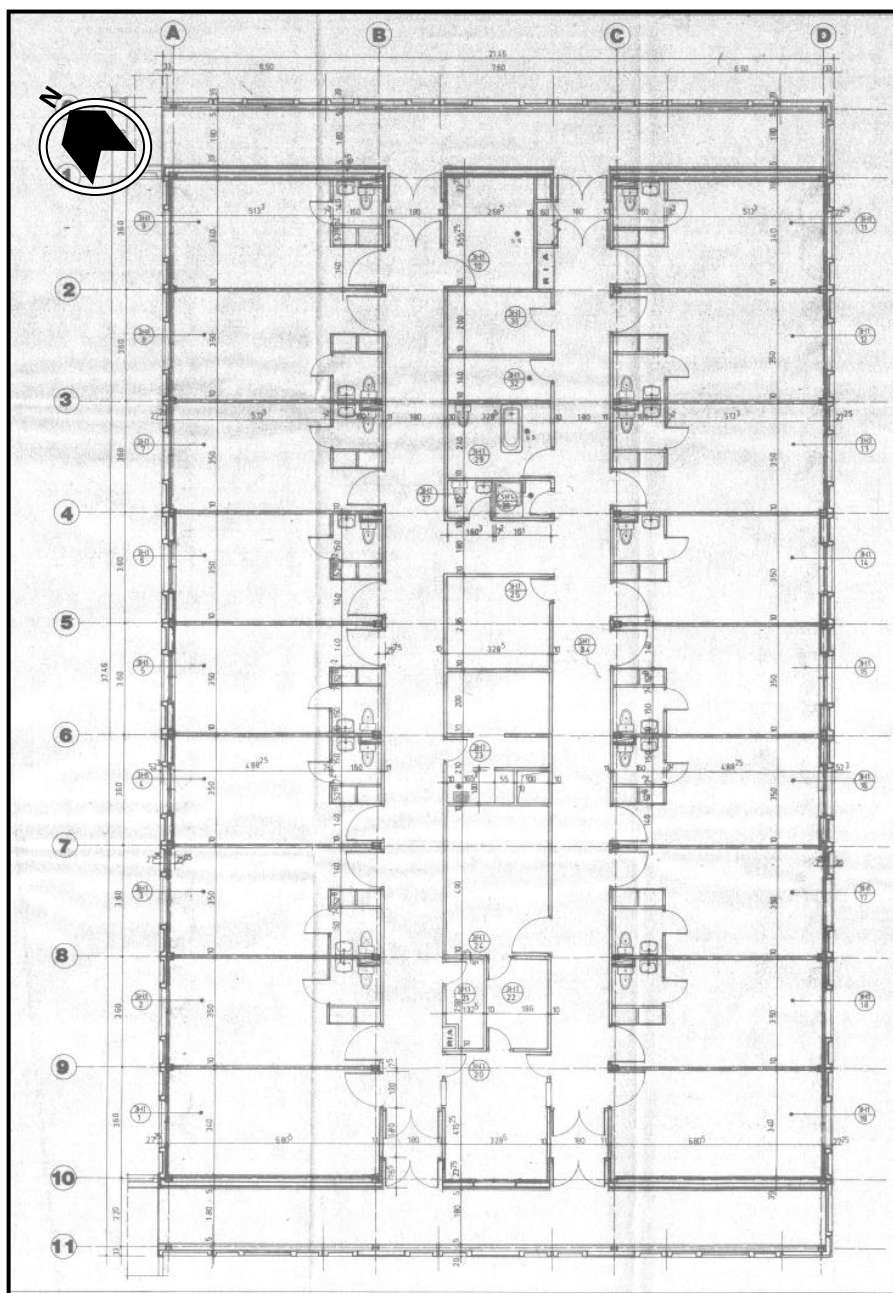


Figure20: Plan type scanné par l'auteur de service d'orthopédie, médecine hommes, pneumologie de l'hôpital Hmida Ben Adjila source: service d'archive direction de la santé de la ville de Laghouat

III.3. Caractéristiques générales des chambres d'hospitalisations choisies :

Chaque service se compose de 18 chambres d'hospitalisation, et d'une capacité de 02 malades par chambre. Le mode d'occupation est le même pour toute les chambres a savoir une occupation de 24heures.

Les chambres d'hospitalisation choisies pour les trois services se situent au milieu de la rangé et elles sont dans le même alignement et elles aussi ont la même orientation sud-est

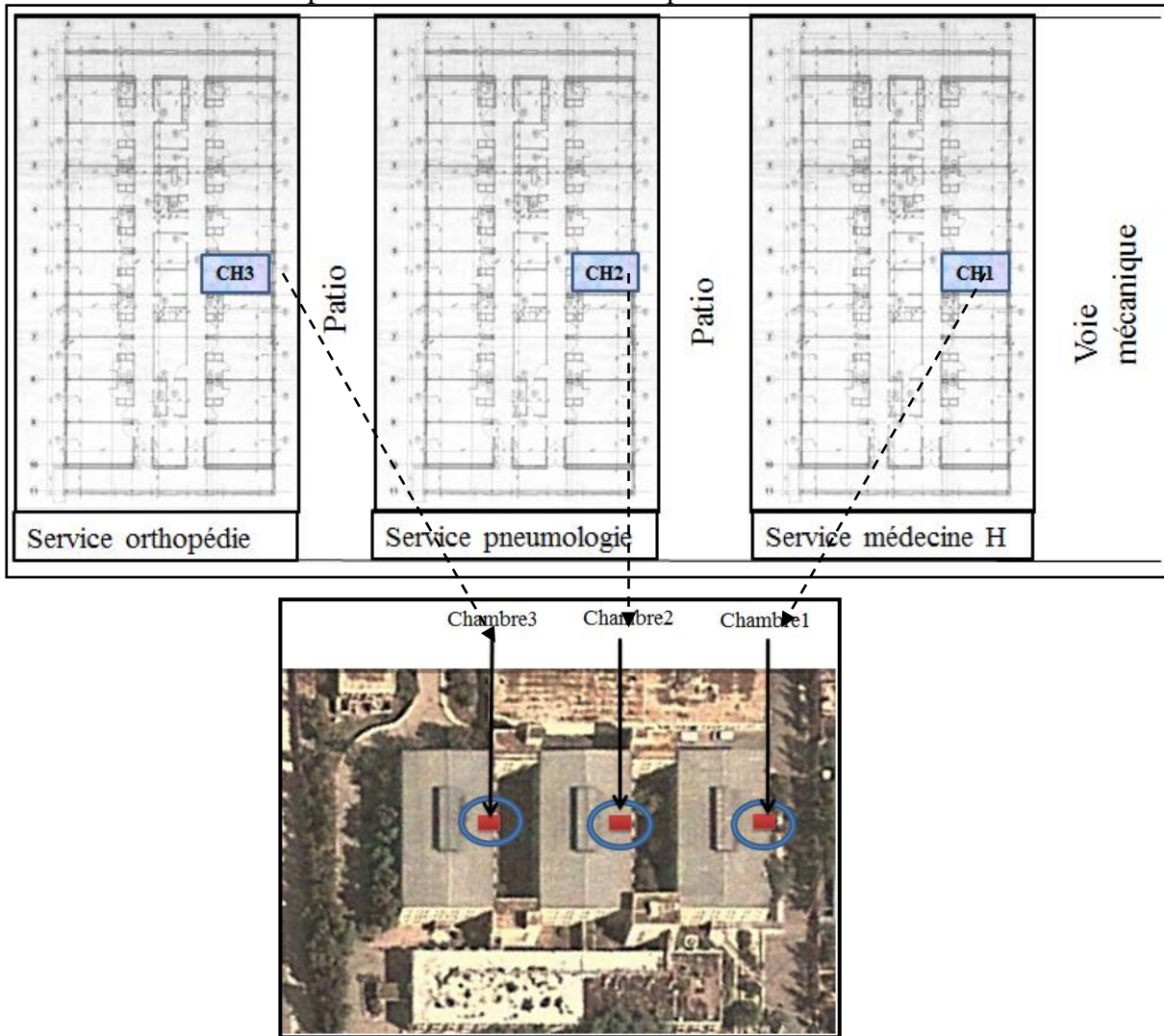


Figure21: Schéma général sur le choix des chambres d'hospitalisations dans les différents services source: Google earth arrangé par l'auteur

III. 4. Description et géométrie des façades

Les façades de la partie des blocs d'hospitalisation se caractérisent par un style architectural adapté à la région. A travers l'usage des protections solaires en forme de brises soleils horizontaux et verticaux au tour des fenêtres des chambres d'hospitalisation (en haut et de part et d'autre). de 1.4 m x 0.3m et d'une épaisseur de 12cm.

Photo4: vue sur les façades des chambres d'hospitalisation source: auteur



III.5. Description et géométrie des chambres d'hospitalisations choisies :

Les trois chambres d'hospitalisations choisies sont identiques dans tous les paramètres géométriques et architecturaux, seule différence c'est que la fenêtre de la première chambre s'ouvre sur une voie mécanique et une rangée d'arbre, les deux autres chambres ont des fenêtres qui s'ouvrent sur des patios intérieurs pas totalement identiques figure22.



Figure22:vue de profile sur les chambres d'hospitalisations dans, les différents services source: Auteur

L'aménagement des trois chambres d'hospitalisation choisies est identique, des meubles standards constitués d'un lit en et de tables malades en plastique Les couleurs utilisées généralement dans ces chambres sont :

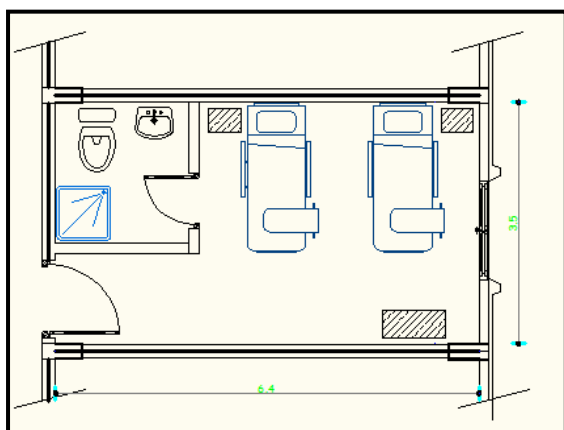
- Les murs en jaune grisâtre, en blanc.
- Le plafond est toujours de couleur blanche.
- Le sol pavé de carrelage souvent de couleur marron claire.
- Les lits et les tables de nuit pour malades en couleur blanche



Photo5: vue sur l'une des chambres d'hospitalisation source: auteur

Pour chaque chambre:

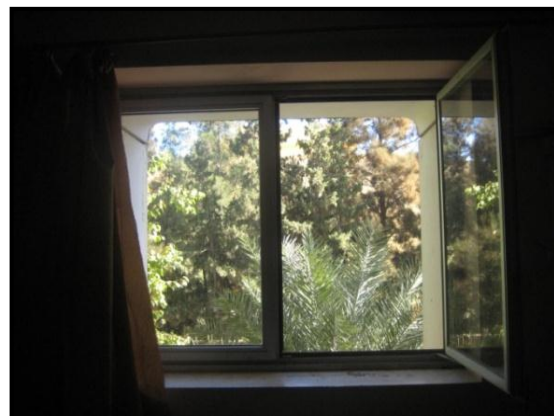
- Orientation : sud-est
- Forme : rectangulaire
- Dimensions : 6.4m x 3.5m
- Nombres de fenêtres: 01
- Type de menuiserie porte : bois
- Hauteur sous plafond : 3.06m

**Figure 23: Plan de la chambre d'hospitalisation**

source: Auteur

Pour l'ouverture : a l'aide d'un instrument de mesure en place on a obtenu

- Dimension: 1.5m x 1.1m
- Type : fenêtre de 2 volets s'ouvre vers l'intérieur
- Matériaux : cadre en aluminium et vitrage simple
- Forme: rectangulaire
- Positionnement dans l'espace : au milieu de mur

**Photo6: vue sur une des fenêtres des chambres d'hospitalisation (chambre01) source: Auteur****III.6. Aperçu préliminaire sur les conditions d'éclairage dans les chambres d'hospitalisation :**

La partie d'hospitalisation dans les différents services et dote par des couloirs aux milieux qui séparent deux lignes de chambres d'hospitalisation, pour savoir une idée préliminaire sur les conditions d'éclairage nous avons soulevé les points suivants:

- Géométrie des chambres d'hospitalisation et orientation.
- Surfaces et position des fenêtres et le rapport surface vitrée/surface plancher.
- Couleur des parois intérieures,-Solutions adoptées.

Dans le tableau ci-dessous, nous avons récapitulé les données essentielles concernant les chambres d'hospitalisation:

Chambres	Désignation	Dimensions	Hauteur	Orientation	Type d'éclairage
	Chambre01	6.4m x 3.5m	3.06 m	sud-est	Unilatéral
	Chambre02	6.4m x 3.5m	3.06 m	sud-est	Unilatéral
	Chambre03	6.4m x 3.5m	3.06 m	sud-est	Unilatéral
	Désignation	Rapport Vit/sur	Peinture	Fenêtre	Dominance
	Chambre01	1/10	Claire	1.5mx 1.1m	Sur une voie
	Chambre02	1/10	Claire	1.5mx 1.1m	Sur un patio1
Chambre03	1/10	Claire	1.5mx 1.1m	Sur un patio2	

Tableau01 : données techniques des chambres d'hospitalisation source: auteur

- La surface des chambres est identique par rapport aux normes nationales ainsi que la hauteur.
- L'orientation sud-est est une orientation recommandée pour ce genre d'espace.
- Le type d'éclairage unilatéral est adéquat avec le climat local, et a la nature de l'espace.
- Le rapport 1/10 de la surface vitrée par rapport à la surface générale de la chambre et inférieur par rapport à la réglementation relative à l'éclairage naturel qui recommande les rapports de 1/6 et 1/8.
- Malgré que la surface vitrée est inférieure aux normes on a remarqué le recours à une occultation par rideaux qui demeure une solution pour les malades, afin d'éviter la pénétration directe des rayons lumineux.

IV .Conclusion:

La ville de Laghouat, positionnée dans les moyennes latitudes, c'est une ville représentative des zones à climat aride en Algérie, elle bénéficie d'un potentiel considérable en lumière naturelle qui devrait être exploité d'une manière optimum tout en favorisant l'économie d'énergie. Ce potentiel se traduit essentiellement par l'importance du rayonnement solaire direct, mais qui peut être également à l'origine d'inconfort visuel et thermique. Pour ce qui est des conditions de nébulosité dans la région, il apparaît clairement que le ciel clair est le plus fréquent à travers les saisons mais aussi le plus stable.

En l'absence de recherches scientifiques sur le thème de l'architecture des espaces d'hospitalisation dans le contexte envisagé, notre étude vise justement l'étude de l'impact de l'éclairage naturel sur le confort visuel en relation avec l'utilisateur qui est le malade.

Sur le plan éclairage naturel, l'hôpital de Laghouat, de type préfabriqué, est doté de chambres standards avec des fenêtres rectangulaires et donc un éclairage unilatéral. Et trois chambres d'hospitalisation furent prises comme échantillon pour cette recherche.

Compte tenu des spécificités du climat de la région, et afin d'évaluer le confort visuel, des patients nous avons eu recours à la méthodologie mentionnée dans le chapitre suivant.

Chapitre 4 :

Evaluation post-occupationnelle des chambres d'hospitalisation

I. Introduction:

Le POE constitue l'étape finale d'un processus cyclique de conception « scientifique » du bâtiment. A partir de l'expérience des occupants, La POE permet de s'assurer que le bâtiment et les systèmes de contrôle environnemental (SCE) répondent aux besoins des usagers et d'alimenter la phase de conception pour de futures constructions La flexibilité des SCE est essentielle pour ajuster l'environnement en fonction des résultats d'une POE. (SILVESTRE, J., 2009).

Selon M. ANGERS, une méthode d'enquête est « un ensemble organisé d'opérations en vue d'atteindre un objectif ».(ANGERS, MAURICE.1997) Le concept « méthode » peut se rapporter à une façon d'envisager et d'organiser la recherche ; il dicte ainsi une manière de concevoir et de planifier son travail sur un objet d'étude en particulier.

Dans notre recherche, et afin d'atteindre notre objectif principal qui consiste à évaluer quantitativement et qualitativement le système d'éclairage naturel dans les chambres d'hospitalisation de l'hôpital de Laghouat nous avons eu recours à l'usage de deux différentes techniques d'investigation : le questionnaire et les mesures . Cette démarche est plus connue par « l'évaluation post-occupation de l'éclairage naturel des lieux » (Post Occupancy Evaluation). Ces évaluations seront présentées par des chiffres, des graphes et des photos et commentaires par l'auteur.

II L'évaluation post occupation (P.O.E)

II.1. Définitions de l'évaluation post occupation (P.O.E):

Selon (BAKER. N et STEEMERS. K. 2002), le terme « Post Occupancy Evaluation » est utilisé pour désigner les études qui emploient une large variété de méthodes pour collecter des informations sur l'usage d'un bâtiment par ses occupants et sur sa performance environnementale.

De son côté, A. BELAKEHAL et al. a définit la POE comme étant « une méthode largement utilisée pour évaluer la qualité de l'éclairage naturel à l'intérieur de bâtiments.

Elle consiste généralement en un questionnaire complété par plusieurs mesures physiques (luminance et niveaux d'éclairement) aussi bien que par des observations (arrangement du mobilier, fenêtre et caractéristiques spatiaux)(A. BELAKEHAL 2010)

II.2.Objectifs de l'évaluation post occupation:

Les études P.O.E sont effectuées dans les bâtiments une fois qu'ils ont été occupés et utilisés. Les objectifs de cette évaluation peuvent être très diversifiés :

1-Rendre compte de la qualité: l'évaluation post occupation des lieux est un instrument inestimable pour déterminer la qualité d'un bâtiment.

2. Rénover des édifices existants: l'évaluation post occupation des lieux est un outil important pour planifier la rénovation d'édifices existants. L'évaluation permet de clarifier les points forts et les faiblesses tels qu'ils sont perçus par les usagers, de sorte à orienter les ressources vers les secteurs où elles

sont vraiment nécessaires. Elle s'avère également utile au moment d'identifier comment des ajustements au design d'un bâtiment sont nécessaires pour appuyer des pratiques, des législations, des marchés ou des tendances sociales en changement.

3. Mettre au point de nouvelles constructions: en effet, comprendre comment des bâtiments peuvent faciliter ou au contraire gêner les activités qui s'y déroulent, permet d'en affiner le design et d'ajuster les pratiques de gestion.

4. Améliorer le design de futures constructions: comprendre comment des édifices similaires opèrent une fois en usage, permet lors du design de nouvelles installations d'éviter les mêmes erreurs et d'en capitaliser les aspects positifs.

5. Réduire les coûts: l'évaluation post occupation des lieux identifie les façons de réduire les coûts et d'accroître l'efficacité de l'utilisation des bâtiments et des équipements. Des éléments dysfonctionnels ou peu utilisés peuvent ainsi être éliminés ou remplacés.

6. Améliorer les relations avec les usagers: l'évaluation post occupation des lieux permet d'impliquer les usagers d'un bâtiment en leur demandant comment, de leurs points de vue, celui-ci fonctionne. Une telle participation favorise leur plus grande adhésion aux solutions et une plus grande acceptation des défauts et des faiblesses des bâtiments.

II.3.Types d'évaluation post occupation utilisés dans l'étude:

Les études P.O.E peuvent être classées selon les différentes méthodologies utilisées que les auteurs ont répertoriées comme suit :

1. Les observations objectives de l'environnement physique.et du comportement des occupants d'un édifice.

2. Les appréciations subjectives des occupants.

-Les appréciations subjectives des usagers, les techniques utilisées pour collecter ce type d'informations sont soit le « questionnaire », ou bien « l'interview » qui peut compléter le questionnaire en permettant aux occupants de développer leurs réponses. Ces réponses peuvent alors être évaluées et indiquer par ailleurs les aspects positifs et/ou négatifs de la performance

environnementale du bâtiment. Mais afin de réduire la subjectivité de ce type d'étude et d'obtenir des résultats statistiquement significatifs, le chercheur doit inclure un nombre important d'occupants ou bien un groupe constant de personnes qui répondra aux questions posées par le chercheur.

- Les observations objectives sont faites par le chercheur en personne. Pour les observations objectives de l'environnement physique, les données sont obtenues par le contrôle des paramètres environnementaux, et ce en utilisant l'instrumentation technique. Par contre, celles liées au comportement des occupants, elles peuvent être soit décrites grâce à l'observation visuelle directe, soit quantifiées à l'aide d'instrumentation technique.

III. Evaluation subjective de l'éclairage naturel dans les chambres d'hospitalisation (méthode de questionnaire) (ROUAG-SAFFIDINE D 2012)

III.1.Définition du « questionnaire »:

Le questionnaire est défini comme étant « un instrument de prise de l'information, basé sur l'observation et l'analyse des réponses à une série de questions posées. Cette technique constitue un raccourci précieux quand l'observation directe est impossible, trop coûteuse ou insuffisante.» En effet, ce sont ces raisons qui nous ont poussées à choisir cet outil plutôt qu'un autre pour élaborer la deuxième phase de notre investigation.

III.2.La population

Nous allons parler maintenant de la population de notre enquête qui est définie par (ROSENTAL.C, MURPHY C. F 2001) comme étant « l'ensemble sur lequel portent les observations ».

Le nombre exact ainsi que le choix des personnes concernées par le questionnaire lors d'une étude P.O.E, n'obéissent pas à des règles strictes. Il est simplement recommandé d'inclure le plus de participants possible afin d'éviter des erreurs relevant de la subjectivité des réponses.

Pour notre part, nous avons réparti notre population en trois groupes standards comportant (10) usagers de différentes chambres d'hospitalisation. dans lesquelles nous avons effectué par la suite les mesures techniques. Le choix des malades des trois chambres d'hospitalisation a été fait selon la disponibilité et la nature des malades qui occupent les chambres.

III.3.La description du questionnaire:

Le choix s'est fait sur un échantillon de 30 malades hospitalisés le principe de la sélection de ces malades d'est fait selon l'observation personnelle c'est-à-dire ceux qui peuvent reprendre ou pas.

Le questionnaire contient globalement 15 questions pour ne pas trop déranger les malades entre:

Des questions fermés:

concernent les renseignements personnelles exemple : âge-sexe-duré d'hospitalisation –situation du malade .etc. ou bien des questions de confirmations ou non ou nous avons jugé que ce sont des facteurs susceptibles d'influencer le comportement et l'appréciation de la population étudiée.

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

III.4.Présentation et interprétation des résultats du questionnaire:

Nous allons présenter les réponses subjectives apportées par les 30 usagers interrogés qui passent en moyenne 24 heures par jours dans chambres d'hospitalisations. Cette présentation s'effectue en comparant les réponses d'occupants de chaque chambre.

.Question1: Sexe des malades

Sexe	Féminin	Masculin
Nombre	8	22

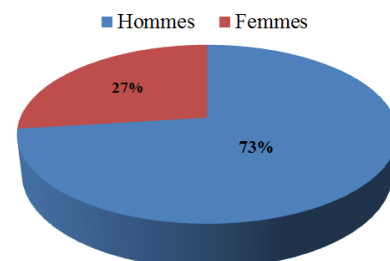


Tableau02: Répartition des occupants selon le sexe source : auteur

Le tableau 02 indique que le nombre des hommes est deux fois et demi plus que celui des femmes, c'est justifié vu que deux parmi les trois services concernés par l'étude sont des services d'hommes (médecine et orthopédie).

-Question 2: l'âge des malades

Age	18/35	36/45	46/60	60 et plus
Nombre	16	6	2	6

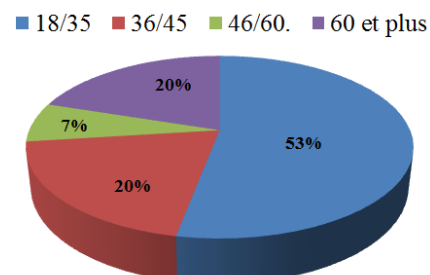


Tableau03: Répartition des occupants selon l'âge source : auteur

Le tableau 03 indique que l'échantillon choisi a touché les différentes catégories d'âge soit au niveau des hommes ou bien des femmes.

-Question 3:Situation du malade

Situation	Autonome	Non autonome
Nombre	28	02

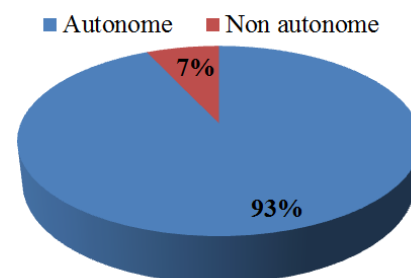
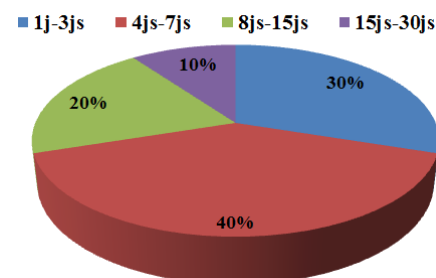


Tableau04: Répartition des occupants selon leurs situations source : auteur

Le tableau 04 indique que presque tous les malades sont autonome c'est à dire qu'ils peuvent se déplacer et se débrouiller seule. Ce choix est fait exprès lors de la sélection des malades par l'observation pour mieux faciliter la récolte les avis de malades et pour plus de crédibilité.

-Question4: Durée d'hospitalisation des malades

Durée	1j-3js	4js-7js	8js-15js	15js-30js
Nombre	9	12	6	3

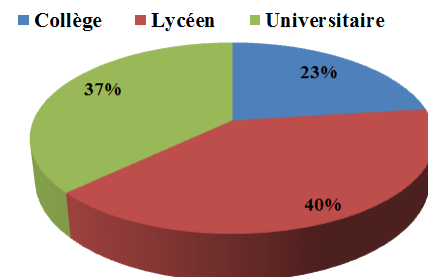
**Tableau05: Répartition des occupants selon la durée d'hospitalisation.**

source : auteur

-Le choix de cette question c'est fait pour savoir l'influence de la durée d'hospitalisation sur les comportements et les sensations des gens concernant leurs espaces, Le tableau 05 indique que la majorité des malades se trouvent dans le service depuis plus d'une semaine ce qu'il aide de plus dans les récoltes des avis sur l'espace après une bonne période de vécu d'espace..

-Question5: Niveau intellectuel des malades

Niveau	Collège	Lycéen	Universitaire
Nombre	7	12	11

**Tableau06: Répartition des occupants selon le niveau intellectuel. source :**

auteur

Le tableau 06 indique que la plupart des malades ont un bon niveau intellectuel ce qui est aussi justifié par la jeune catégorie des malades dans la question 2, mais c'était pas par coïncidence c'est voulu des au début par ce que on a essayé de traiter les personnes avant de les donner le questionnaire vu que un tel questionnaire sur l'éclairage naturel est un sujet qui n'est pas connu chez tout le monde j'ai essayé de traiter préalablement le niveau des personnes au moins pour avoir les réactions et les notions que je cherche .

-Question 6: Que dite vous sur la conception de votre chambre?

Repenses	Normal	Manque d'hygiène	Manque d'aération	Surface étroite	Excès de lumière
Nombre	24	30	18	5	9

Tableau07: Répartition des avis occupants selon l'appréciation de la conception de la chambre. source : auteur

En Premier lieux qu'on a laissé cette question ouverte, les gens ont commencé de répondre banalement par la réponse (normale), on a constaté que les gens n'ont pas compris le but derrière cette question vu que l'auteur a utilisé un terme spécialisé qui est la "conception" alors on les a réexpliqué à notre manière que ce qu'il vous plait pas dans votre chambre ? La majorité ont commencé à citer pas mal d'aspects et ils ont donné plus d'une réponse on a essayé de les englober et les organiser dans le tableau

7 par exemple le manque d'hygiène vient en premier lieu et l'aspect recherché celui de l'éclairage vient en quatrième lieu 9 malades ont souligné qu'ils ont gêner par un excès de lumière la matinée.

-Question7: Vous préférez quelle position de lit dans la chambre ?

Position de lit	A proximité de la fenêtre	Eloigner de la fenêtre
Nombre	22	8

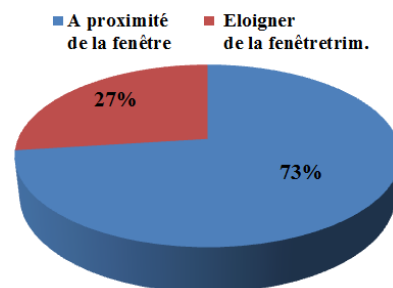


Tableau08: Répartition des occupants selon l'emplacement du lit préféré. source : auteur

Le tableau 08 indique que la plupart des malades 73% préfèrent la place à côté de la fenêtre et leurs justifications ont été différenciées.

Justifications	Lumière naturelle	La vue à travers la fenêtre	Aération	Autres
Nombre	8	15	10	1

Plusieurs personnes ont cités pas mal de causes parmi lesquelles c'était pour bénéficier de la lumière du jour, pour aérer, et pouvoir aussi voir l'extérieur à partir de la fenêtre on constate que la lumière de jour est un élément essentiel dans la vie de l'être humain tant que cette notion existe chez pas mal de personnes. Et pour les 8 autres personnes qui ont préféré d'être éloignés de la fenêtre ont justifié ce choix par la pollution qui vient de l'extérieur ou par fois la lumière gênante selon leurs avis. et un seul malade a justifié son choix par le froid du matin à côté de la fenêtre.

-Question8: Que pensez-vous sur l'éclairage naturel dans votre chambre ?

Eclairage	Faible	Moyenne	Bon
Nombre	16	6	8

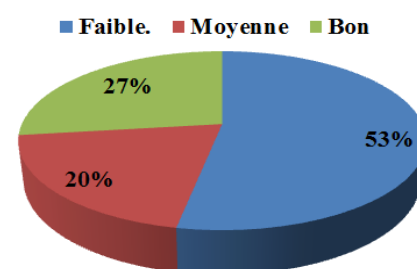


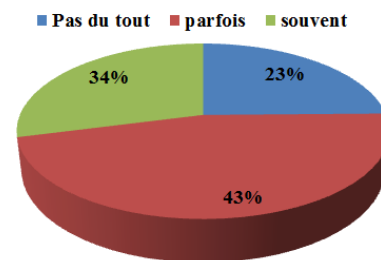
Tableau09: Répartition des occupants selon l'appréciation de l'éclairage naturel. Source : auteur

Concernant cette question on a trouvé pas mal de problèmes pour la transmettre aux malades d'une part et d'autre part des contradictions dans les réponses des malades.

Le tableau 09 indique que 53% des malades ont trouvé l'éclairage de leurs chambres faible 27% le trouve bon et 20% trouve le moyen mais la contradiction c'est que on compare ces réponses avec les autres précédentes 3 personnes qui ont déjà dit qu'ils préfèrent s'éloigner de la fenêtre pour le gêne de lumière trouvent l'éclairage de leurs chambres faible.

-Question09:Recevez-vous des taches solaires sur votre lit?

Taches	Pas du tout	Parfois	Souvent
Nombre	7	13	10

**Tableau10: Répartition des occupants selon Le reçoit des taches solaires.**

source : auteur

Le tableau 10 indique que 43% des malades reçoivent par fois des taches solaires 34% reçoivent ces taches souvent et le reste 25% des malades ne les reçoivent pas, on a remarqué que la majorité des malades qui reçoivent ces taches par fois ou souvent sont installés à côté des fenêtres dans les différentes chambres choisis bien que les autres qui ne reçoivent pas ces taches sont installés généralement loin de la fenêtre et qui ont commenté qu'ils ont un manque d'éclairage par rapport aux autres malades qui sont à côté de la fenêtre .

-Question10: Ouvrez-vous la fenêtre de votre chambre à chaque fois ?

Ouverture de fenêtre	Oui	Non
Nombre	30	0

Tableau11: Répartition des occupants selon l'ouverture de la fenêtre. source : auteur

L'ouverture de la fenêtre est essentielle pour chaque malade les périodes et leurs justifications différent entre pour la vue, la respiration, l'aération, la lumière ... etc.

-Question 11: À quelle période de jour ouvrez-vous vos fenêtres ?

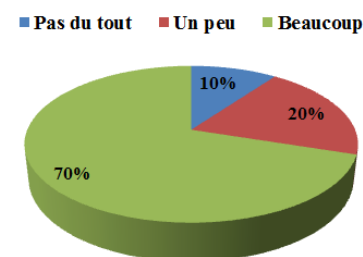
Période de l'ouverture de fenêtre	Matin	Après midi	Soir
Nombre	28	0	13

Tableau12 Répartition des occupants selon la période de l'ouverture de la fenêtre. Source : auteur

Le tableau 11 indique que la majorité Les malades préfèrent ouvrir leurs fenêtres le bon matin y'a aussi ceux qui préfèrent l'ouvrir le soir ou bien y'as d'autre males qui ouvrent leurs fenêtre deux fois par jour matin et soir et bien que la plupart évitent d'ouvrir leurs fenêtres l'après-midi. Pour des raisons de climat ou bien de repos (prendre une sieste).

-Question 12:Souffrez-vous de l'éblouissement des rayons solaires ?

Eblouissement	Pas du tout	Un peu	Beaucoup
Nombre	3	6	21

**Tableau13 Répartition des occupants selon le degré d'éblouissement Source: auteur**

De ce tableau 13, il ressort que 20% de l'ensemble des malades interrogés souffrent un peu de l'éblouissement 70% en souffrent beaucoup, et seul 10% déclarent ne pas en souffrir du tout. Selon les usagers, les sources de ce phénomène sont, par ordre: le soleil, les fenêtres, les appareils d'éclairage électrique et les réflexions des parois internes.

- Question 13: Que dites-vous sur la couleur de votre chambre ?

Couleur	Bonne	Moyenne	Mauvaise
Nombre	6	7	17

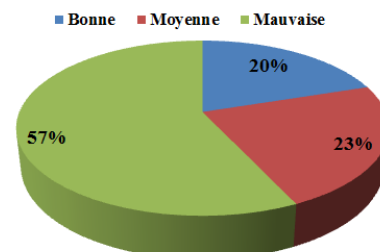


Tableau14 Répartition des occupants l'appréciation de la couleur de la chambre. Source: auteur

Le tableau 14 indique que La plus part des malades ont trouvés la couleur de leurs chambre mauvaise ou bien moyenne reste a savoir la nature de chaque personne et ça perception sur les couleurs ou bien par méconnaissance des choses peut être.

- Question 14: Appréciez-vous votre chambre ?

La chambre	Oui	Non
Nombre	0	30

Tous les malades n'apprécient pas leurs chambres et c'est toute a fait normal personne ne veut être malade et allongé dans un hôpital d'une part et d'autre part les chambres ne reprend pas aux conditions de confort nécessaires comme pas mal de malades ont soulignés.

- Question 15: Si vous aurez la possibilité de changer votre chambre ca aurez être quoi ?

J'ai laissé cette question ouverte au dernier lieu pour donner aux malades la possibilité de mieux exprimer mais malheureusement aucun malade n'as touché l'aspect que je cherche (celui de l'éclairage naturel) la plus part on parler sur le problème de la propreté, hygiène, le personnel etc.

III.5. Synthèse sur le questionnaire:

-Malgré les difficultés qu'on a rencontré dans la passation du questionnaire et la longue durée que l'auteur a pris pour récolter les avis des malades vue qu'on a occupé que les périodes de visite pendant 22 jours au moyenne de 1 à 2 malades par jour.et même aussi la nature des gens diffère d'un malade a un autre ,un questionnaire sur site nous a permis de connaitre pas mal de données sur l'aspect recherché qui est l'éclairage naturel dans les chambres d'hospitalisation.

-Le questionnaire a touché pas mal de malades de plusieurs catégories d'âge d'un niveau intellectuel différent et dans des chambres d'hospitalisation différentes à savoir leurs pathologies ces malades ont donnés leurs propres avis sur leurs chambres d'hospitalisation gros au modo et concernant l'aspect de l'éclairage naturel on constat que:

-Les malades ne sont pas satisfaits de la conception de leurs chambres ni de son éclairage naturel ni de la couleur, pas mal d'entre eux trouvent leurs chambres inconfortable sur plusieurs aspects

-Le rôle et l'importance de la fenêtre dans une chambre d'hospitalisation est claire vu que La majorité des malades préfèrent d'être à côté de la fenêtre pour bénéficier de l'éclairage naturel et de l'aération mais parfois quelque malade souffrent d'un excès de lumière le matin.

IV. Evaluation objective de l'éclairage naturel dans les chambres d'hospitalisation (méthode de calcul à l'aide d'instrument):

L'objectif de cette démarche c'est d'analyser quantitativement l'éclairage naturel dans les différentes chambres d'hospitalisation choisis comme cas d'étude d'une part, et d'autre part d'établir une comparaison entre les différentes chambres afin de déceler les aspects positifs et négatifs de l'éclairage naturel intérieur des chambres d'hospitalisation .

IV.1.comment faire ?

a-effectuer des mesures manuel a l'aide d'un instrument dans les différentes périodes de l'année.

b-classer les mesures des différentes périodes de l'année.

c-usage des formules (flj , éclairement moyen) .

d-représentation graphiques (plans et diagrammes) et comparaison par rapport aux normes recommandées.

IV.2.les mesures effectuées:

Deux types de mesure ont été effectués pour les trois chambres d'hospitalisation dans les différentes périodes de l'année :

1. La mesure des niveaux d'éclairement lumineux extérieur global (Ex) sur un plan horizontal totalement dégagé.

2. La mesure des éclairements lumineux horizontaux intérieurs (Ei) a une hauteur de 0.7m en un certain nombre de points de références identique pour les trois chambres.

IV.3.choix des points de meures :

Toutes les campagnes de mesures ont été effectuées dans trois périodes de l'année durant la période estivale, la période d'équinoxe et ainsi que la période hivernale à trois moments distincts de la journée à savoir 09h00, 12h00 et 15h00.

Les figures qui suivent montrent les différents points de mesure choisis :

La figure (24) ci-dessus montre le modèle de maillage utilisé pour la répartition des différents Points de mesure. On constate 17points (P1, P2...P17) qui couvre la totalité de la surface de la chambre, dix de ces points occupent la partie centrale de la chambre et les autres occupent le pourtour à environs 1m des murs.

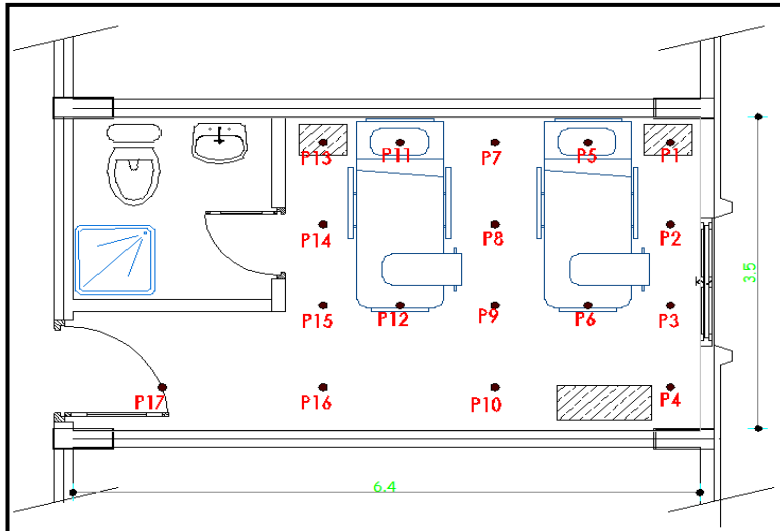


Figure 24: répartition des points de mesure dans la chambre d'hospitalisation source: auteur

Et pour la représentation des Flj facteur de lumière du jour 3 profils longitudinaux et 3 transversaux ont été choisis pour mieux exprimer et analyse le paramètre FLJ .figure25

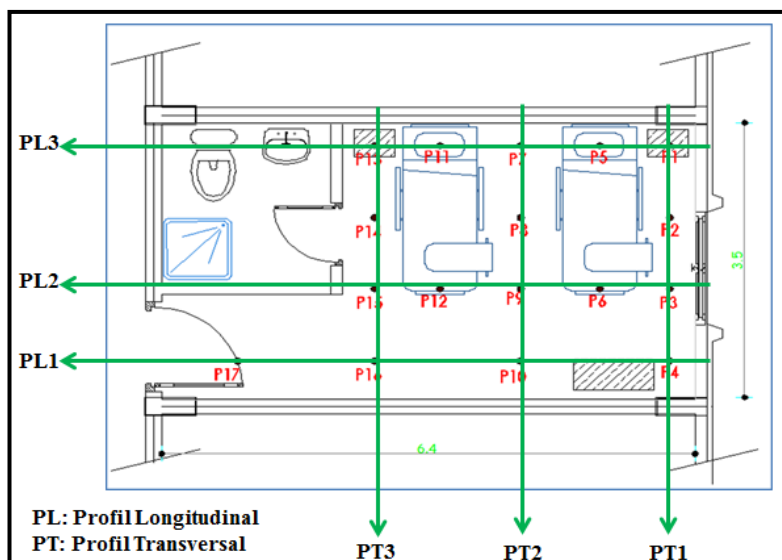


Figure25:choix des profils de mesure de FLJ dans la chambre d'hospitalisation source: auteur

IV.4.Instrumentations:

Les mesures des niveaux d'éclairement lumineux sont réalisées à l'aide d'un « luxmètre » ayant une réponse spectrale correspondant à la sensibilité spectrale photopique moyenne de l'oeil, définie par la Commission Internationale de l'Eclairage (publication C.I.E. n° 18, 1970).

Le luxmètre est, dans son principe, l'appareil essentiel à toute mesure photométrique. Constitué d'une cellule au sélénium photosensible (photopile), il transforme l'énergie reçue en courant électrique ; il est donc associé à un milliampèremètre. Pour que sa sensibilité corresponde à celle de l'œil, il est muni d'un filtre, dont la courbe de réponse en fréquence est celle définie par la fonction $V(\lambda)$ en vision

photopique (courbe de sensibilité relative de l'œil humain). Le calibre du milliampèremètre est alors gradué en lux. (VANDEPLANQUE.P1984)



Photos 7.8:luxmètre utilisé lors de du travail in situ source: auteur

IV.5.Choix des journées et des moments de prise des mesures:

Des mesures d'éclairement lumineux ont été prises in situ pendant une journée durant les vacances d'été (23 juin 2013), une journée durant le début d'automne (23 Septembre 2013) et une journée jours en hiver (23 Décembre 2013).

Les trois journées de mesure été, automne et hiver choisies d'abord pour des raisons (Disponibilité des instruments de mesure), mais surtout en fonction de la trajectoire solaire : nous avons choisi la période du solstice d'hiver, durant laquelle le soleil est le plus bas dans le ciel (le soleil se lève au sud-est et se couche au sud-ouest), la période de l'équinoxe du automne s où les rayons solaires sont perpendiculaires à l'équateur (déclinaison=0°) et la période du solstice d'été, durant laquelle le soleil est le plus haut dans le ciel (le soleil se lève au nord-est et se couche au nord-ouest).

Pendant chaque journée de prise, nous avons effectué les mesures à trois horaires différents de la journée : à 9 h, à 12 h et à 15 h afin d'examiner le changement journalier de la lumière naturelle, qui est strictement dépendant du mouvement des rayons solaires.

IV.6.Déroulement des mesures:

Nous avons d'abord effectué des mesures de l'éclairement lumineux horizontal extérieur. Ensuite, nous avons effectué les mesures d'éclairements horizontaux intérieurs a un niveau de 0.7m dans les trois chambres d'hospitalisation à chaque prise horaire, les mesures duraient environ 50 minutes entre la première mesure extérieure et la dernière mesure dans la dernière chambre , soit (15) minutes pour chaque chambre d'hospitalisation : ne disposant que d'un seul luxmètre, les mesures n'ont pas pu être effectuées simultanément comme il est recommandé de le faire.

V. Les calculs effectués dans les différentes chambres d'hospitalisation par période:

V.1.période estivale (23 juin 2013):

Etat du ciel : ciel couvert

Période de mesure : 9h .12h et 15h journée du 23 /06/2013

Climat lumineux extérieur: Le ciel à 9h est complètement couvert avec une occultation totale du soleil, l'assombrissement du ciel à conduit à une baisse importante de l'éclairement lumineux horizontal extérieur. Les mêmes conditions de ciel à 12 et à 15h .

a.chambre01: hospitalisation médecine hommes dans la période estivale

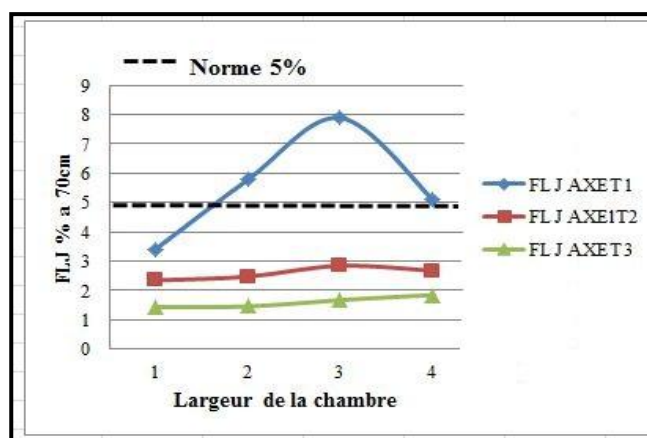
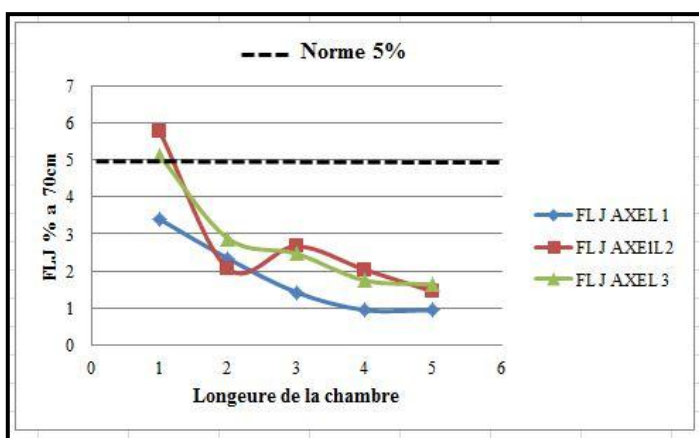
Chambre 01:hospitalisation médecine hommes															
Période	Eclair-Extérieur	Niveau d'éclairement Intérieur L(1) (Lux)				Niveau d'éclairement intérieur L(2) (Lux)					Niveau d'éclairement intérieur L(3) (Lux)				
		908	812	480	380	2125	891	913	710	490	2040	713	690	610	640
9h	36100	908	812	480	380	2125	891	913	710	490	2040	713	690	610	640
12h	52100	1080	818	508	411	1751	670	925	702	502	1500	753	603	608	597
15h	25900	1114	824	515	341	1100	645	937	716	514	777	976	624	614	514
FLJ moyen		3.4	2.34	1.43	0.95	5.77	2.07	2.67	2.04	1.45	5.12	2.88	2.07	1.75	1.64

Tableau15: Mesure in-situ d'éclairement intérieur dans la chambre1d'hospitalisation médecine hommes (profils longitudinaux période estivale) source: auteur.

Chambre 01:hospitalisation médecine hommes													
Période	Eclair-Extérieur	Niveau d'éclairement Intérieur T(1) (Lux)				Niveau d'éclairement intérieur T(2) (Lux)				Niveau d'éclairement intérieur T(3) (Lux)			
		908	2125	3866	2040	812	913	680	690	480	490	530	640
9h	36100	908	2125	3866	2040	812	913	680	690	480	490	530	640
12h	52100	1080	1751	2700	1500	818	925	614	603	508	502	597	597
15h	25900	1114	1100	1024	777	824	937	627	624	515	514	612	514
FLJ moyen		3.4	5.77	7.89	5.12	2.34	2.47	2.84	2.07	1.43	1.45	1.67	1.64

Tableau16: Mesure in-situ d'éclairement intérieur dans la chambre1d'hospitalisation médecine hommes (profils transversaux) période estivale source: auteur.

Eclairement moyen chambre1 période estivale: 9h=1028lux, 12h =800lux ,15h=734lux



Figures26.27:profils longitudinaux et transversaux du flj moyen de la chambre1 d'hospitalisation hommes période estivale source: auteur

-La courbe graphique des profils longitudinaux du flj sur la figure 26 montre que les valeurs du flj prennent un effet directif décroissant depuis le mur de fenestration (de la fenêtre vers la porte) Et cela pendant les différentes périodes de la journée. Et les valeurs du flj des profils transversaux dans la figure 27 prennent un effet directif croissant depuis le mur à gauche de la fenêtre vers le mur à droite de la fenêtre(ou se trouve la tête du malade). pendant les différentes périodes de la journée.et on remarque que les valeurs maximum du flj sont ceux de l'axe T1 (parallèle au mur de fenestration) et pour les deux autres axes T2(qui se situe au milieu des 2lits) et T3 (parallèle au mur de l'espace sanitaire)les valeurs du flj sont presque constante.

Le niveau d'éclairage horizontal moyen E moy dans les trois périodes de la journée de la chambre1 dans la période estivale figure 28 montrent un excès en matière d'éclairage naturel c'est-à-dire des valeurs supérieures à la norme recommandée (300lux)

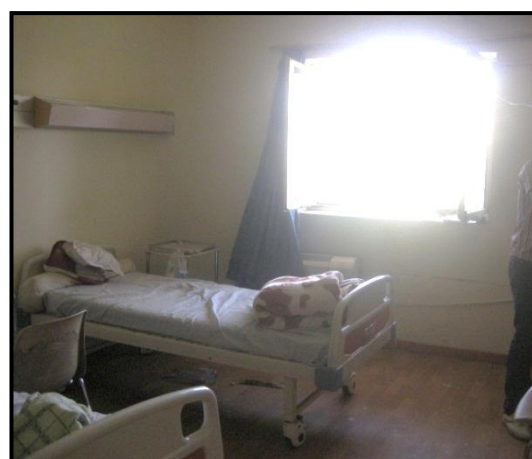
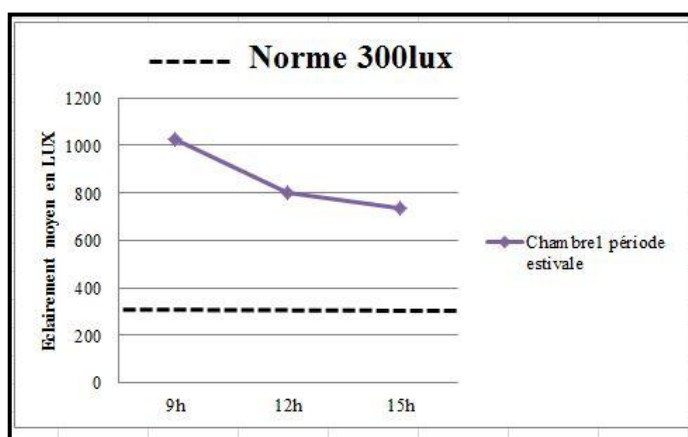


Figure 28:Eclairage moyen de la chambre1 d'hospitalisation hommes période estivale source: auteur

Photo9:Etat des lieux de la chambre1 hospitalisation médecine hommes dans la période estivale source : auteur

b.chambre02: hospitalisation pneumologie dans la période estivale

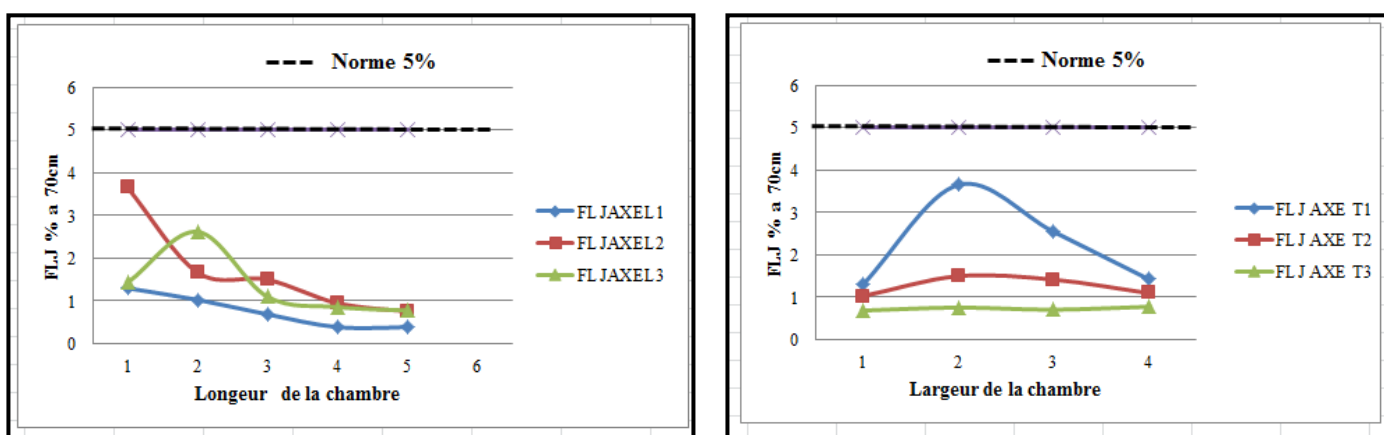
Chambre 02:hospitalisation pneumologie															
Période	Eclair-Extérieur	Niveau d'éclairage Intérieur L(1) (Lux)				Niveau d'éclairage intérieur L(2) (Lux)					Niveau d'éclairage intérieur L(3) (Lux)				
9h	36100	624	563	289	192	1891	676	532	383	279	782	993	393	432	279
12h	52100	352	372	298	178	1673	436	489	258	191	773	879	496	275	236
15h	25900	606	227	165	132	1095	422	468	155	259	286	556	390	183	330
FLJ moyen		1.3	1.03	0.69	0.39	3.65	1.67	1.50	0.95	0.76	1.43	2.62	1.10	0.86	0.78

Tableau17: Mesure in-situ d'éclairage intérieur dans la chambre2d'hospitalisation pneumologie (profils longitudinaux) période estivale source: auteur.

Chambre 02:hospitalisation pneumologie													
Période	Eclair- Extérieur	Niveau d'éclairément Intérieur T(1) (Lux)				Niveau d'éclairément intérieur T(2) (Lux)				Niveau d'éclairément intérieur T(3) (Lux)			
		624	1891	993	782	563	532	470	393	289	279	291	279
9h	36100	624	1891	993	782	563	532	470	393	289	279	291	279
12h	52100	352	1673	979	773	372	489	796	496	298	191	230	236
15h	25900	606	1095	656	286	227	468	401	390	165	259	170	130
FLJ moyen		1.3	3.65	2.55	1.43	1.03	1.50	1.42	1.10	0.69	0.76	0.71	0.78

Tableau18: Mesure in-situ d'éclairément intérieur dans la chambre2d'hospitalisation pneumologie (profils transversaux) période estivale source: auteur.

Eclairément moyen chambre2 période estivale: 9h=611lux, 12h =527lux ,15h=383lux



Figures29.30:profils longitudinaux et transversaux du flj de la chambre 2 d'hospitalisation pneumologie période estivale source: auteur.

-La courbe graphique des profils longitudinaux du flj sur la figure 29 montre que les valeurs du flj prennent un effet directif décroissant depuis le mur de fenestration (de la fenêtre vers la porte) Et cela pendant les différentes périodes de la journée sauf l'axe L3 qui commence par un croisement au début puis un décroissement remarquable des valeurs du flj .

Et les valeurs du flj des profils transversaux dans la figures 30 prennent un effet directif croissant depuis le mur a gauche de la fenêtre vers le milieu de la chambre puis un effet décroissant depuis le milieu vers le mur a droite de la fenêtre(ou se trouve la tête du malade). pendant les différentes périodes de la journée.et on remarque que les valeurs maximum du flj sont ceux de l'axe T1 (parallèle au mur de fenestration) et pour les deux autre axes T2(qui ce situ au milieu des 2lits) et T3 (parallèle au mur de l'espace sanitaire)les valeurs du flj sont presque constante.

Le niveau d'éclairément horizontal moyen E moy dans les trois périodes de la journée de la chambre2 dans la période estivale figure 31 montrent un excès en matière d'éclairage naturel c'est-à-dire des valeurs supérieures à la norme recommandée (300lux) mais moins que ceux de la chambre1 dans la mémé période.

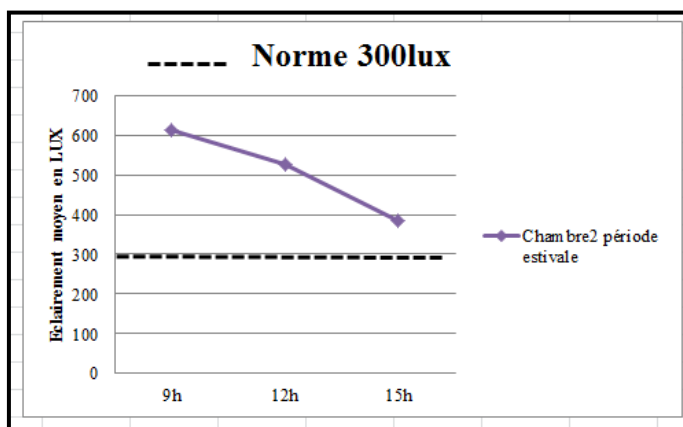


Figure 31:Éclairage moyen de la chambre2 d'hospitalisation pneumologie période estivale
source: auteur

Photo10:Etat des lieux de la chambre2 Hospitalisation pneumologie dans la période estivale
source : auteur

c.chambre03: hospitalisation orthopédie hommes dans la période estivale

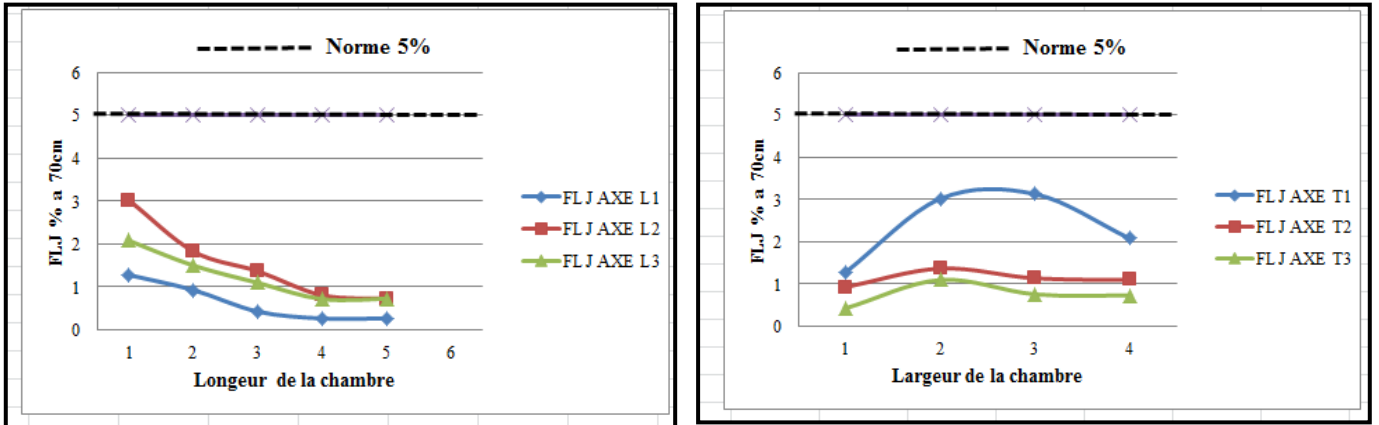
Chambre 03:hospitalisation orthopédie hommes															
Période	Eclair-Extérieur	Niveau d'éclairage Intérieur L(1) (Lux)				Niveau d'éclairage intérieur L(2) (Lux)					Niveau d'éclairage intérieur L(3) (Lux)				
9h	36100	487	330	193	83	963	511	522	273	301	748	893	389	217	229
12h	52100	393	367	233	113	973	432	483	258	312	883	817	393	223	231
15h	25900	512	313	113	102	1001	502	468	115	103	719	802	401	303	297
FLJ moyen		1.28	0.93	0.43	0.27	3.02	1.83	1.37	0.81	0.73	2.08	1.50	1.10	0.72	0.73

Tableau19: Mesure in-situ d'éclairage intérieur dans la chambre3d'hospitalisation orthopédie hommes (profils longitudinaux) période estivale source: auteur.

Chambre 03:hospitalisation orthopédie hommes													
Période	Eclair-Extérieur	Niveau d'éclairage Intérieur T(1) (Lux)				Niveau d'éclairage intérieur T(2) (Lux)				Niveau d'éclairage intérieur T(3) (Lux)			
9h	36100	487	963	1073	748	330	522	390	389	193	301	247	229
12h	52100	393	973	919	883	367	483	583	393	233	312	235	231
15h	25900	512	1001	812	719	313	468	336	401	113	103	299	297
FLJ moyen		1.28	3.02	3.13	2.08	0.93	1.37	1.14	1.10	0.43	1.10	0.76	0.73

Tableau20: Mesure in-situ d'éclairage intérieur dans la chambre3d'hospitalisation orthopédie hommes (profils transversaux) période estivale source: auteur.

Éclairage moyen chambre 3 période estivale: 9h=478lux, 12h =468lux ,15h=734lux



Figures32.33:profils longitudinaux et transversaux du flj de la chambre 3 d'hospitalisation orthopédie hommes période estivale source: auteur.

-La courbe graphique des profils longitudinaux du flj sur la figure 32montre que les valeurs du flj prennent un effet directif décroissant depuis le mur de fenestration (de la fenêtre vers la porte) les valeurs du flj varient entre 0.4 a 3 ce qu'il est remarquable par rapport ou autres chambres 1 et 2. Et les valeurs du flj des profils transversaux dans la figures 33 prennent un effet directif croissant pour les trois profils puis un effet décroissant pour le profil T1 et un effet constant pour les deux profils T2et T3. pendant les différentes périodes de la journée.et on remarque que les valeurs maximum du flj sont ceux de l'axe T1 (parallèle au mur de fenestration) et pour les deux autre axes T2 (qui ce situ au milieu des 2lits) et T3 (parallèle au mur de l'espace sanitaire)les valeurs du flj sont presque constantes et approximatives .

Le niveau d'éclairage horizontal moyen E moy dans les trois périodes de la journée de la chambre3dans la période estivale figure 34 montrent un excès en matière d'éclairage naturel c'est-à-dire des valeurs supérieures à la norme recommandée (300lux) .

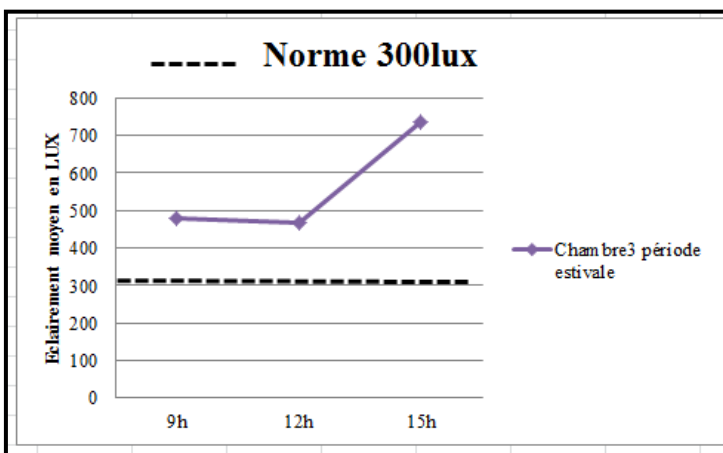


Figure 34:Eclairage moyen de la chambre3 d'hospitalisation orthopédie période estivale



Photo11:Etat des lieux de la chambre3 hospitalisation orthopédie hommes dans la période estivale source : auteur

source: auteur

V.2.période d'équinoxe (23 Septembre 2013):

Etat du ciel : ciel dégagé/clair

Période de mesure : 9h .12h et 15h journée du 23 /09/2013

Climat lumineux extérieur

Le ciel à 9h est complètement clair et dégagé avec un soleil visible, Les mêmes conditions de ciel à 12 et à 15h.

a.chambre01: hospitalisation médecine hommes dans la période d'équinoxe

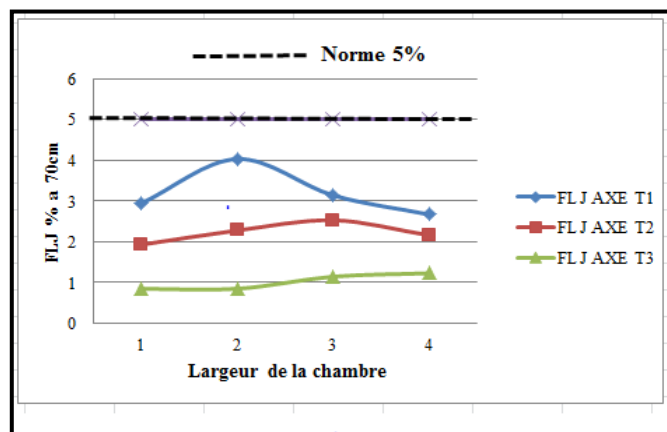
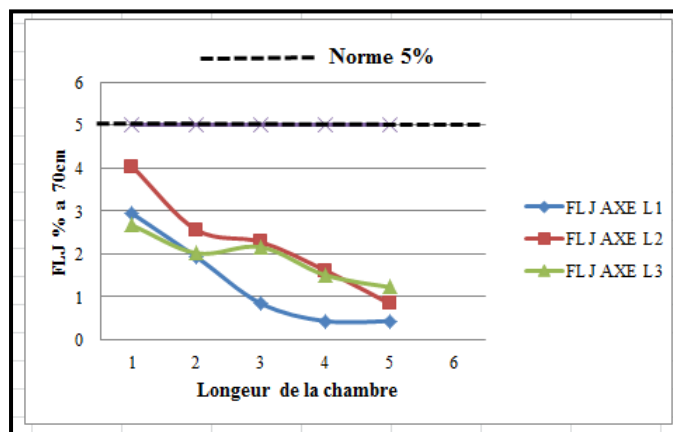
Chambre 01:hospitalisation médecine hommes															
Période	Eclair- Extérieur	Niveau d'éclairément Intérieur L(1) (Lux)				Niveau d'éclairément intérieur L(2) (Lux)					Niveau d'éclairément intérieur L(3) (Lux)				
		9h	53100	1090	1305	717	234	1130	1030	1503	1004	643	1132	1030	1418
12h	59610	1291	705	150	94	2522	731	613	505	170	932	1029	878	483	313
15h	60800	1901	1316	728	345	2141	1541	1012	1051	654	1043	1042	1029	1069	908
FLJ moyen		2.94	1.93	0.85	0.44	4.03	2.56	2.28	1.62	0.85	2.67	2.02	2.16	1.51	1.23

Tableau21: Mesure in-situ d'éclairément intérieur dans la chambre1d'hospitalisation médecine hommes (profils longitudinaux) période d'équinoxe source: auteur.

Chambre 01:hospitalisation médecine hommes													
Période	Eclair- Extérieur	Niveau d'éclairément Intérieur T(1) (Lux)				Niveau d'éclairément intérieur T(2) (Lux)				Niveau d'éclairément intérieur T(3) (Lux)			
		9h	53100	1090	1130	1050	1132	1305	1503	1650	1418	717	643
12h	59610	1291	2522	1343	932	705	613	751	878	150	170	251	313
15h	60800	1301	2141	1073	1043	1316	1512	1663	1029	728	654	868	908
FLJ moyen		2.94	4.03	3.14	2.67	1.93	2.28	2.53	2.16	0.85	0.85	1.15	1.23

Tableau22: Mesure in-situ d'éclairément intérieur dans la chambre 1d'hospitalisation médecine hommes (profils transversaux) période d'équinoxe source: auteur.

Eclairément moyen chambre 1 période d'équinoxe : 9h=1038lux, 12h =672lux ,15h=918lux



Figures35.36:profils longitudinaux et transversaux du flj de la chambre 1d'hospitalisation médecine hommes période d'équinoxe source: auteur.

Dans les conditions de ciel dégagé en mois de Septembre tous les niveaux du flj se sont vu a la baisse par rapport aux mêmes conditions du ciel en mois de juin , La courbe graphique des profils longitudinaux du flj sur la figure 35 montre que les valeurs du flj prennent un effet décroissant depuis le mur de fenestration (de la fenêtre vers la porte) les valeurs du flj varient entre 0.44 a 4.03. les valeurs du flj des profils transversaux dans la figures 36 passent par trois effets donc ils prennent un effet croissant remarquable surtout pour le T1 puis un effet décroissant pour le profil T1 et T2 et un effet constant pour les trois profils T1 T2et T3. Pendant les différentes périodes de la journée.et on remarque que les valeurs maximum du flj sont ceux de l'axe T1 (parallèle au mur de fenestration) et pour les deux et les valeurs minimum sont ceux de l'axe T3.

Le niveau d'éclairage horizontal moyen E_{moy} dans les trois périodes de la journée de la chambre1 dans la période d'équinoxe figure 37 montrent un excès en matière d'éclairage naturel c'est-à-dire des valeurs supérieures à la norme recommandée (300lux)

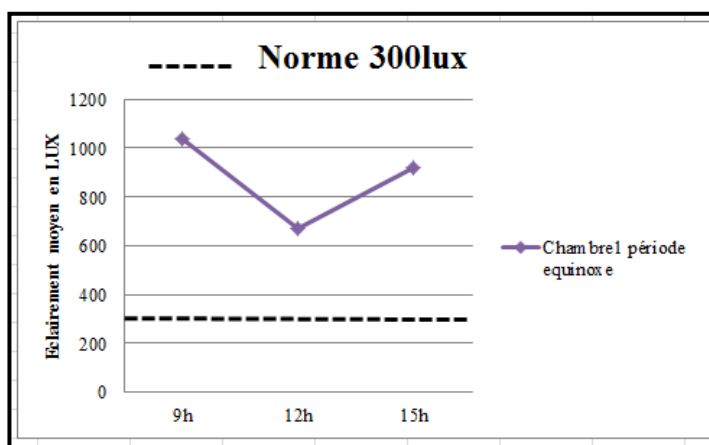


Figure 37:Éclairage moyen de la chambre 1 d'hospitalisation hommes période d'équinoxe
source: auteur

Photo12:État des lieux de la chambre 1 d'hospitalisation médecine hommes dans la période d'équinoxe source : auteur

b.chambre02: hospitalisation pneumologie dans la période d'équinoxe

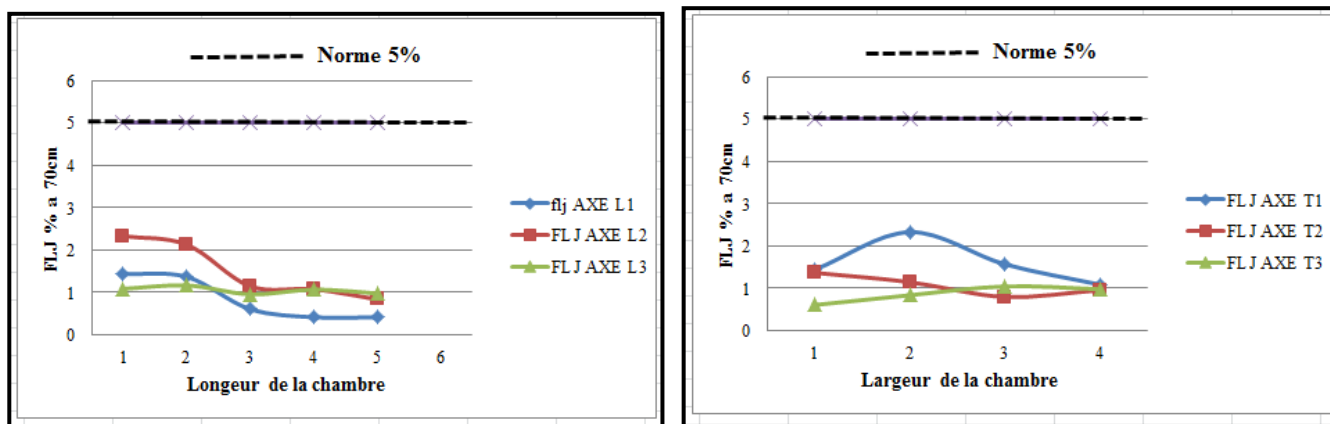
Chambre 02:hospitalisation pneumologie															
Période	Eclair-Extérieur	Niveau d'éclairage Intérieur L(1) (Lux)				Niveau d'éclairage intérieur L(2) (Lux)					Niveau d'éclairage intérieur L(3) (Lux)				
9h	53100	911	899	443	249	1437	1121	753	705	575	714	781	578	703	650
12h	59610	621	517	137	84	1112	997	451	416	268	410	419	471	401	347
15h	60800	961	949	491	201	1287	1070	801	449	619	764	731	628	651	703
FLJ moyen		1.44	1.37	0.61	0.42	2.33	2.13	1.15	1.08	0.84	1.09	1.17	0.96	1.07	0.98

Tableau23: Mesure in-situ d'éclairage intérieur dans la chambre2d'hospitalisation pneumologie (profils longitudinaux) période d'équinoxe source: auteur.

Chambre 02:hospitalisation pneumologie													
Période	Eclair-Extérieur	Niveau d'éclairément Intérieur T(1) (Lux)				Niveau d'éclairément intérieur T(2) (Lux)				Niveau d'éclairément intérieur T(3) (Lux)			
9h	53100	911	1437	991	714	899	753	536	578	443	575	694	650
12h	59610	621	1112	683	410	517	451	273	471	137	268	393	347
15h	60800	961	1487	1041	764	949	801	583	628	491	619	744	703
FLJ moyen		1.44	2.33	1.57	1.09	1.37	1.15	0.80	0.96	0.61	0.84	1.05	0.98

Tableau24: Mesure in-situ d'éclairément intérieur dans la chambre 2d'hospitalisation pneumologie (profils transversaux) période d'équinoxe source: auteur.

Eclairément moyen chambre 2 période d'équinoxe : 9h=708lux, 12h =419lux ,15h=733lux



Figures38.39:profils longitudinaux et transversaux du flj de la chambre 2d'hospitalisation pneumologie période d'équinoxe source: auteur.

Tous les niveaux du flj se sont vu a la baisse par rapport aux mêmes conditions du ciel en mois de juin pour la chambre d'hospitalisation pneumologie , La courbe graphique des profils longitudinaux du flj sur la figure 38 montre que les valeurs du flj prennent un effet décroissant depuis le mur de fenestration (de la fenêtre vers la porte) les valeurs du flj varient entre 0.42 a 2.33. Les valeurs du flj des profils transversaux T1 et T3 dans la figures 39 passent par trois effets donc ils prennent un effet croissant remarquable surtout pour le T1 puis un effet décroissant pour le et en fin un effet constant et pour le profile T2 qui se situe entre les deux lits commence par décroissant puis constant ..et on remarque que les valeurs maximum du flj sont ceux de l'axe T1 (parallèle au mur de fenestration) et pour les deux et les valeurs minimum sont ceux de l'axe T3.

Le niveau d'éclairément horizontal moyen E moy dans les trois périodes de la journée de la chambre2dans la période d'équinoxe figure 40 montrent un excès en matière d'éclairage naturel c'est-à-dire des valeurs supérieures à la norme recommandée (300lux)

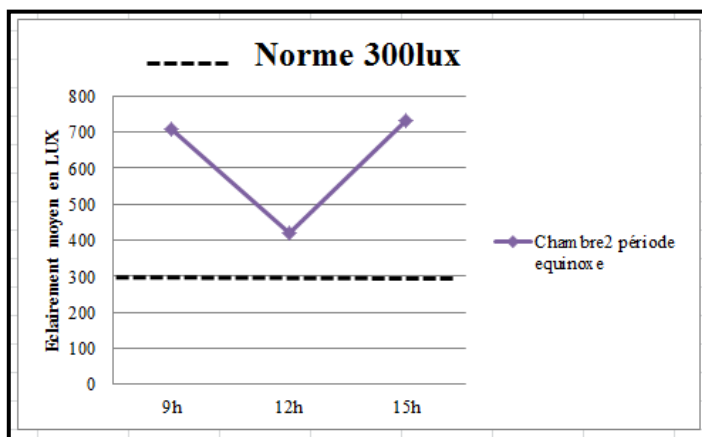


Figure 40 : Eclairage moyen de la chambre2 D'hospitalisation pneumologie période d'équinoxe

Source: auteur

Photo13:Etat des lieux de la chambre2 hospitalisation pneumologie dans la période d'équinoxe source : auteur

c.chambre03: hospitalisation orthopédie hommes dans la période d'équinoxe

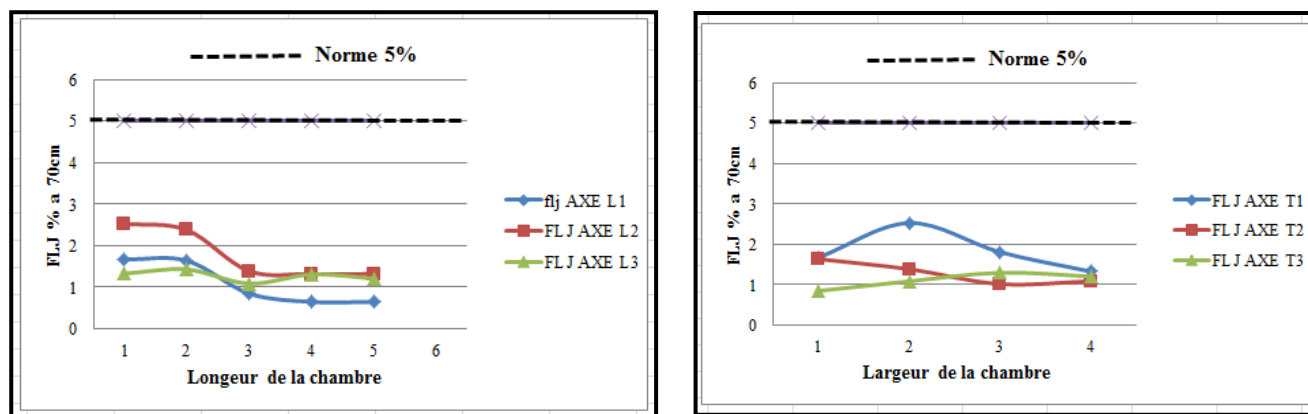
Chambre 03:hospitalisation orthopédie hommes															
Période	Eclair-Extérieur	Niveau d'éclairage Intérieur L(1) (Lux)				Niveau d'éclairage intérieur L(2) (Lux)					Niveau d'éclairage intérieur L(3) (Lux)				
		9h	53100	893	876	424	328	1391	1302	734	686	556	695	762	559
12h	59610	916	899	447	351	1411	1227	757	709	579	718	775	582	407	654
15h	60800	1107	1090	638	470	1202	1518	948	694	770	909	766	773	698	845
FLJ moyen		1.67	1.64	0.85	0.65	2.53	2.38	1.39	1.32	1.09	1.33	1.43	1.09	1.31	1.21

Tableau25: Mesure in-situ d'éclairage intérieur dans la chambre3d'hospitalisation orthopédie hommes (profils longitudinaux) période d'équinoxe source: auteur.

Chambre 03:hospitalisation orthopédie hommes													
Période	Eclair-Extérieur	Niveau d'éclairage Intérieur T(1) (Lux)				Niveau d'éclairage intérieur T(2) (Lux)				Niveau d'éclairage intérieur T(3) (Lux)			
		9h	53100	893	1391	972	695	876	734	517	559	424	556
12h	59610	916	1411	997	718	899	757	540	582	447	579	698	654
15h	60800	1107	1202	1188	909	1090	948	731	773	638	770	889	845
FLJ moyen		1.67	2.53	1.81	1.33	1.64	1.39	1.02	1.09	0.85	1.09	1.30	1.21

Tableau26: Mesure in-situ d'éclairage intérieur dans la chambre 3 d'hospitalisation orthopédie hommes (profils transversaux) période d'équinoxe source: auteur

Eclairage moyen chambre3 période d'équinoxe : 9h=743lux, 12h =738lux ,15h=831lux



Figures41.42 : profils longitudinaux et transversaux du flj de la chambre 2d'hospitalisation pneumologie période d'équinoxe source: auteur.

Pour les recommandations cde cette chambre dans la période d'équinoxe ils sont les même que la chambre 2 dans la même période.

Le niveau d'éclairage horizontal moyen E_{moy} dans les trois périodes de la journée de la chambre3 dans la période d'équinoxe figure 43 montrent un excès en matière d'éclairage naturel c'est-à-dire des valeurs supérieures à la norme recommandée (300lux)

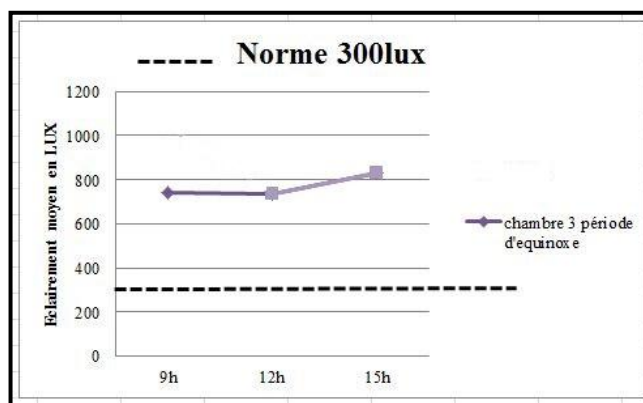


Figure 43 : Eclairage moyen de la chambre3 d'hospitalisation orthopédie période d'équinoxe

Source: auteur

V.3.période hivernale (23 Décembre 2013):

Etat du ciel : ciel dégagé/clair

Période de mesure : 9h .12h et 15h journée du 23 /12/2013

Climat lumineux extérieur:

Le ciel à 9h est clair et dégagé avec un soleil visible, Les mêmes conditions de ciel à 12 et à 15h.

a.chambre01: hospitalisation médecine hommes dans la période hivernale

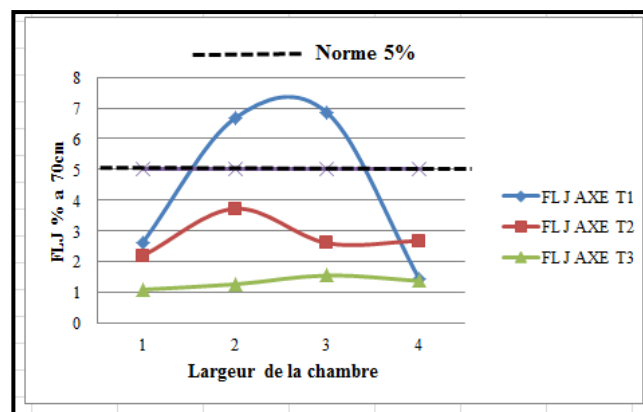
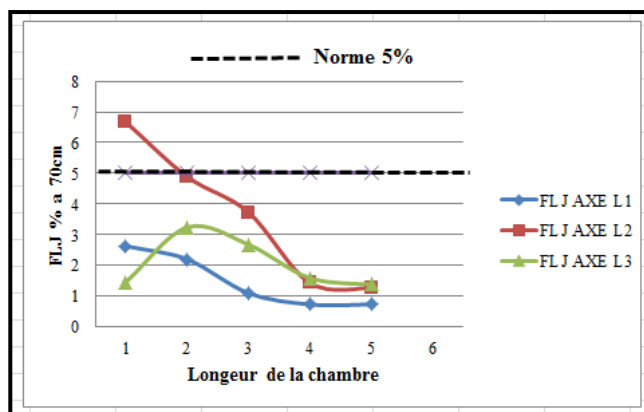
Chambre 01:hospitalisation médecine hommes															
Période	Eclair-Extérieur	Niveau d'éclairéme nt Intérieur L(1) (Lux)				Niveau d'éclairéme nt intérieur L(2) (Lux)					Niveau d'éclairéme nt intérieur L(3) (Lux)				
		9h	18750	1045	517	100	147	1060	1020	732	172	161	585	540	900
12h	53700	721	413	132	63	1670	944	963	110	186	330	579	630	216	197
15h	20600	206	199	85	48	1243	1024	880	181	102	139	424	432	176	129
FLJ moyen		2.63	2.20	1.10	0.73	6.67	4.89	3.73	1.43	1.27	1.46	3.24	2.68	1.59	1.38

Tableau27: Mesure in-situ d'éclairéme nt intérieur dans la chambre1d'hospitalisation médecine hommes (profils longitudinaux) période hivernale source: auteur.

Chambre 01:hospitalisation médecine hommes													
Période	Eclair-Extérieur	Niveau d'éclairéme nt Intérieur T(1) (Lux)				Niveau d'éclairéme nt intérieur T(2) (Lux)				Niveau d'éclairéme nt intérieur T(3) (Lux)			
		9h	18750	1045	1060	1054	585	517	732	619	500	100	161
12h	53700	721	1670	1400	330	413	963	720	630	132	186	256	197
15h	20600	206	1243	1116	139	199	880	331	432	85	102	133	129
FLJ moyen		2.63	6.67	6.85	1.46	2.20	3.73	2.61	2.68	1.10	1.27	1.56	1.38

Tableau28: Mesure in-situ d'éclairéme nt intérieur dans la chambre 1d'hospitalisation médecine hommes (profils transversaux) période hivernale source: auteur.

Eclairéme nt moyen chambre1 période hivernale : 9h=550lux, 12h =491lux ,15h=401lux



Figures44.45:profils longitudinaux et transversaux du flj de la chambre 1d'hospitalisation médecine hommes période hivernale source: auteur.

La courbe graphique des profils longitudinaux L1et L2 du flj sur la figure 43montre que les valeurs du flj prennent un effet directif décroissant depuis le mur de fenestration (de la fenêtre vers la porte) . cela pendant les différentes périodes de la journée.

Et les valeurs du flj des profils transversaux dans la figures 45 prennent un effet directif croissant remarquable pour le T1 puis un effet décroissant depuis le mur a gauche de la fenêtre vers le mur a droite de la fenêtre(ou se trouve la tête du malade). pendant les différentes périodes de la journée.et on remarque que les valeurs maximum du flj sont ceux de l'axe T1 (parallèle au mur de fenestration) et pour

les deux autres axes T2 (qui se situe au milieu des 2 lits) et T3 (parallèle au mur de l'espace sanitaire) les valeurs du flj sont presque constantes.

Le niveau d'éclairage horizontal moyen E moy dans les trois périodes de la journée de la chambre dans la période hivernale figure 46 montrent un excès en matière d'éclairage naturel c'est-à-dire des valeurs supérieures à la norme recommandée (300lux)

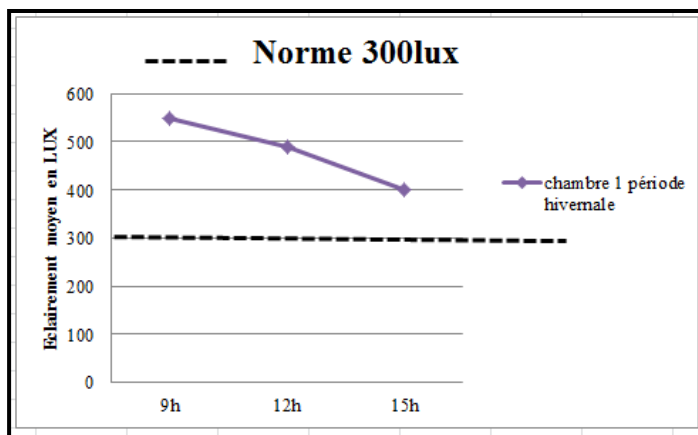


Figure 46 : Eclairage moyen de la chambre 1 d'hospitalisation hommes période d'équinoxe

Source: auteur

Photo 14: état des lieux de la chambre 1

Hospitalisation médecine hommes dans la période hivernale source : auteur

b.chambre02: hospitalisation pneumologie dans la période hivernale

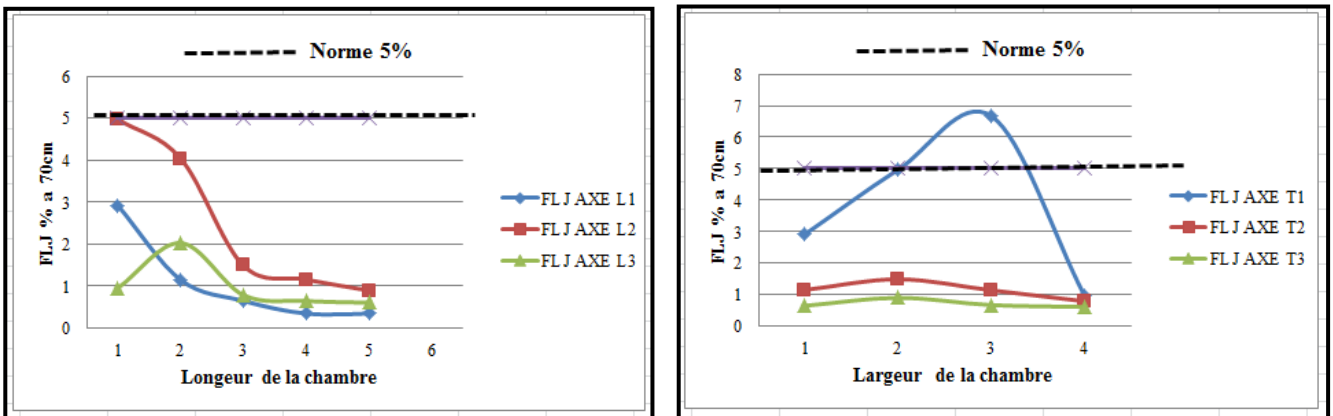
Chambre 02:hospitalisation pneumologie															
Période	Eclair-Extérieur	Niveau d'éclairage Intérieur L(1) (Lux)				Niveau d'éclairage intérieur L(2) (Lux)					Niveau d'éclairage intérieur L(3) (Lux)				
		208	187	108	78	1385	1115	346	285	250	486	110	133	124	108
9h	18750	208	187	108	78	1385	1115	346	285	250	486	110	133	124	108
12h	53700	1164	686	389	132	1138	1007	609	344	329	808	834	467	345	297
15h	20600	1133	250	139	83	1083	849	313	277	161	81	517	168	139	149
FLJ moyen		2.92	1.15	0.65	0.35	4.97	4.04	1.49	1.16	0.9	0.96	2.03	0.79	0.65	0.61

Tableau 29: Mesure in-situ d'éclairage intérieur dans la chambre 2 d'hospitalisation pneumologie (profils longitudinaux) période hivernale source: auteur.

Chambre 02:hospitalisation pneumologie													
Période	Eclair-Extérieur	Niveau d'éclairage Intérieur T(1) (Lux)				Niveau d'éclairage intérieur T(2) (Lux)				Niveau d'éclairage intérieur T(3) (Lux)			
		208	1385	1426	486	187	346	252	133	108	250	119	108
9h	18750	208	1385	1426	486	187	346	252	133	108	250	119	108
12h	53700	1164	1138	2150	808	686	609	549	467	389	329	344	297
15h	20600	1133	1083	1355	81	250	313	224	168	139	161	154	149
FLJ moyen		2.92	4.97	6.67	0.96	1.15	1.49	1.14	0.79	0.65	0.9	0.67	0.61

Tableau 30: Mesure in-situ d'éclairage intérieur dans la chambre 2 d'hospitalisation pneumologie (profils transversaux) période hivernale source: auteur

Eclairage moyen chambre2 période hivernale : 9h= 417 lux, 12h = 584 lux ,15h = 409 lux



Figures47.48:profiles longitudinaux et transversaux du flj de la chambre 2 d'hospitalisation pneumologie période hivernale source: auteur.

Les valeurs du flj des axes longitudinaux prennent un effet décroissant depuis le mur de fenestration l'axe L2 étant perpendiculaire au mur de fenestration dont la valeur du flj max 4.97 se trouve a proximité de l'ouverture, on remarque donc un effet directif prononcé très décroissant du l'effet du profondeur de l'espace ,et pour l'axe transversal T1 se trouve parallèle au mur de fenestration le rapport du flj enregistre une valeur maximale du flj 6.67 celle du point le plus proche a la fenêtre.

Le niveau d'éclairage horizontal moyen E moy dans les trois périodes de la journée de la chambre2dans la période hivernale figure 49 montrent un excès en matière d'éclairage naturel c'est-à-dire des valeurs supérieures à la norme recommandée (300lux)

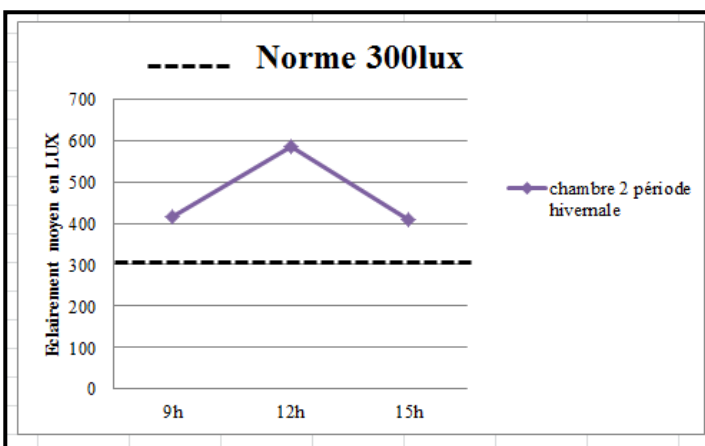


Figure 49 : Eclairage moyen de la chambre D'hospitalisation pneumologie période d'équinoxe Source: auteur

Photo15:Etat des lieux de la chambre2 hospitalisation pneumologie dans la période hivernale source : auteur

c.chambre03: hospitalisation orthopédie hommes dans la période hivernale

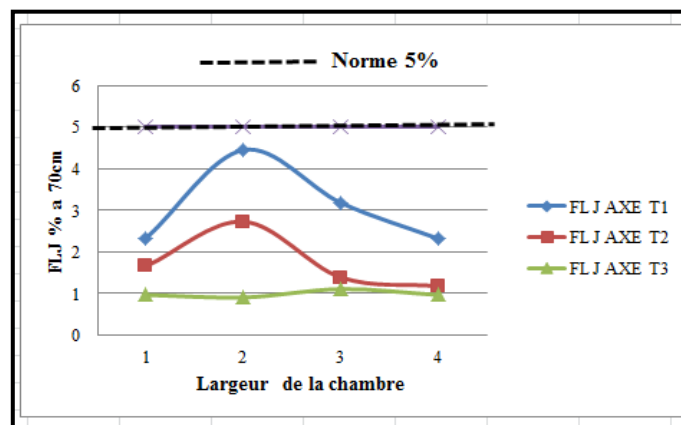
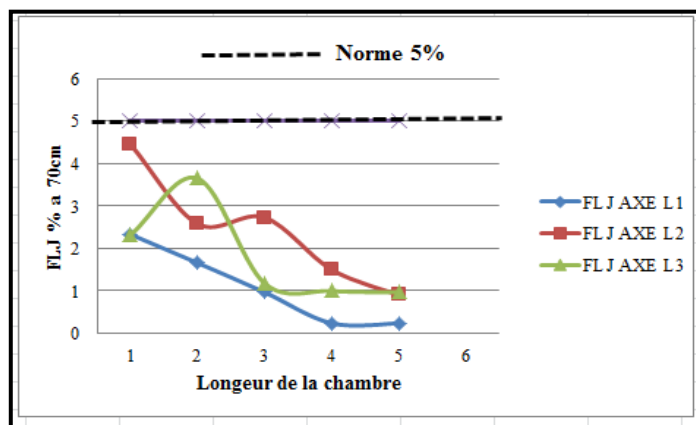
Chambre 03hospitalisation orthopédie hommes															
Période	Eclair-Extérieur	Niveau d'éclairéme nt Intérieur L(1) (Lux)				Niveau d'éclairéme nt intérieur L(2) (Lux)					Niveau d'éclairéme nt intérieur L(3) (Lux)				
		9h	18750	413	328	234	64	1713	814	497	349	207	512	915	297
12h	53700	970	417	283	71	1314	583	511	423	297	673	1003	332	318	311
15h	20600	631	513	201	54	1019	703	402	387	228	819	873	281	248	251
FLJ moyen		2.33	1.66	0.97	0.24	4.45	2.58	2.73	1.50	0.91	2.32	3.65	1.18	1.00	0.97

Tableau31: Mesure in-situ d'éclairéme nt intérieur dans la chambre3d'hospitalisation orthopédie hommes (profils longitudinaux) période hivernale source: auteur.

Chambre 03hospitalisation orthopédie hommes													
Période	Eclair-Extérieur	Niveau d'éclairéme nt Intérieur T(1) (Lux)				Niveau d'éclairéme nt intérieur T(2) (Lux)				Niveau d'éclairéme nt intérieur T(3) (Lux)			
		9h	18750	413	1713	763	512	328	497	306	297	234	207
12h	53700	970	1314	811	673	417	511	403	332	283	297	371	311
15h	20600	631	1019	823	819	513	402	373	281	201	228	291	251
FLJ moyen		2.33	4.45	3.18	2.32	1.66	2.73	1.39	1.18	0.97	0.91	1.11	0.97

Tableau32: Mesure in-situ d'éclairéme nt intérieur dans la chambre3d'hospitalisation orthopédie hommes (profils transversaux) période hivernale source: auteur.

Eclairéme nt moyen chambre3 période hivernale : 9h= 509 lux, 12h = 564 lux ,15h = 492 lux



Figures50.51:profils longitudinaux et transversaux du flj de la chambre 3d'hospitalisation orthopédie hommes période hivernale source: auteur.

Les valeurs du flj des axes longitudinaux L2 etL3 prennent une forme sinusoïdale entre un effet décroissant et par coissant depuis le mur de fenestration, ,et pour Les axes transversaux qui se trouvent parallèle au mur de fenestration passent par un effet croissant puis ils atteintes la valeur max di flj pour chaque axe rapport du flj enregistre une valeur maximale du flj 4.45dans l'axe T1 celui à côté de la fenêtre.

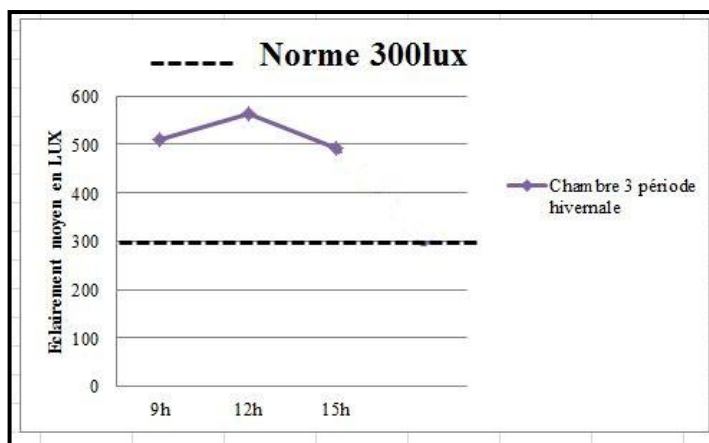


Figure 52 : Eclairage moyen de la chambre3 D'hospitalisation orthopédie période d'équinoxe
Source: auteur

Photo16:Etat des lieux de la chambre3 hospitalisation orthopédie hommes dans la période hivernale source : auteur

VI. Récapitulation des résultats de calcul manuel et comparaison aux normes :

Etat du ciel	Espace d'étude	Mois/heure 23Juin	E moy (Lux)	Norme de l'éclairage	FLJ moy (%)	Norme de FLJ	Répartition de la lumière
couvert	Chambre1	9h	1028	300lux	0.95%— 7.89%	5%	non uniforme
		12h	800				
		15h	734				
	Chambre2	9h	611	300lux	0.39%__ 3.65%	5%	non uniforme
		12h	527				
		15h	383				
	Chambre3	9h	478	300lux	0.27% — 3.13%	5%	non uniforme
		12h	468				
		15h	361				
Etat du ciel	Espace d'étude	Mois/heure 23Septembre	E moy (Lux)	Norme de l'éclairage	FLJ moy (%)	Norme de FLJ	Répartition de la lumière
Clair	Chambre1	9h	1038	300lux	0.44%— 4.03%	5%	non uniforme
		12h	672				
		15h	918				
	Chambre2	9h	708	300lux	0.42%__ 2.33%	5%	non uniforme
		12h	419				
		15h	733				
		12h	738				
		15h	831				

Etat du ciel	Espace d'étude	Mois/heure 23Decembre	E moy (Lux)	Norme de l'éclairéement	FLJ moy (%)	Norme de FLJ	Répartition de la lumière
clair	Chambre1	9h	550	300lux	0.73%— 6.85%	5%	non uniforme
		12h	491				
		15h	401				
	Chambre2	9h	417	300lux	0.35%__ 5%	5%	non uniforme
		12h	584				
		15h	409				
	Chambre3	9h	509	300lux	0.24% — 4.45%	5%	non uniforme
		12h	564				
		15h	492				

Tableau33:Récapitulation des résultats de calcul manuel dans les différentes périodes estivale , équinoxe et hivernale source : auteur

VII .Conclusion :

L'évaluation post occupation des lieux est une démarche nouvelle qui permet non seulement de rénover des édifices existants mais aussi d'améliorer la conception des futures constructions. Elle associe plusieurs outils de recherche car les mesures techniques à elles seules ne suffisent plus pour rendre compte des performances d'un espace architectural puisque des facteurs subjectifs interviennent dans la sensation de confort des individus. Alors le questionnaire et les observations effectuées sur place nous ont permis quant a eu de collecter certaines informations relatives aux comportements des malades ainsi que leurs appréciations quant à la qualité et la quantité de la lumière présente dans les chambres d'hospitalisations. Ces informations compléteront par la suite ceux de la campagne de mesure, Cette campagne de mesure nous à permit donc d'obtenir les niveaux d'éclairéements et de calculer les FLJ relatifs a chaque point de mesure, ensuite ces résultats ont été représentés sous forme de courbes FLJ et d'éclairéement moyen pour tous les cas d'étude dans des différentes périodes de l'année.

Chapitre 5 :

Evaluation numérique des conditions

d'éclairage dans les chambres d'hospitalisation

I. Introduction:

Dans le chapitre précédent nous avons élaboré une évaluation qui se basait sur un sondage qui comportait l'avis des Occupants suivie par des mesures in situ à l'aide du luxmètre, accompagnée par des séances d'observation indirecte à l'aide d'un caméscope, afin de mieux comprendre de comportement de l'utilisateur. L'observation directe ou indirecte est une méthode qui est utilisée plus pour les investigations de comportement de l'humain. Ces étapes nous ont permis d'avoir une idée sur les conditions de l'éclairage naturel, à l'intérieur des chambres d'hospitalisation.

Dans ce chapitre, et pour numériser les résultats, deux logiciels ont été adoptés ces derniers permis une simulation numérique de L'éclairage naturel sur les plans qualitatif et quantitatif dans les chambres d'hospitalisation, et son apport sur le confort visuel des malades, et par conséquent une vérification des résultats obtenus dans la campagne de mesures et les observations requise à travers l'enquête. Notant que la simulation numérique est devenue un outil fiable et très important dans la conception et la planification de tout projet d'éclairage.

II. présentation des logiciels de Simulation informatique:

Pour établir cette numérisation, nous avons eu recours à deux logiciels afin d'atteindre des résultats précis. Le premier logiciel est ECOTECT, dans sa version la plus récente 2011, via lequel nous avons réalisé une simulation des niveaux d'éclairage intérieurs, des iso facteurs lumière du jour, ceci sous les états de ciels couverts, semi couverts et nuageux. le second logiciel est RADIANCE β 2, qui traite les mêmes aspects sous différents états des ciels, y compris le ciel dégagé.

II.1.Bref aperçu sur le logiciel de simulation de l'éclairage naturel ECOTECT 2011

(M.MOKEDDEM 2012)

Le logiciel ECOTECT a été créé pour le but de démontrer certaines idées présentées dans la thèse du docteur Andrew MARSH à l'École d'Architecture et des Beaux-arts à l'Université de l'Australie. Avec la collaboration de l'architecte Caroline RAINES le logiciel a subi quelques changements principaux depuis sa création :

- La première version 2.5 commercialisé en 1997,-la version 3.0 en 1998, la version 4.0 en 2000, la version 5.0 en juin 2002, la version 5.2 en juin 2004, la version 5.5 en septembre 2005, la version 2010 et la version 2011 ou basée significativement sur les fonctionnalités des versions précédentes en présentant une gamme de nouvelles fonctions d'analyse.

ECOTECT est un software multicritère d'aide à l'optimisation de la performance environnementale du bâtiment, comprend entre autres applications : une visualisation 3D, une analyse de la radiation solaire, une analyse de l'éclairage, et même aussi une analyse thermique et une analyse acoustique.

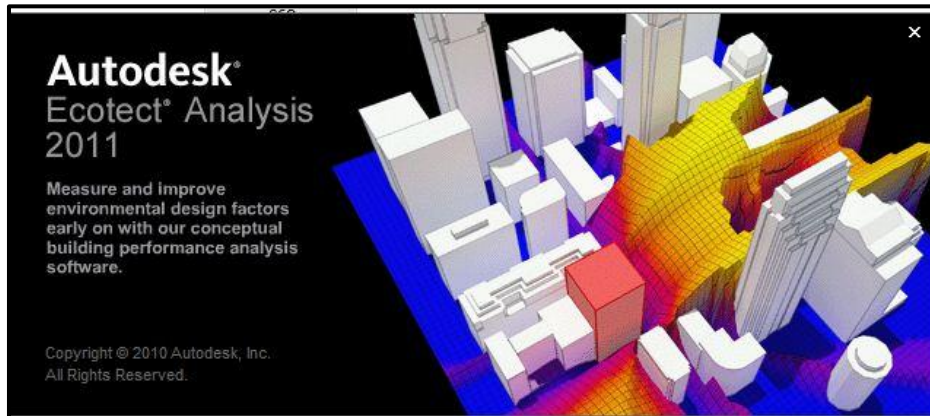


Figure 53:vue sur la fenêtre de logiciel Ecotect source: Ecotect 2011.

II.2. Bref aperçu sur le logiciel de simulation Radiance, avantages et validation : (L.MEZAOUKH 2012)

Développé en tant qu'outil de recherche pour l'exploration des techniques avancées de rendu en éclairage à la fin des années 80, Radiance a par la suite évolué en un puissant système de visualisation lumineuse. Le logiciel est unique en ce qui concerne sa capacité à simuler le comportement de la lumière au sein d'environnements complexes, autant au niveau des résultats numériques qu'il fournit qu'au réalisme des images qu'il peut générer (Cantin, F .2008). , Radiance constitue sans contredit l'outil de simulations de la lumière le plus puissant et le plus flexible présentement offert au chercheur.

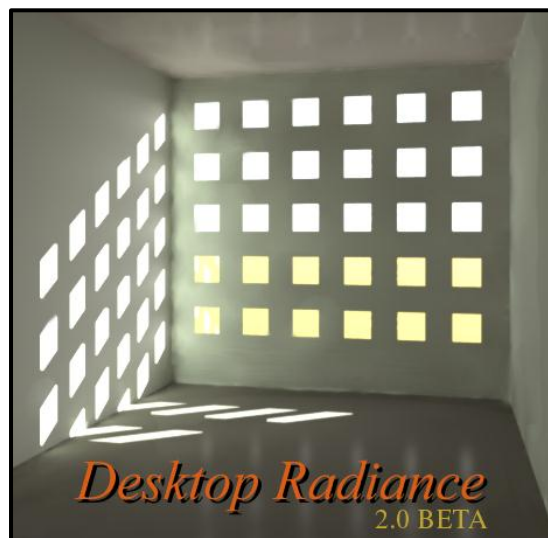


Figure 54:vue sur la fenêtre de logiciel Radiance source: Desktop radiance.

III. Validation numérique de l'éclairage naturel (simulations et Résultats) :

Pour établir cette numérisation, nous avons eu recours au deux logiciels précédents afin d'atteindre des résultats précis. Alors Dans la suite de ce rapport, nous avons procédé à l'évaluation numérique des niveaux d'éclairement intérieur, et de facteur lumière du jour flj moyen . Ces paramètres sont vérifiés sous les différents états du ciel, a des différentes périodes de l'année estivale, équinoxe et

hivernale et a à trois horaires différents de la journée : à 9 h, à 12 h et à 15 h afin d'examiner le changement journalier de la lumière naturelle, qui est strictement dépendant du mouvement des rayons solaires et cela et conforme au travail in situ.

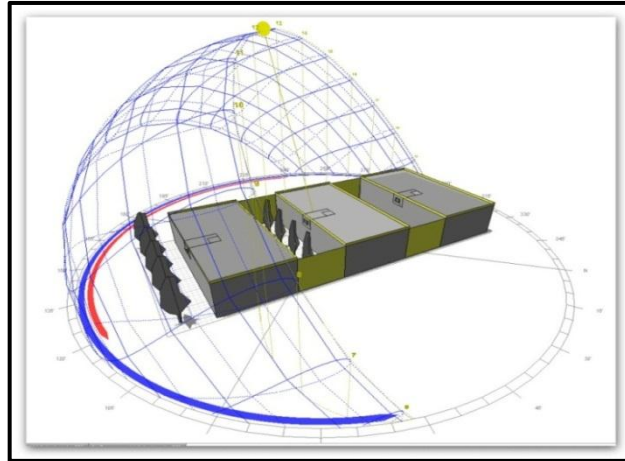


Figure 54:vue sur les chambres d'hospitalisation conçues par Ecotect 2011 source: auteur.

III.1.période estivale (23 juin): Etat du ciel : couvert

a. Validation numérique de l'éclairage naturel dans la chambre 01:hospitalisation médecine hommes dans la période estivale:

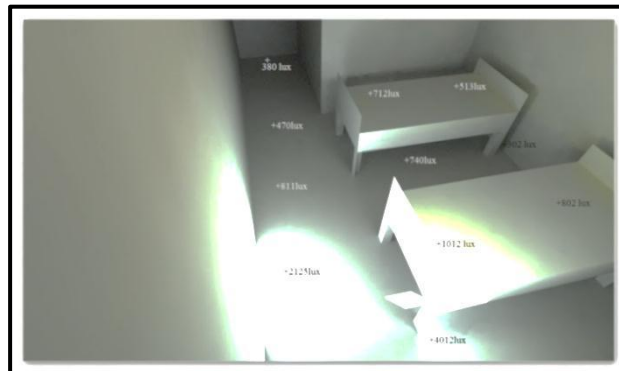


Figure 55:rendu de la simulation d'éclairément intérieur dans la chambre1 hospitalisation hommes a 9 h dans la période estivale source : auteur

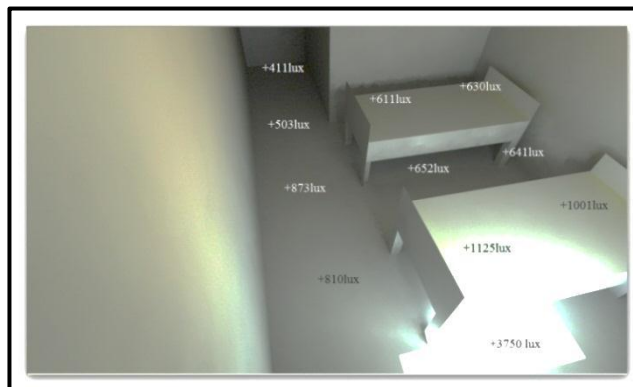


Figure 56:rendu de la simulation d'éclairément intérieur dans la chambre1 hospitalisation hommes a12 h dans la période estivale source : auteur

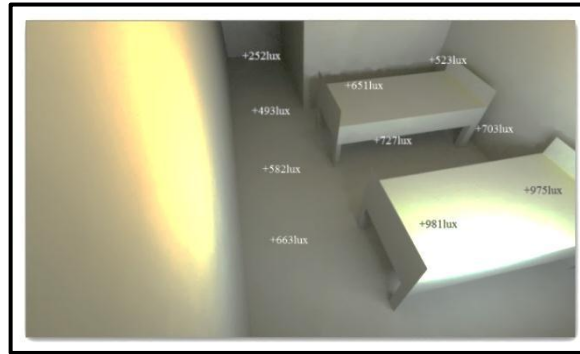


Figure 57: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre 1 hospitalisation hommes à 15 h dans la période estivale source : auteur

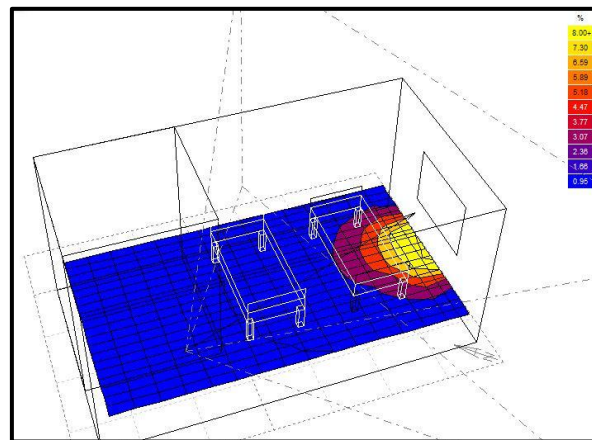


Figure 58: Contour du FLJ moyen à 0,70m de la chambre 1 hospitalisation hommes dans la période estivale source : auteur

La validation numérique des conditions d'éclairage intérieur et du flj moyen dans la chambre 1 pendant la période estivale révèle un rapprochement remarquable avec les valeurs comptabilisées au niveau de l'enquête in situ. Le niveau d'éclairage horizontal moyen E_{moy} à 9h =1001 Lux (Figure 55) et celui du 12h =687Lux (Figure 56) et à 15h =655Lux (Figure 57), montrent un excès en matière d'éclairage naturel c'est-à-dire des valeurs supérieures à la norme recommandée (300lux) et concernant l'uniformité et la répartition, l'éclairage n'est pas uniformément reparti durant les trois périodes on remarque toujours que les valeurs max sont parallèles au mur de fenestration et le malade du lit à côté de la fenêtre est toujours exposé aux taches solaires dues à l'excès de lumière naturelle intérieure. et la partie arrière de la chambre reste la plus sombre (problème de l'uniformité)

Le FLJ moyen à 0,70m vari de 0,95 % à 8% (Figure 58), le contour FLJ au niveau de l'espace d'étude montre clairement qu'au niveau du mur de fenestration, la valeur du facteur de la lumière du jour atteint son max (8%) qui est supérieur à la norme recommandé qui est (5%). A, les valeurs en dehors du lit à côté de la fenêtre sont trop basses, comprises entre 0,95 et 1.66%. et qui sont inférieures à la norme recommandée (5%). la figure 46 prouve que l'éclairage intérieur est loin d'être uniforme et L'éclairage unilatéral à pour effet une concentration de la lumière naturelle au niveau du mur

de fenestration et par conséquent une mauvaise répartition de cette lumière sur tout l'espace.

b. Validation numérique de l'éclairage naturel dans la chambre02: hospitalisation pneumologie dans la période estivale:

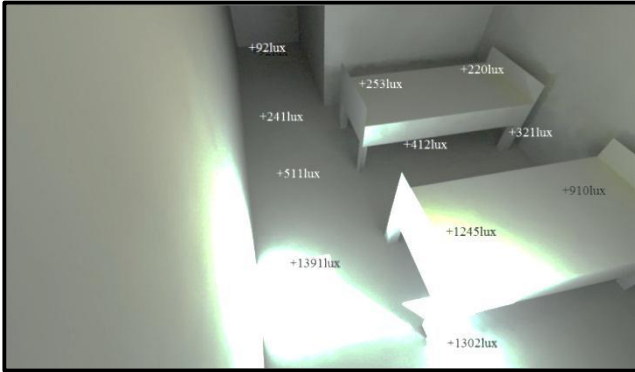


Figure 59: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre2 hospitalisation pneumologie a 9 h dans la période estivale source : auteur

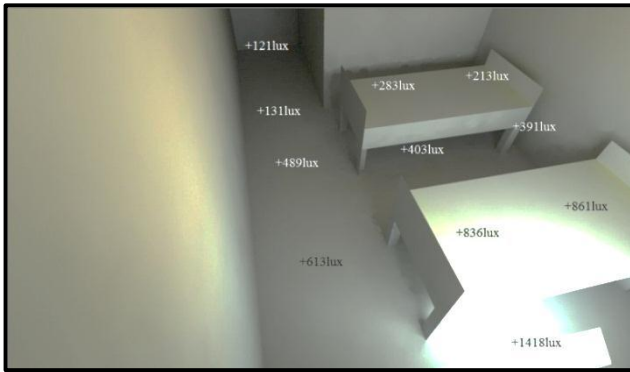


Figure 60: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre2 hospitalisation pneumologie a 12 h dans la période estivale source : auteur

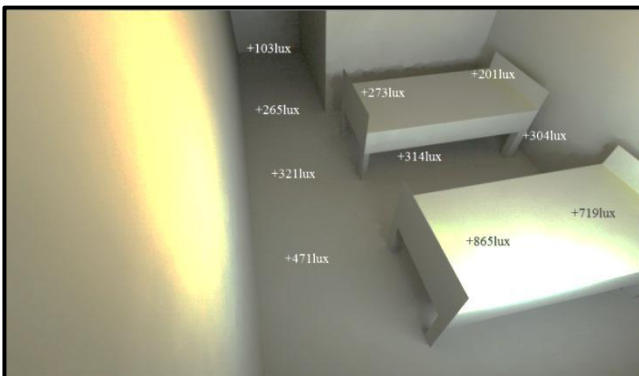


Figure 61: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre2 hospitalisation pneumologie a 15 h dans la période estivale source : auteur

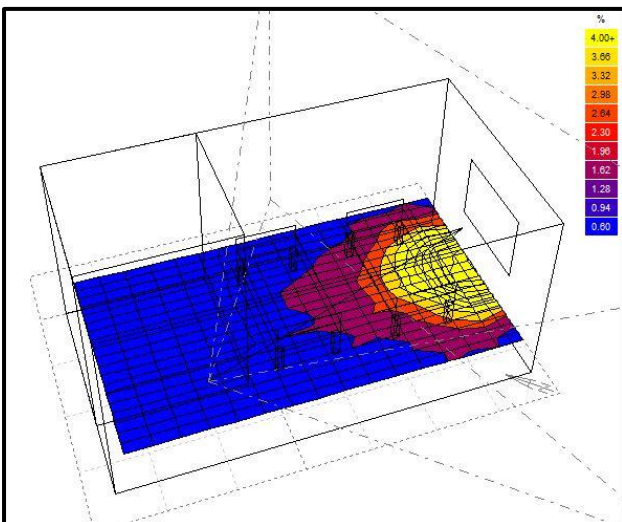


Figure 62: Contour du FLJ moyen à 0,70m. de la chambre2 hospitalisation pneumologie dans la période estivale source : auteur

L'évaluation numérique de l'éclairage et du flj moyen de la chambre 2 dans la période estivale confirme d'une grande partie les résultats obtenues lors de la campagne de mesures, ceci avec un niveau d'éclairage horizontal moyen à 0,70m $E_{moy} = 620$ Lux a 9h (figure59), $E_{moy} = 523$ Lux a 12h (figure60), et $E_{moy} = 380$ Lux a 15h (figure61), les valeurs du E_{moy} de 9h et 12h sont supérieures à la norme recommandée (300lux) et E_{moy} de la période 15h et presque ajusté a la norme .mais la réparation de la lumière dans les trois périodes de la journée reste toujours non uniforme avec un décroissement remarquable des valeurs à partir du mur de fenestration.

Les valeurs du FLJ moy à 0,70m comprises entre 0,60% a 4% (Figure 62), des valeurs relativement supérieure par rapport à celle de la campagne de mesures. Ceci est dû peut être à certaines zones bien éclairées dans l'espace d'étude prises en considération dans la simulation Ecotect, Le contour FLJ (Figure 52) indique des valeurs élevées au niveau de lit 1 situé près des fenêtres. Les valeurs à l'intérieur de la chambre sont inférieures à la norme max recommandée 5% cela dans tout l'espace . Le plan horizontal du flj affiche une répartition non uniforme de la lumière (Figure 62).

c. Validation numérique de l'éclairage naturel dans la chambre 03: hospitalisation orthopédie hommes dans la période estivale:

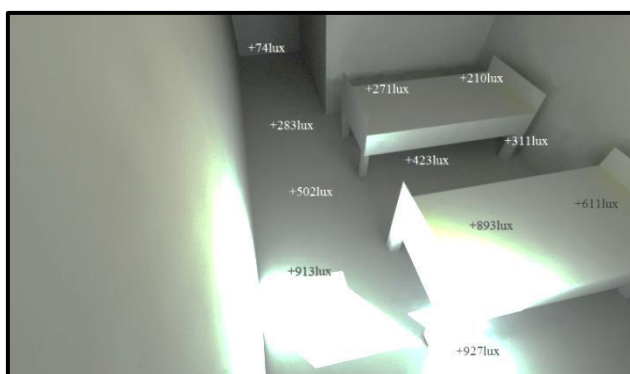


Figure 63: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre3 orthopédie a 9h dans la période estivale source : auteur

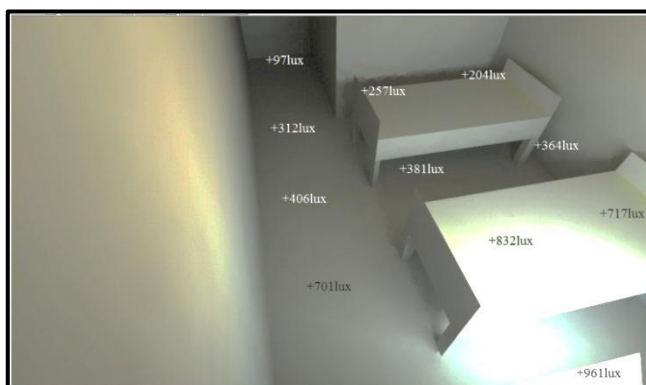


Figure 64: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre3 orthopédie a 12h dans la période estivale source : auteur

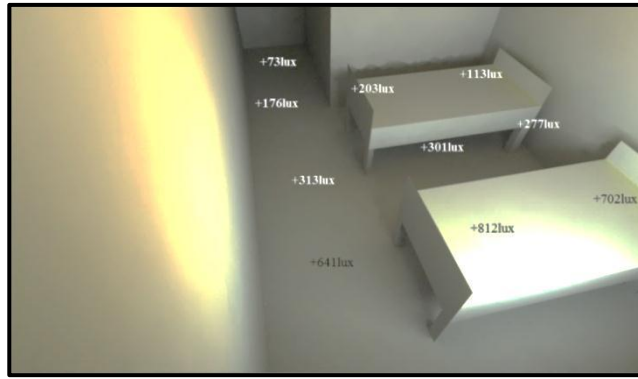


Figure 65: rendu de la simulation d'éclairage Intérieur dans la chambre3 orthopédie a 15h dans la période estivale source : auteur

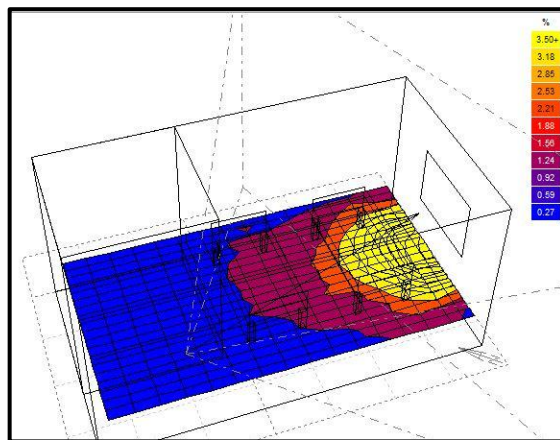


Figure 66: Contour du FLJ moyen à 0,70m. de la chambre2 hospitalisation orthopédie dans la période estivale source : auteur

Sous les mêmes conditions du ciel pour la chambre 3 d'hospitalisation orthopédie, et avec des valeurs obtenues par simulation via les logiciels choisis se rapprochent à 80% de celles du luxmètre in situ . On remarque que le niveau d'éclairage horizontal moyen est de l'ordre de 490 Lux pour la période de 9h (figure 63), 470 Lux pour la période de 12h (figure 64), et 360 Lux pour la période de 15h (figure 65), Effectivement, les niveaux d'éclairage moyen intérieur a 9h et a12h sont supérieures à la norme 300lux.et celui de la période 15h un chiffre inferieure à la norme requise (300 Lux), et on remarque toujours le même problème de la mauvaise répartition de la lumière naturelle sur toute la chambre.

Les valeurs du FLJ moy à 0,70m comprises entre 0,27% a 3.5% (Figure 66), des valeurs relativement supérieure par rapport à celle de la campagne de mesures et on remarque La concentration de la lumière diffuse au niveau de lit aux murs de fenestration, Le contour FLJ (Figure 66) indique des valeurs élevées au niveau de lit 1 situé près des fenêtres. Les valeurs à l'intérieur de la chambre sont inférieures à la norme max recommandée soit 5 % cela dans la partie du premier lit et inférieurs aussi a la norme dans la partie du deuxième lit et a côté de la porte. Le plan horizontal du flj affiche une répartition non uniforme de la lumière (Figure 66).

III.2. période d'équinoxe (23 Septembre): Etat du ciel : ciel clair

a. Validation numérique de l'éclairage naturel dans la chambre01:hospitalisation médecine hommes dans la période d'équinoxe:

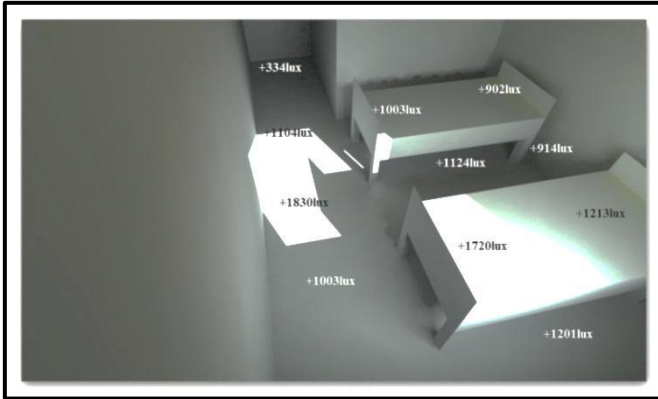


Figure 67: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre1 hospitalisation hommes à 9 h dans la période d'équinoxe source : auteur

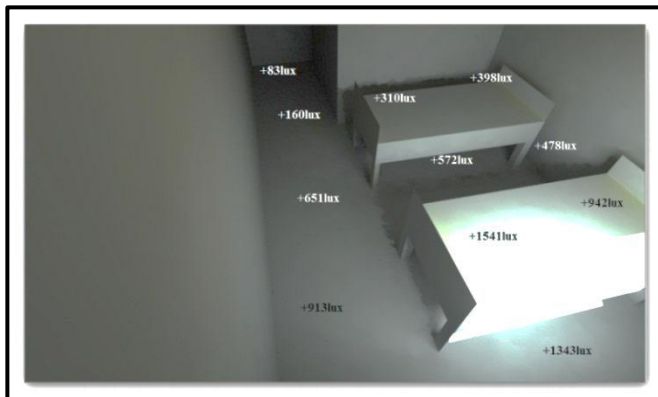


Figure 68: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre1 hospitalisation hommes à 12h dans la période d'équinoxe source : auteur

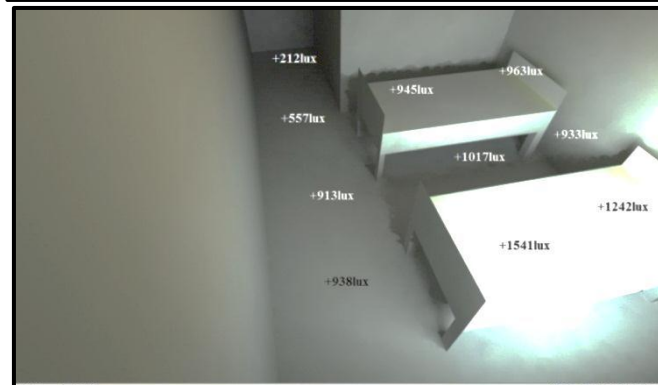


Figure 69: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre1 hospitalisation hommes a 15h dans la période d'équinoxe source : auteur

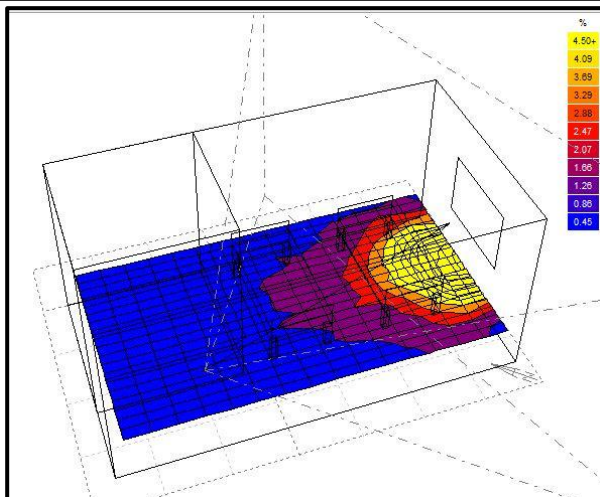


Figure 70: Contour du FLJ moyen à 0,70m. de la chambre1 hospitalisation hommes dans la période d'équinoxe source : auteur

Par l'évaluation numérique de la chambre1 dans la période d'équinoxe ,on a confirmé que l'éclairage intérieur dans les différentes périodes de la journée est largement Supérieur à la norme on a donc l'éclairage moyen a 9h et de 1045lux (figure 67) ,l'éclairage moyen a 12h et de 670lux (figure 68) et à 15h l'éclairage moyen égale à 920 lux (figure 69). Ses valeurs sont, largement supérieures au 300 Lux recommandés. et de point de vue uniformité et répartition de la lumière on remarque que l'éclairage n'est pas uniformément repartis dans les trois périodes et toujours les valeurs max sont parallèles au mur de fenestration et le malade du lit à côté de la fenêtre souffre toujours des taches solaires dus au excès de lumière naturelle et la partie de la porte reste la plus sombre dans la chambre, et pour les résultats du flj moyen révèlent des valeurs entre 0.45% et 4.5%, l'allure du contour FLJ prend un effet radial (figure 70) ayant pour origine le mur de fenestration dont la valeur max atteint 4.5%. Ces valeurs sont en adéquation avec les résultats évoquées lors de la campagne de mesure mais ils demeurent inférieurs de la valeur recommandée (5%) ..

b. Validation numérique de l'éclairage naturel dans la chambre02: hospitalisation pneumologie dans la période d'équinoxe :

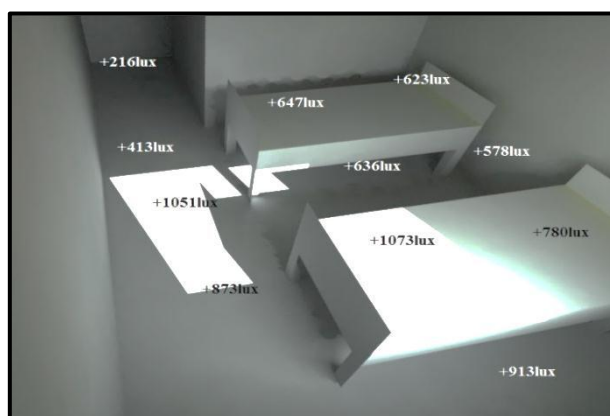


Figure 71:rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre2 hospitalisation pneumologie à 9 h dans la période d'équinoxe source : auteur

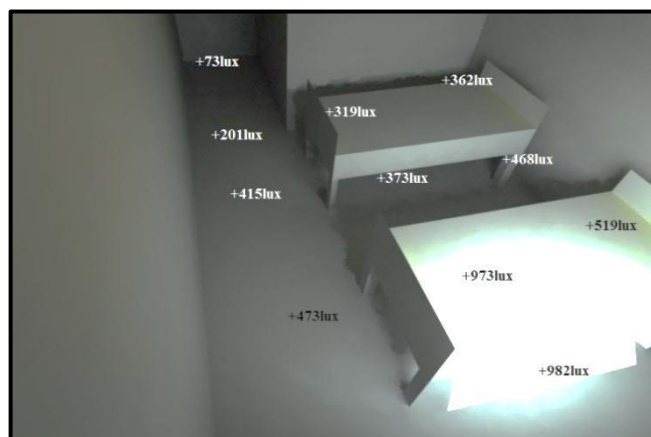


Figure 72:rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre2 hospitalisation pneumologie à 12h dans la période d'équinoxe source : auteur

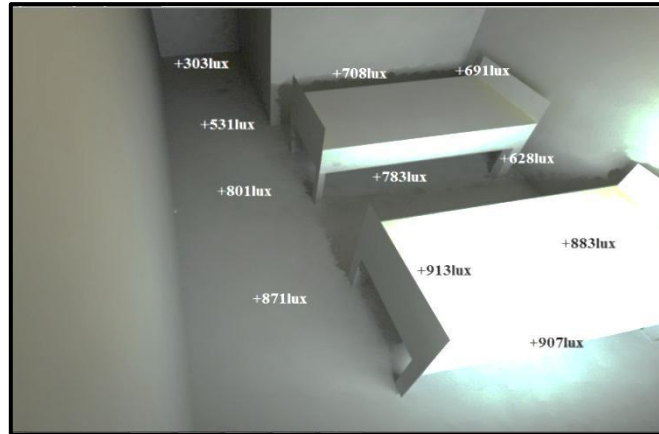


Figure 73: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre2 hospitalisation pneumologie à 15h dans la période d'équinoxe source : auteur

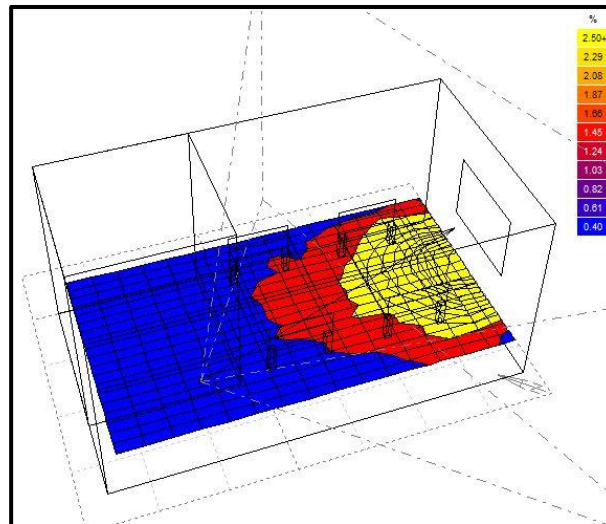


Figure 74: Contour du FLJ moyen à 0,70m. de la chambre2 hospitalisation pneumologie dans la période d'équinoxe source : auteur

En comparant les résultats issus de la validation numérique, on remarque que le rapprochement avec les valeurs de la campagne de mesures est clair. on a donc l'éclairage moyen a 9h et de 700lux (figure 71) l'éclairage moyen a 12h et de 410lux (figure 72) et à 15h l'éclairage moyen égale à 730 lux (figure 73). Le niveau d'éclairage horizontal à l'intérieur de l'espace d'étude a connu une hausse entre 12h et 15h, qui demeure toujours supérieure à la norme 300lux. Le contour du FLJ indique des valeurs qui varient entre 0.40 % et 4.5 % (figure 74) des valeurs qui restent toujours inférieures à la norme recommandée 5% et pour l'uniformité on remarque que l'éclairage n'est pas uniformément réparti dans les trois périodes et toujours les valeurs max sont parallèles au mur de fenestration et le malade du lit à côté de la fenêtre souffre toujours des taches solaires dus au excès de lumière.

c. Validation numérique de l'éclairage naturel dans la chambre 03: hospitalisation orthopédie hommes dans la période d'équinoxe:

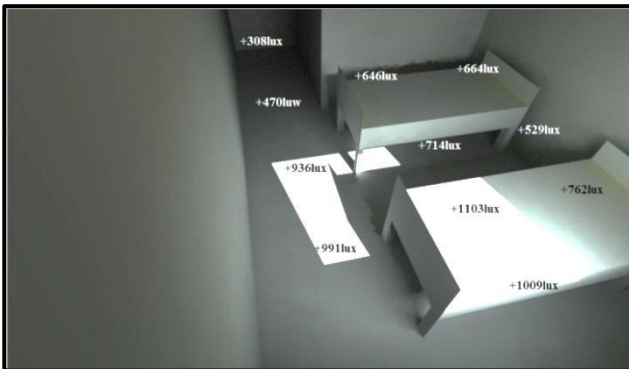


Figure 75: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre3 orthopédie a 9h dans la période d'équinoxe source : auteur

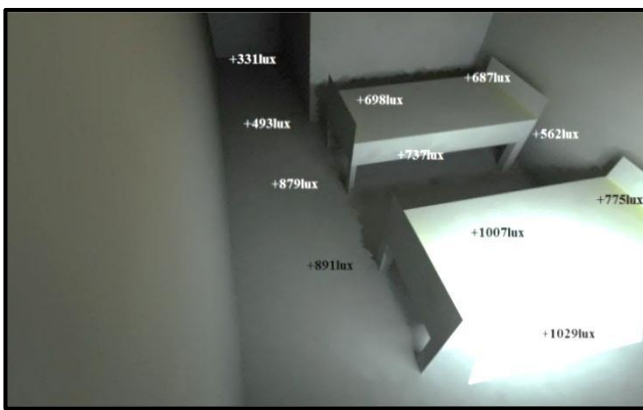


Figure 76: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre3 orthopédie a 12h dans la période d'équinoxe source : auteur

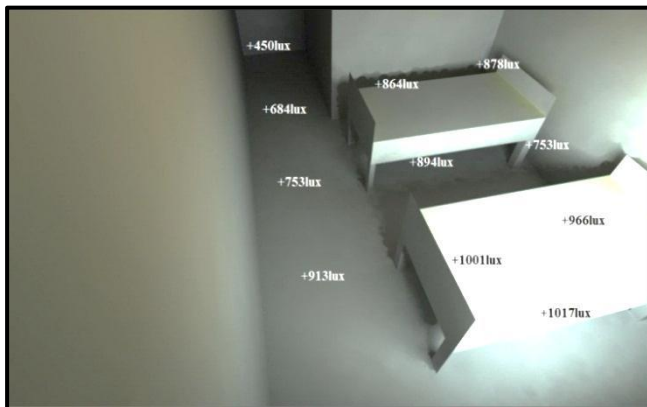


Figure 77: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre3 orthopédie a 15h dans la période d'équinoxe source : auteur

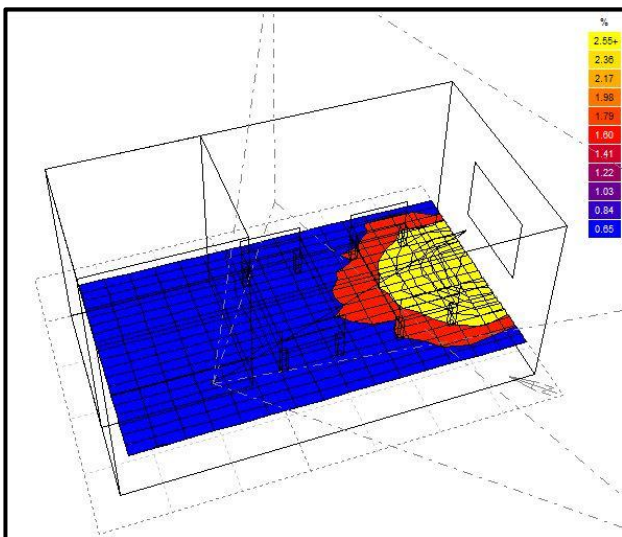


Figure 78: Contour du FLJ moyen à 0,70m. de la chambre3 hospitalisation orthopédie dans la période d'équinoxe source : auteur

Toujours sous un ciel clair au mois de Septembre et pour la chambre 3 d'orthopédie, les niveaux d'éclairage moyen intérieur sont à la hausse par rapport à la deuxième chambre ils ont de 740lux pour 9h (figure 75) et de 735lux pour 12h (figure 76) et 828lux pour la période de 15h. (figure 77) Il est remarquable que les valeurs obtenues par simulation se rapprochent des résultats comptabilisés lors de la campagne de mesures mais c'est des valeurs toujours supérieure à la norme 300lux. La répartition de la lumière et l'uniformité est très hétérogène, ce qui prouve que la lumière à l'intérieur est très mal répartie. Le FLJ moyen à 0,70m vari de 0,65% à 2.55% (Figure 78), le contour FLJ au niveau de l'espace d'étude montre clairement qu'au niveau du mur de fenestration, la valeur du facteur de la lumière du jour atteint son max (2.55%) mais qui est inférieur à la norme recommandée (5%). Les valeurs en dehors du lit à côté de la fenêtre sont trop faibles, comprises entre 0,65 et 1.03%. et qui sont inférieurs à la norme recommandée (5%). la figure 68 prouve aussi que l'éclairage intérieur est loin d'être uniforme et l'éclairage unilatéral à pour effet une concentration de la lumière naturelle au niveau du mur de fenestration et par conséquent une mauvaise répartition de cette lumière sur tout l'espace.

III. 3.période hivernale (23 Décembre): Etat du ciel: ciel clair

a. Validation numérique de l'éclairage naturel dans la chambre 01:hospitalisation médecine hommes dans la période hivernale:

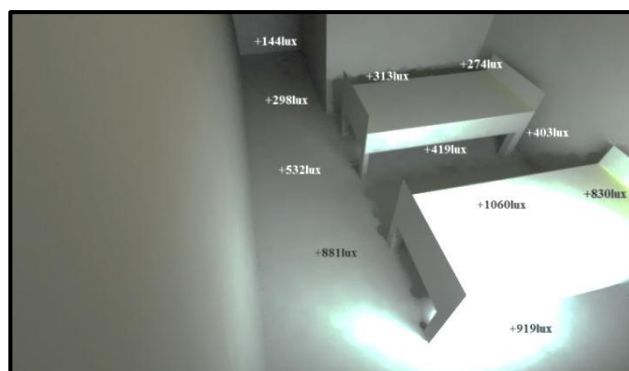


Figure 79: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre1 hospitalisation hommes à 9h dans la période hivernale source : auteur

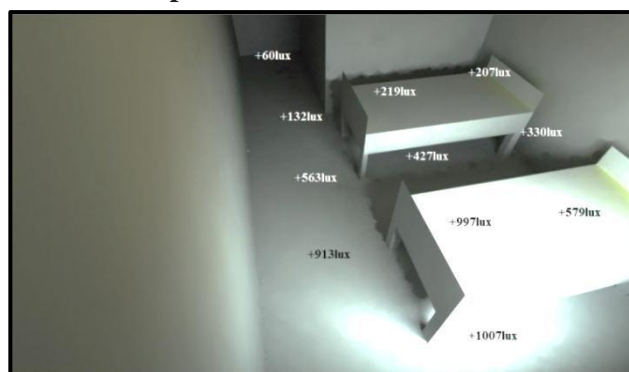


Figure 80: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre1 hospitalisation hommes à 12h dans la période hivernale source : auteur

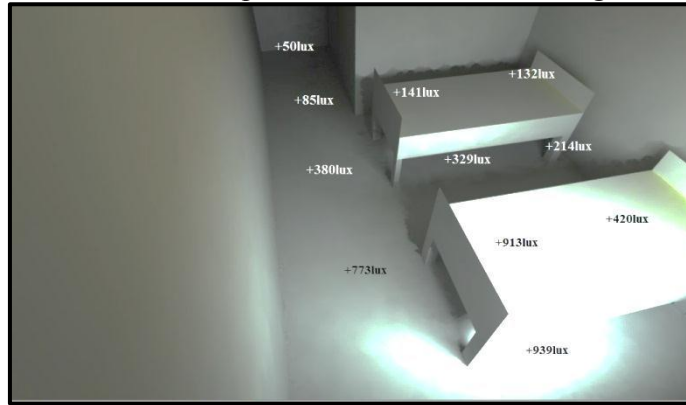


Figure 81: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre1 hospitalisation hommes à 15h dans la période hivernale source : auteur

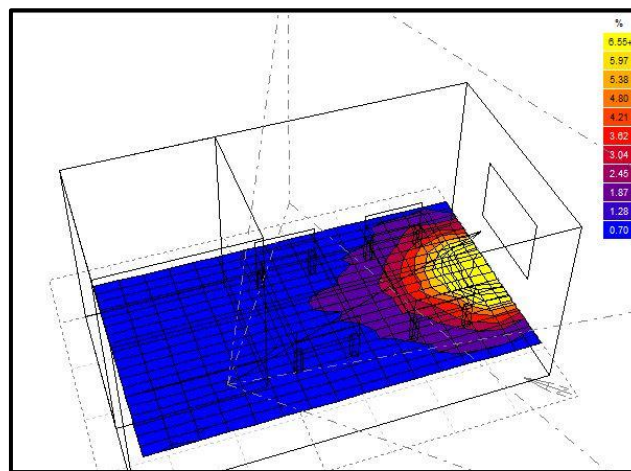


Figure 82: Contour du FLJ moyen à 0,70m. de la chambre1 hospitalisation hommes dans la période hivernale source : auteur

L'évaluation numérique des conditions d'éclairage naturel sous un ciel clair en hiver révèle un rapprochement des valeurs avec celles issues de l'enquête in situ.

Les niveaux d'éclairage moyen intérieur pour la chambre 1 sont de 552lux pour 9h (figure 79) et de 494lux pour 12h (figure 80) et 397lux pour la période de 15h. (Figure 81) Il est remarquable que les valeurs obtenues par simulation ce sont des valeurs supérieures à la norme qui est 300lux. L'allure du contour du FLJ (Figure 82) indique des facteurs à proximité de l'ouverture affichant la valeur de 6.55% qui est supérieure a la norme 5%. Le FLJ moyen vari de 0.70 % a 6.55, , la distribution de la lumière naturelle n'est pas uniforme malgré ciel clair dans les trois périodes et on remarque toujours que les valeurs max sont parallèles au mur de fenestration et le malade du lit à côté de la fenêtre souffre toujours des taches solaires dus au excès de lumière naturelle.et la partie de la porte reste la plus sombre dans la chambre.

b. Validation numérique de l'éclairage naturel dans la chambre02: hospitalisation pneumologie dans la période hivernale:

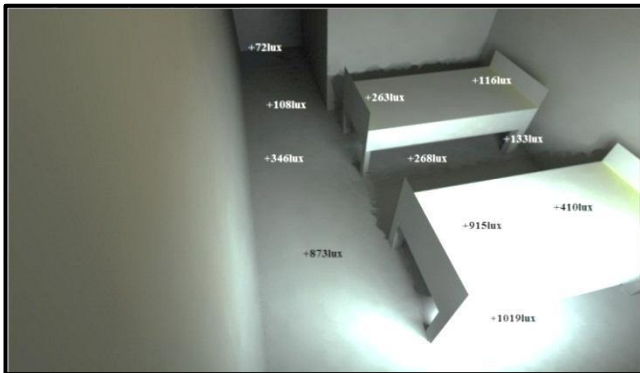


Figure 83: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre2 hospitalisation pneumologie à 9h dans la période hivernale source : auteur

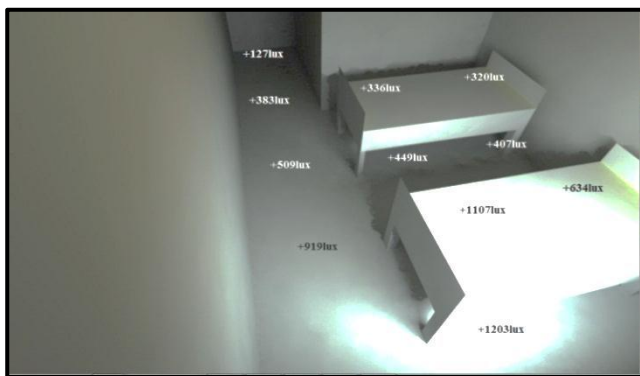


Figure 84: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre2 hospitalisation pneumologie à 12h dans la période hivernale source : auteur

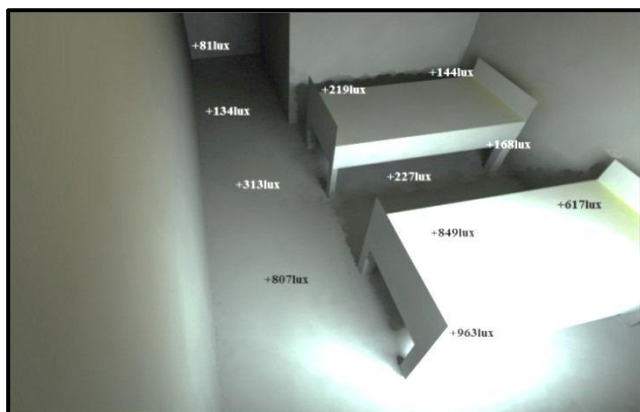


Figure 85: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre2 hospitalisation pneumologie à 15h dans la période hivernale source : auteur

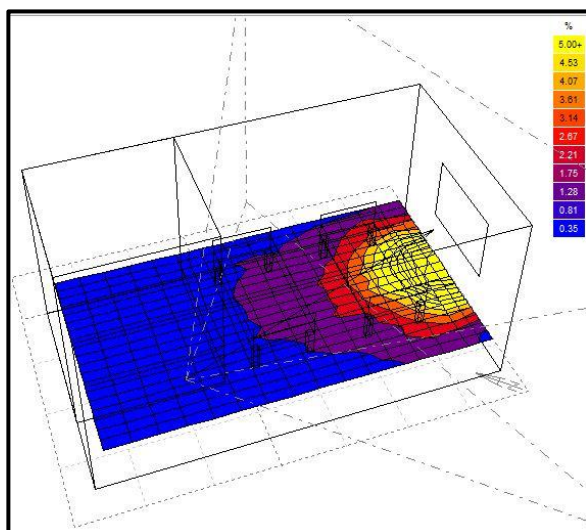


Figure 86: Contour du FLJ moyen à 0,70m. de la chambre2 hospitalisation pneumologie dans la période hivernale source : auteur

L'estimation numérique de l'éclairage et du flj moyen de la chambre 2 dans la période hivernale témoigne d'une grande partie des résultats parvenues lors de la campagne de mesures, ceci avec un niveau d'éclairage horizontal moyen à 0,70m $E_{moy} = 411 \text{ Lux}$ à 9h (figure83), $E_{moy} = 581 \text{ Lux}$ à 12h (figure84), et $E_{moy} = 423 \text{ Lux}$ à 15h (figure85), les valeurs du E_{moy} de 9h et 15h sont un peu proches à la norme recommandée (300lux) et E_{moy} de la période 12h et supérieur à la norme .mais la répartition de la lumière dans les trois périodes de la journée reste toujours non uniforme avec une diminution remarquable des valeurs à partir du mur de fenestration.

Les valeurs du FLJ moy à 0,70m comprises entre 0,35% à 5% (Figure 86), des valeurs relativement supérieure par rapport à celle de la campagne de mesures. Le contour FLJ (Figure 86) indique des valeurs élevées au niveau de lit 1 situé près des fenêtres et presque adéquate à la norme 5%. et Les valeurs à l'intérieur de la chambre sont inférieures à la norme max recommandée 5% cela dans tout l'espace. Le plan horizontal du flj affiche une répartition non uniforme de la lumière.

c. Validation numérique de l'éclairage naturel dans la chambre03: hospitalisation orthopédie dans la période hivernale:

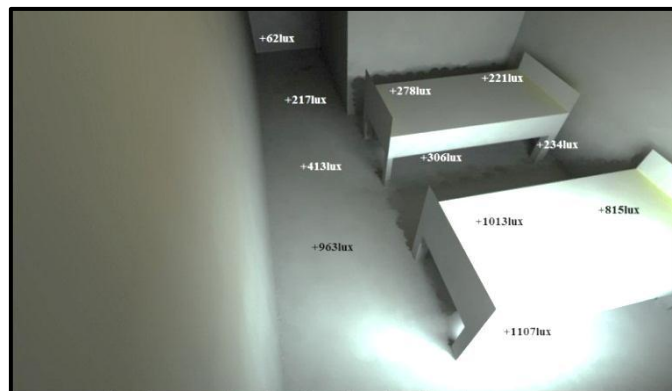


Figure 87: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre3 hospitalisation orthopédie à 9h dans la période hivernale source : auteur

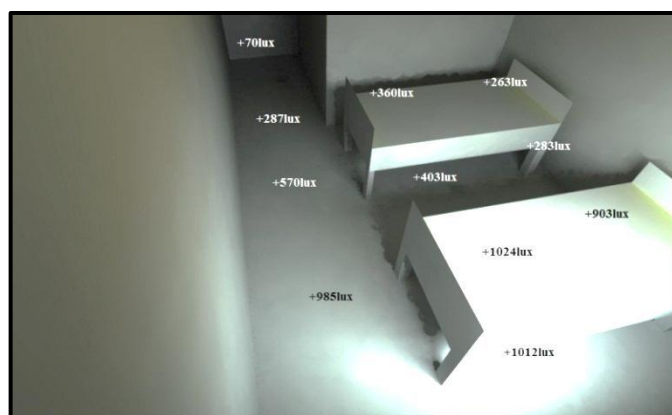


Figure 88: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre3 hospitalisation orthopédie à 12h dans la période hivernale source : auteur

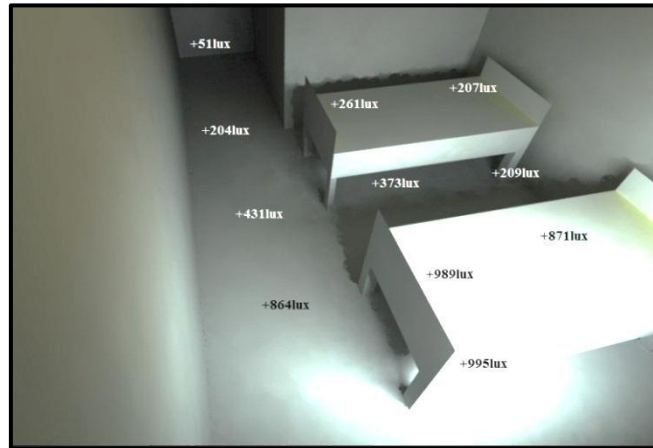


Figure 89: rendu de la simulation d'éclairage intérieur dans la chambre3 hospitalisation orthopédie à 15h dans la période hivernale source : auteur

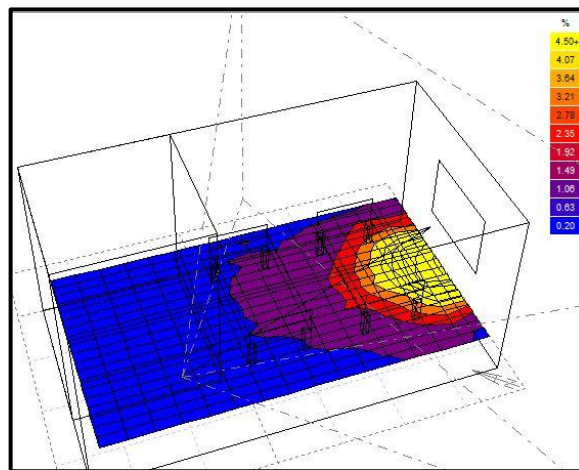


Figure90: Contour du FLJ moyen à 0,70m. de la chambre3 hospitalisation orthopédie dans la période hivernale source : auteur

Sous les mêmes modalités du ciel pour la chambre 3 d'hospitalisation orthopédie en hiver, et avec les valeurs décrochées par la simulation qui se rapprochent de celles du luxmètre in situ. On remarque que le niveau d'éclairage horizontal moyen est de l'ordre de 511 Lux pour la période de 9h (figure 87), 560Lux pour la période de 12h (figure 88), et 495 Lux pour la période de 15h (figure 89), Effectivement, les niveaux d'éclairage moyen intérieur a 9h et a12h et 15h sont rapprochés et ils sont supérieures à la norme 300lux., et on remarque toujours le même gêne de la mauvaise répartition de la lumière naturelle sur toute la chambre, Les valeurs du FLJ moy à 0,70m comprises entre 0,20% a 4.5% (Figure 90), des valeurs relativement supérieure par rapport à celle de la compagnie de mesures et on remarque La concentration de la lumière diffuse au niveau de lit aux murs de fenestration, Le contour FLJ (Figure 90) indique des valeurs élevées au niveau de lit 1 situé près des fenêtres. Mais en gros c'est des valeurs moindres que la norme max recommandée 5 %. Le plan horizontal du flj affiche une répartition non uniforme de la lumière (Figure 90)

VI. Récapitulation des résultats de simulation par logiciels et comparaison aux normes :

La simulation effectuée à l'aide des logiciels ecotect et radiance a permis d'obtenir des résultats précis en matière d'éclairage moyen et du FLJ

Etat du ciel	Espace d'étude	Mois/heure 23Juin	E moy (Lux)	Norme de l'éclairement	FLJ moy (%)	Norme de FLJ	Répartition de la lumière
couvert	Chambre1	9h	1001	300lux	0.95%— 8%	5%	non uniforme
		12h	687				
		15h	655				
	Chambre2	9h	620	300lux	0.60%__ 4%	5%	non uniforme
		12h	523				
		15h	380				
	Chambre3	9h	490	300lux	0.27% — 3.5%	5%	non uniforme
		12h	470				
		15h	360				
Etat du ciel	Espace d'étude	Mois/heure 23Septembre	E moy (Lux)	Norme de l'éclairement	FLJ moy (%)	Norme de FLJ	Répartition de la lumière
clair	Chambre1	9h	1045	300lux	0.25%— 4.5%	5%	non uniforme
		12h	670				
		15h	920				
	Chambre2	9h	700	300lux	0.40%__ 4.5%	5%	non uniforme
		12h	410				
		15h	730				
	Chambre3	9h	740	300lux	0.65% — 2.55%	5%	non uniforme
		12h	735				
		15h	828				
Etat du ciel	Espace d'étude	Mois/heure 23Decembre	E moy (Lux)	Norme de l'éclairement	FLJ moy (%)	Norme de FLJ	Répartition de la lumière
clair	Chambre1	9h	552	300lux	0.70%— 6.5%	5%	non uniforme
		12h	494				
		15h	397				
	Chambre2	9h	411	300lux	0.35%__ 5%	5%	non uniforme
		12h	581				
		15h	423				
	Chambre3	9h	511	300lux	0.20% — 4.5%	5%	non uniforme
		12h	560				
		15h	495				

**Tableau34:Récapitulation des résultats de simulation par logiciels dans les différentes périodes estivale ,
équinoxe et hivernale source : auteur**

V. Conclusion:

Dans cette conclusion, nous avons procédé à une comparaison entre les résultats obtenus lors de la Campagne des mesures et ceux simulés par les logiciels.

Périodes De l'année	Chambres d'hospitalisation	FLJ moy calculé in situ	FLJ moy simulé par logiciels
Estivale 23Juin	Chambre1	0.95% — 7.89%	0.95%— 8.00%
	Chambre2	0.39% — 3.65%	0.60%__ 4.0%
	Chambre3	0.27% — 3.13%	0.27% — 3.50%
Equinoxe 23Septembre	Chambre1	0.44%— 4.03%	0.25%— 4.50%
	Chambre2	0.42%__ 2.33%	0.40%__ 2.50%
	Chambre3	0.65% — 2.53%	0.65% — 2.55%
Hivernale 23Decembre	Chambre1	0.73% — 6.85%	0.70%— 6.50%
	Chambre2	0.34% — 6.67%	0.35%__ 5.00%
	Chambre3	0.24% — 4.45%	0.20% — 4.5%

Tableau35:comparaison des résultats du Flj moyen pendant les différentes périodes de l'année source : auteur

-Le tableau de comparaison les intervalles de valeurs de Flj moyen (tableau 34) montre que dans les trois périodes de l'année estivale, équinoxe et hivernale les valeurs d'FLJ moyen calculées manuellement se rapprochent de ceux du logiciel. on peut dire que la validation des résultats est confirmée sur le plan FLJ moyen .

-Sous un ciel couvert en période estivale le tableau 35, montre que les valeurs d'éclairage intérieur sont trop rapprochées, excepté pour la chambre 01, là où on remarque une différence de 113lux a 12h et 79lux a 15h pendant. Cette différence est due peut être à l'heure de mesure entre le luxmètre et le logiciel Radiance .

-Sous les conditions d'un ciel clair (tableau 35)en période d'équinoxe les valeurs montrent clairement une adéquation totale entre les résultats in-situ et ceux simulés.et La différence est de l'ordre de 2%.Alors, on peut dire que la validation des résultats est confirmée sur le plan des niveaux d'éclairage intérieur.

-Sous les conditions d'un ciel clair (tableau 35)en période hivernale les valeurs montrent clairement une adéquation totale entre les résultats in-situ et ceux simulés.et La différence est de l'ordre de 3 à 4 lux en fin on peut dire que la validation des résultats est confirmée sur le plan des niveaux d'éclairage intérieur

Périodes De l'année	Chambres D'hospitalisation	Périodes des mesures	E moy calculé in situ (Lux)	E moy simulé par logiciels (Lux)	Norme recommandée
Estivale 23Juin	Chambre1	9h	1028	1001	300lux
		12h	800	687	
		15	734	655	
	Chambre2	9h	611	620	
		12h	527	523	
		15	383	380	
	Chambre3	9h	478	490	
		12h	468	470	
		15	361	360	
Equinoxe 23Septembre	Chambre1	9h	1038	1045	300lux
		12h	672	670	
		15	918	920	
	Chambre2	9h	708	700	
		12h	419	410	
		15	733	730	
	Chambre3	9h	743	740	
		12h	738	735	
		15	831	828	
Hivernale 23Decembre	Chambre1	9h	550	552	300lux
		12h	491	494	
		15	401	397	
	Chambre2	9h	417	411	
		12h	584	581	
		15	409	423	
	Chambre3	9h	509	511	
		12h	564	560	
		15	492	495	

Tableau 36: comparaison des résultats du l'éclairément moyen pendant les différentes périodes de l'année

source : auteur

Chapitre 6 :

Analyse, discussion des résultats et des hypothèses.

I. Introduction:

Comme objectif initial de cette recherche qui tend à évaluer l'impact de l'éclairage naturel sur le confort des patients dans les chambres des hôpitaux en zones arides tel que la ville de Laghouat. Le confort du patient qui fait l'objet de deux études à savoir objective et subjective, les résultats de ces études étaient confrontés aux normes régissant le type de confort.

La notion de confort visuel est évoquée par des normes et des recommandations qui précisent des valeurs limites en dessous ou en dessus desquelles le sujet éprouvera une sensation d'inconfort visuel. Ces données sont significatives pour la pratique de la conception mais leurs aspects quantitatifs sont partiels et ne nous semblent pas suffisants pour la description et l'évaluation complète d'un dispositif d'éclairage. Pour cela, nous avons procédé à une analyse à la fois quantitative et qualitative du dispositif d'éclairage dans les chambres des patients à l'hôpital de la ville de Laghouat.

-L'analyse quantitative de l'éclairage naturel d'un local se base sur deux indicateurs l'éclairement lumineux et le facteur de lumière du jour.

-L'analyse qualitative se base sur l'analyse de l'uniformité de l'éclairage et de l'éblouissement.

II. L'analyse quantitative de l'éclairage naturel des chambres d'hospitalisation de l'hôpital de Laghouat:

Pour l'analyse quantitative, nous avons procédé à la comparaison des valeurs résultantes des mesures obtenues par simulation numérique, étant donné qu'elles se rapprochent des valeurs dégagées de la compagnie in situ, aux valeurs recommandées par la réglementation, spécialisée dans l'éclairage des chambres des hôpitaux..

II.1.Analyse de l'indicateur « éclairement lumineux moyen »

En nous appuyant sur le fait que l'éclairement moyen général recommandé pour les chambres des hôpitaux est de 300 Lux, nous pouvons relever les points suivants :

II.1.1 pendant la période estivale :

Sous les conditions d'un ciel couvert, en période estivale, l'éclairement lumineux moyen dans les trois chambres d'hospitalisation est constamment en excédent par rapport à la norme recommandée dans les trois périodes de la journée 9h 12h et 15h figure 91 . Les chambres 2 et 3 accusent des valeurs d'éclairement intérieur supérieures à la norme 300 Lux, la chambre02 $380 \leq E_{\text{moy}} \leq 620$ Lux.et la chambre03 $360 \leq E_{\text{moy}} \leq 490$ Lux. Alors que pour la chambre 1 , le niveau d'éclairement moyen pendant toute la journée s'inscrit dans le domaine $655 \leq E_{\text{moy}} \leq 1001$ Lux. qui est l'intervalle le plus grand . on remarque que à 12h et à 15h, une baisse au niveau de l'éclairement intérieur, ressenti particulièrement pour la chambre02 .

Avec une orientation Sud-est des vitres, et malgré la présence de la protection solaire et même aussi le ciel est couvert on remarque que les trois chambres reçoivent d'irradiations solaires surtout à 9h. ce qu'il

engendre que le lit 1 a côté de la fenêtre est frappé par des taches solaires, ce qui provoque un éblouissement du malade en position allongée sur le lit.

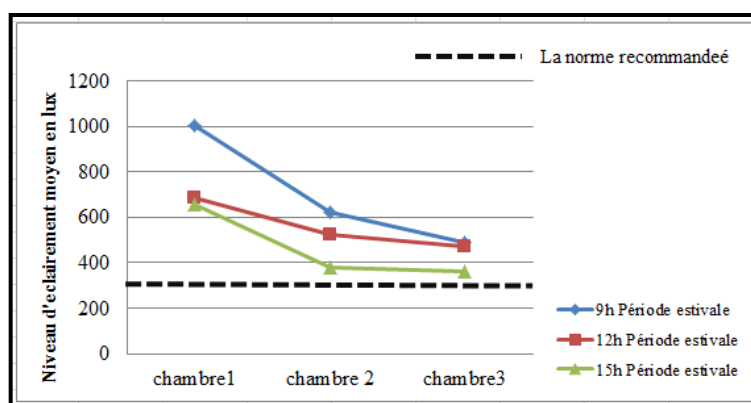


Figure91: Comparaison des niveaux d'éclairage intérieur moyen pour les trois chambres d'hospitalisation en période estivale. Source: Auteur

II.1.2 pendant la période d'équinoxe:

Sous un ciel clair de l'équinoxe de l'automne, l'éclairage lumineux dans les trois chambres est en Surplus par rapport à la norme 300lux. Il s'inscrit dans l'intervalle compris entre 670et 1045Lux pour la chambre 1, entre 410et 730Lux pour la chambre 2 et entre 735et 828Lux pour la chambre 3 (Figure 92). La chambre 1 présente les valeurs les plus grandes de l'éclairage moyen puis la chambre 3 et en fin la chambre2.et a 15h, la chambre 02 présente un niveau d'éclairage lumineux moyen proche a la norme recommandée.

Ces niveaux d'éclairage lumineux intenses présentent un risque d'inconfort dû à la saturation et peuvent provoquer l'éblouissement des malades.

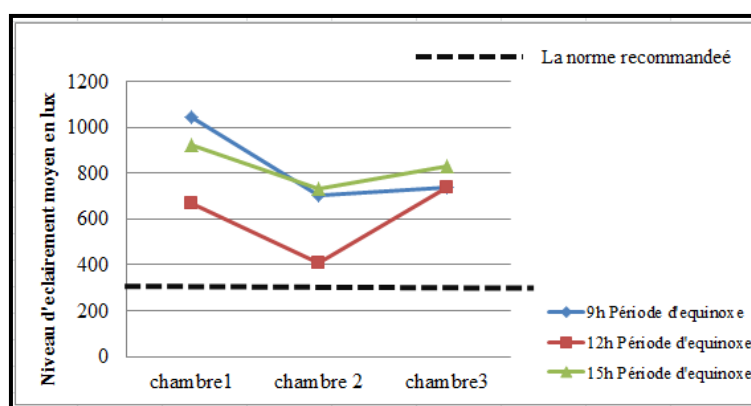


Figure92: Comparaison des niveaux d'éclairage intérieur moyen pour les trois chambres d'hospitalisation en période d'équinoxe. Source: Auteur

II.1.3 pendant la période hivernale:

Sous les conditions d'un ciel clair serein au Décembre, le niveau d'éclairage intérieur horizontal dans les trois chambres est en surplus par rapport a la norme 300lux. Il s'inscrit dans l'intervalle compris entre 397et 552Lux pour la chambre 1, entre 411et 581Lux pour la chambre 2 et entre 495et 560Lux pour la

chambre 3 (Figure 93).à 12h le niveau d'éclairage est trop suffisant, voir excessif dans toutes les chambres d'hospitalisation.

Les niveaux d'éclairage intenses durant la matinée et l'après-midi présentent un risque d'inconfort dû à la saturation et peuvent provoquer l'éblouissement des malades

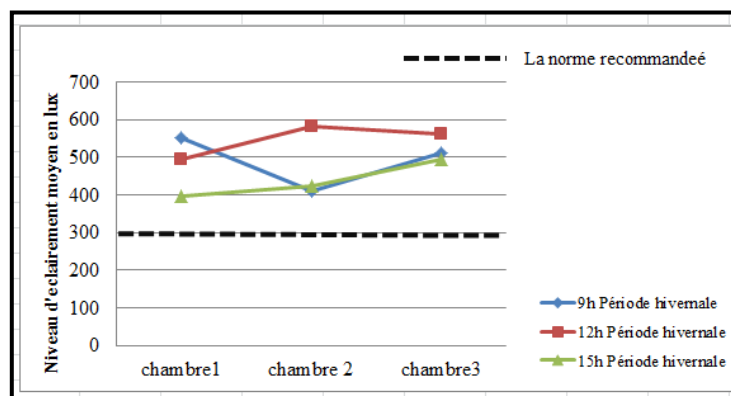


Figure93: Comparaison des niveaux d'éclairage intérieur moyen pour les trois chambres d'hospitalisation en période hivernale. Source: Auteur

II.1.4.justifications et Résumés des trois périodes

En résumé, nous pouvons dire que sous les conditions du ciel clair serein en équinoxe et en hiver ,il y a un ensoleillement direct durant la matinée dans les chambres d'hospitalisation En effet, les fenêtres verticaux orientés vers le sud l'est, laissent pénétrer la lumière solaire directe durant toute la matinée sous des angles d'incidence différents . Ceci provoque des éclairages lumineux excessifs et des contrastes importants qui conduisent souvent à une sensation d'inconfort visuel dû à la saturation et même à l'éblouissement des malades.



Figure94: Comparaison par images des niveaux d'éclairage intérieur moyen pour la chambre d'hospitalisation hommes 01 dans les différentes périodes de l'année Source: Auteur



Figure95:Comparaison par images des niveaux d'éclairage intérieur moyen pour la chambre d'hospitalisation pneumologie 02 dans les différentes périodes de l'année Source: Auteur



Figure96: Comparaison par images des niveaux d'éclairage intérieur moyen pour la chambre d'hospitalisation orthopédie03 dans les différentes périodes de l'année Source: Auteur

Conséquence de cet ensoleillement direct, nous avons observé sur les parois et les lits de malades, l'effet de « tâches solaires » car la pénétration directe des rayons solaires à l'intérieur des chambres d'hospitalisation, génère des motifs d'ombres et de Lumière qui se projettent sur le sol, les murs, et les lits de malades surtout le lit de malade qui est coté de la fenêtre (figures 94.95.96). Ces tâches évoluent et changent de position durant la journée et durant les différentes saisons de l'année, selon l'angle d'incidence des rayons solaires. Ces jeux de taches solaires constituent un intéressant moyen d'utiliser la lumière naturelle et en particulier la lumière solaire directe pour transformer et articuler l'espace de manière dynamique. Mais elles sont surtout des sources d'inconfort visuel intense, comme l'ont exprimé les malades interrogés dans le questionnaire.

Face à la présence de ces tâches solaires, les malades qui ne supportent pas la présence des rayons solaires directs dans leur champs de vision, affichent un comportement particulier se traduisant par:

- Le déplacement du malade vers le deuxième lit si il n'est pas occupé.
- Le déplacement de lit dans une zone ombrée de la chambre malgré que la surface est limité.

II.2.Analyse de l'indicateur « Facteur de lumière du jour FLJ moyen de la journée »

II.2.1 pendant la période estivale :

Les valeurs moyennes enregistrées pour les iso facteurs lumière du jour, pendant les trois Périodes de la journée, sont inférieurs à 5%(Figure 97) pour les chambres 2 et 3.Cet état de fait indique clairement que les dimensions des fenêtres par rapport aux surfaces des planchers sont inférieurs a la norme algérienne qui préconise un rapport de l'ordre de 1/8 jusqu'à 1/6, et par conséquent la quantité de lumière qui passe par ces fenêtres par rapport à l'éclairage extérieur n'atteint pas les 5%, norme exigée.et pour le cas de la chambre1 qui atteint par fois la norme de 5%, mais pas dans la totalité de l'espace donc cela reste insuffisant .

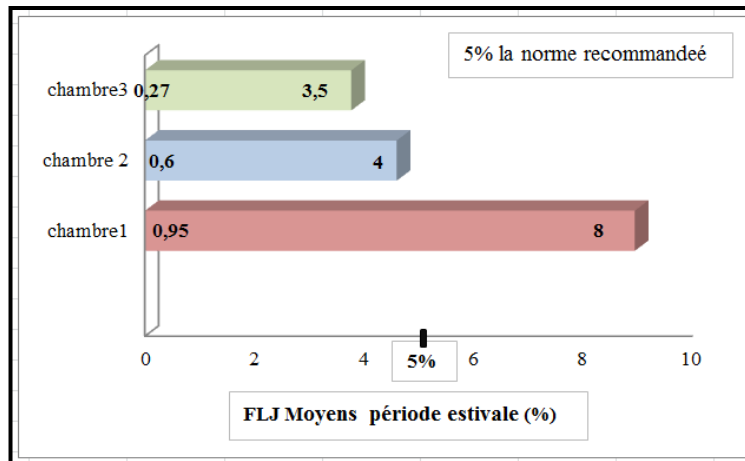


Figure97: Comparaison des FLJ moyens pour les trois chambres d'hospitalisation en période estivale.
Source: Auteur

II.2.2. pendant la période d'équinoxe :

Les valeurs moyennes enregistrées pour les iso facteurs lumière du jour, pendant les trois Périodes de la journée et dans les trois chambres, sont inférieures à 5%(Figure98). Cet état de fait indique clairement que les dimensions des fenêtres par rapport aux surfaces des planchers n'arrivent pas à atteindre la norme algérienne qui préconise un rapport de l'ordre de $1/8$ jusqu'à $1/6$, et par conséquent la quantité de lumière qui passe par ces fenêtres par rapport à l'éclairement extérieur ne dépasse les 4.5%, et n'atteint plus la norme demandée.

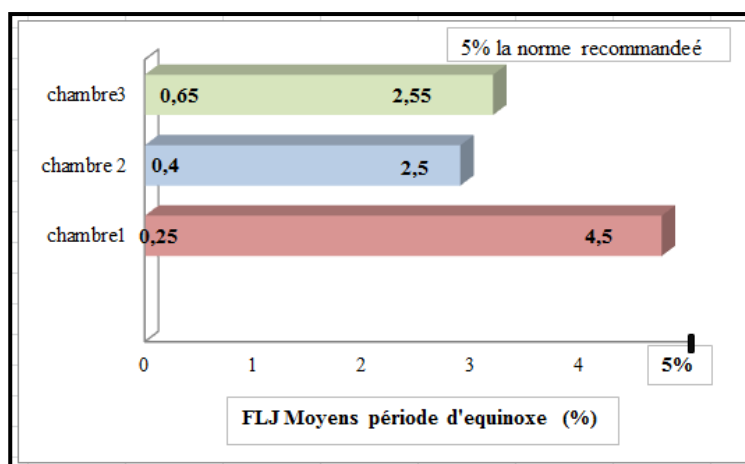


Figure98: Comparaison des FLJ moyens pour les trois chambres d'hospitalisation en période d'équinoxe.
Source: Auteur

II.2.3 pendant la période hivernale

Les valeurs moyennes enregistrées pour les iso facteurs lumière du jour, pendant les trois Périodes de la journée, sont inférieurs à 5%(Figure 99) pour les chambres 2 et 3. Cet état de fait indique clairement que les dimensions des fenêtres par rapport aux surfaces des planchers sont inférieurs à la norme algérienne qui préconise un rapport de l'ordre de $1/8$ jusqu'à $1/6$, et par conséquent la quantité de

lumière qui passe par ces fenêtres par rapport à l'éclairement extérieur n'atteint pas les 5%, norme exigée. et pour le cas de la chambre1 qui dépasse par fois la norme de 5%, mais pas dans la totalité de l'espace et par conséquent la quantité de lumière qui passe par ca fenêtre par rapport à l'éclairement extérieur dépasse les 5% de la norme exigée.

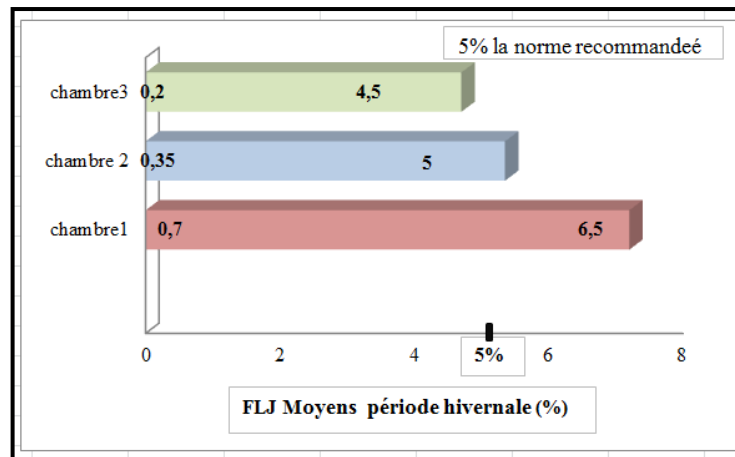


Figure99: Comparaison des FLJ moyens pour les trois chambres d'hospitalisation en période hivernale.
Source: Auteur

III. L'analyse qualitative de l'éclairage naturel des chambres d'hospitalisation de l'hôpital de Laghouat:

III.1. Analyse de l'uniformité:

Un éclairage uniforme est nécessaire pour éviter d'incessantes et fatigantes adaptations des yeux et pour garantir un niveau d'éclairement suffisant quel que soit l'endroit où l'on dispose, En ce qui concerne l'uniformité de l'éclairement naturel dans les chambres des hôpitaux , c'est beaucoup plus compliqué ! En effet, la distribution de la lumière dans un espace dépend de la répartition et l'emplacement des fenêtres et de la réflexion des parois. Elle est d'autant meilleure que les réflexions de chaque paroi sont élevées et uniformément réparties (couleurs uniformes).

Nous avons constaté dans les trois périodes de l'année et à travers la répartition des éclairagements dans les chambres que, suite à la directivité de la lumière naturelle, la partie à côté de la fenêtre de la chambre est toujours plus éclairée que la partie à côté de la porte et cela dans les différentes périodes de l'année , et que les éclairagements lumineux max sont toujours à proximité des parois de fenestration et que l'éclairement du fond des chambres est toujours faible. Ce qu'il engendre un éclairage non uniformément répartis sur tout l'espace. En fin on peut dire que les trois chambres d'hospitalisation bénéficient d'un éclairage non

uniforme tout au long de l'année, un problème du peut être a la nature de l'éclairage qui est unilatérale ou à la profondeur de la chambre ou bien le rapport longueur_ largeur.

III.2.Analyse de l'éblouissement :

Pour le cas des trois chambres d'hospitalisation, les contrastes d'éclairement et les tâches solaires observées durant la journée en équinoxe en hiver et aussi dans la période d'été sont au contraire un facteur d'aggravation du potentiel d'éblouissement.

D'autre part, la position des fenêtres parallèles au le champs de vision des malades allongés, provoque l'éblouissement direct comme l'ont exprimé des malades interrogés dans le questionnaire in situ. Notons également que la position des luminaires de l'éclairage électrique a la tête du lit du malade provoque aussi des reflets gênants chez les malades .

IV. Discussion des hypothèses et conclusion partielle:

En observant les résultats obtenus manuellement ou par simulation on peut dire que les niveaux d'éclairement moyens calculés pour les trois chambres d'hospitalisation et pendant les différentes périodes de l'année voir excessifs et les facteurs de lumière de jour FLJ calculés durant toute l'année sont inférieurs aux normes recommandées, ces deux facteurs quantitatifs influent aussi sur la qualité de l'éclairage (une répartition non uniforme et la présence des taches qui provoquent l'éblouissement des malades) compte tenu de ces résultats la première hypothèse dans laquelle nous avons prédit que «**L'éclairage naturel des hôpitaux dans la ville de Laghouat est en inadéquation avec les indicateurs normatifs existants dans la réglementation en vigueur**» est confirmée .

L'analyse des différents résultats obtenus et leurs comparaisons avec la réglementation et les normes recommandées nous démontrent que les performances de l'éclairage existant dans les chambres d'hospitalisation de la ville de Laghouat ne sont pas en concordance avec les exigences requises pour le type d'espace étudié et cela est dû à l'absence du paramètre d'éclairage naturel dans la conception des hôpitaux et l'ignorance de son importance , compte tenu de ces résultats la deuxième hypothèse dans laquelle nous avons prédit que «**La réglementation en matière d'éclairage naturel n'est pas intégrée dans la conception des projets des hôpitaux**» est confirmée.

L'homme est, d'une manière générale, beaucoup plus attentif et beaucoup plus confiant en sa vue qu'en ses quatre autres sens réunis (80 % de nos impressions sensorielles sont de nature optique), La lumière permet en effet de voir, de trouver, d'observer. Par ailleurs, trop de lumière, une lumière mal adaptée, mal placée, mal orientée peut s'avérer gênante. En effet, nous disposons d'une horloge biologique interne réglée sur nos expositions quotidiennes à la lumière et gérant notre rythme biologique. Autrement dit, nos expositions successives à la lumière régulent notre sommeil, lequel conditionne notre forme physique et psychologique, et notre santé générale. Tenant compte à cette réalité scientifique et en faisant une projection sur les résultats de l'évaluation objective de l'éclairage naturel dans les chambres d'hospitalisation (calcul manuel et simulation) on retient que la conformité de la quantité l'éclairage naturel existant dans les chambres d'hospitalisation de l'hôpital de Laghouat avec les besoins physiologiques du

malade ne sont pas appropriés et cela influe indirectement sur le confort psychologique comme il a été souligné dans les résultats du questionnaire in situ, compte tenu de ces résultats la troisième hypothèse dans laquelle nous avons prédit que «**Le degré de conformité de la quantité de l'éclairage naturel dans les salles d'hospitalisation avec le besoin physiologique et psychologique du malade n'est pas approprié avec les normes internationales.**» est confirmée, mais le confort psychologique reste quant à lui une notion assez subjective.

Nous nous sommes intéressés à travers cette recherche à la notion de l'éclairage naturel dans les hôpitaux plus précisément les chambres d'hospitalisation dans l'hôpital de la ville de Laghouat dans son dispositif d'éclairage existant dans les chambres n'est pas le plus approprié pour garantir une qualité environnementale satisfaisante, les résultats obtenus confirment qu'il est impératif d'agir sur cette composante essentielle et complexe afin d'assurer le confort des malades, Pour y remédier une série de recommandations et de propositions est présentée dans le prochain sous-titre ..

V. Recommandations :

Selon les résultats obtenus dans la campagne de mesures sur terrain et qui ont été confirmés lors de la simulation par logiciels et même témoignés par les repenses des malades au questionnaire, nous avons confirmé que l'éclairage naturel à l'intérieur des chambres d'hospitalisation, ne peut pas répondre aux exigences recommandées pour assurer le confort des patients. Pour cela, nous avons choisi de présenter quelques recommandations

V.1.Recommandation d'ordre général :

- Lors de la conception d'un dispositif quelconque, dont le but est d'assurer un éclairage naturel pour des chambres d'hospitalisation des malades, il est important d'avoir à l'esprit que la qualité et la quantité de lumière nécessaire n'est pas seulement fonction du confort visuel mais aussi le confort psychique du malade

-L'exigence de confort visuel consiste très généralement d'une part à voir certains objets et certaines lumières (naturelles et artificielles) sans être ébloui, et d'autre part à avoir une ambiance lumineuse satisfaisante quantitativement en termes d'éclairement et d'équilibre des luminances, et qualitativement en termes de couleurs. Ceci afin de faciliter les activités diverses, dans un souci de qualité, de productivité, ou d'agrément, en évitant la fatigue et les problèmes de santé liés aux troubles visuels..

V.2.Recommandations concernant les cas d'étude:

-Revoir les dimensions, le positionnement, et le nombre des fenêtres, de petites fenêtres répartis sur tout l'espace laisseraient passer moins de lumière et d'une façon uniforme. Car L'intensité et la distribution de l'éclairage naturel dans un espace dépendent principalement des trois facteurs suivants : la géométrie de l'espace, l'emplacement et l'orientation des fenêtres et les caractéristiques des surfaces internes.

-Afin d'éviter l'excès de lumière sur une partie de l'espace le cas du lit a cote de la fenêtre, il est indispensable d'éviter la pénétration directe des rayons du soleil. Pour cela, il y a plusieurs moyens par exemple : Les Systèmes ombrage Pour une protection thermique, en plus de la protection contre l'éblouissement, le système d'ombrage doit être extérieur au local.

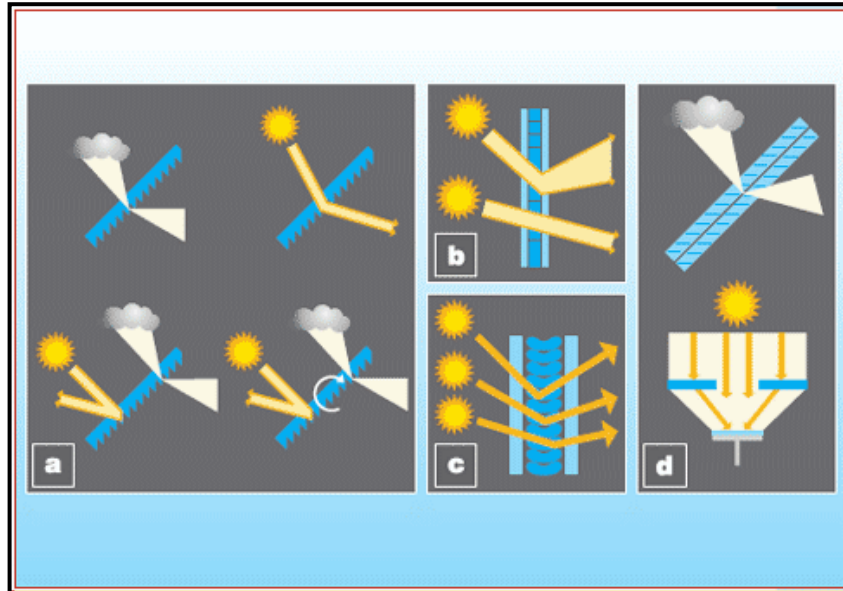


Figure100: exemples des systèmes d'ombrage . Source: <http://www.energies-renouvelables.org/>

-Le vitrage existant peut être recouvert d'un film ou d'une couche réfléchissante réduisant ainsi la quantité de rayons pénétrants à l'intérieur.

- la possibilité d'associer un éclairage zénithale conforme aux normes qui soit bien reparti de manière à rétablir l'équilibre entre les endroits les plus éclairés et ceux qui le sont le moins, notamment la partie de la porte.

-L'installation d'une deuxième peau en verre opaque ou en plexiglas pour les fenêtres, ceci permettrait d'avoir un éclairage moins intense avec une ambiance plus tamisée et douce pour l'œil humain.

- Usage, soit des protections solaires mobiles intérieures de couleur claire pour réduire l'éblouissement tel que les stores vénitiens, ou bien des systèmes à deux positions hiver/été qui doivent être modifiés au bon moment.

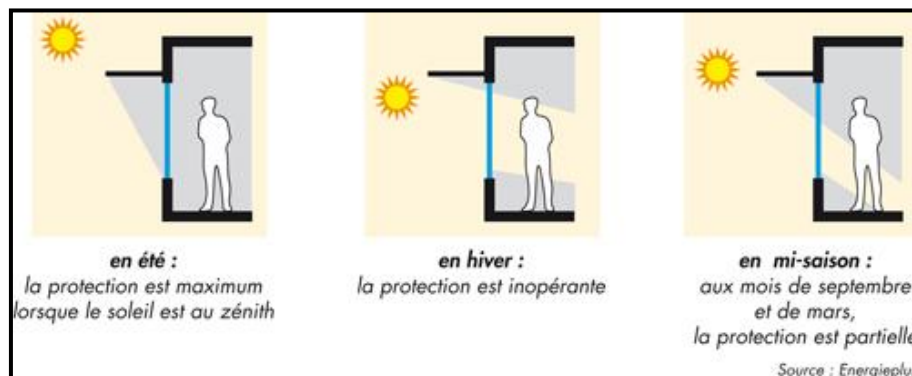


Figure101: exemple de protection solaire . Source: <http://www.info-energie-fc.org>

- Usage des cloisons internes ou de faux plafonds pour intercepter les rayons solaires directs et les diffuser dans le local.
- Usage de cloisons externes situées à l'Est afin de bloquer les rayons solaires directs durant la matinée et les réfléchir pendant l'après midi
- usage des light-shelf pour balancer la lumière

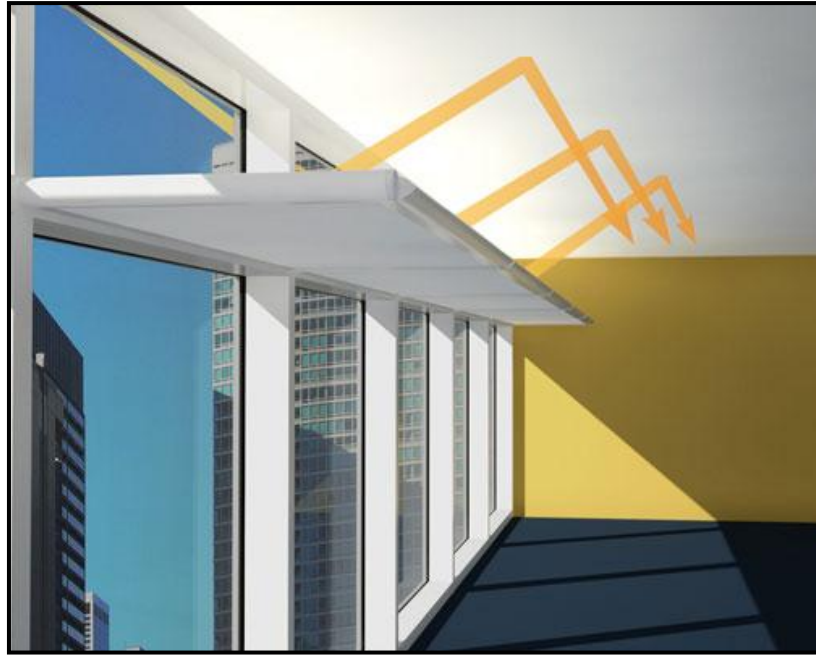


Figure102: exemple de light-shelf . Source: <http://besthomeinspirations.com>

- Employer des couleurs claires de bonne réflectivité pour les surfaces internes des chambres d'hospitalisation. La couleur blanche fournit un avantage global en reflétant la radiation solaire qui serait autrement absorbée et réfléchié en bas vers le local



Figure103: exemple de couleur claire et son impact sur l'espace. Source: <http://www.fr.all.biz/>

- Le type de mobilier ainsi que son agencement peuvent avoir de fortes répercussions sur la distribution de la lumière dans l'espace et sur le confort des malades . Les éléments essentiels habituelle (

lit, chaises , table de nuit pour malade , ...) doivent être disposés judicieusement en fonction de l'emplacement des ouvertures à la lumière naturelle.

VI. Conclusion

L'analyse des différents résultats obtenues et leurs comparaisons avec les normes nous démontrent que les performances de l'éclairage naturel dans les chambres d'hospitalisation de l'hôpital de Laghouat ne sont pas en adéquation avec les exigences requise pour le type d'espace étudié.

Les résultats enregistrés durant l'hiver , l'été, ou bien la période d'équinoxe font état d'une lumière inappropriée pour une hospitalisation et un repos de malade , ceci se traduit par des niveaux d'éclairages hors norme et une mauvaise répartition de la lumière.

Les valeurs du FLJ indiquent clairement que la lumière disponible dans les chambres d'hospitalisation n'est pas conforme aux exigences de la tâche visuelle et n'offre pas les conditions favorables au confort visuel.); L'œil humain étant obligé de fournir un effort afin de s'adapter.

Les informations recueillies par le billet du questionnaire et des observations , ainsi que la comparaison des résultats avec la simulation nous mènent vers les mêmes constatations indiquées plus haut.

La quantité et la qualité de la lumière naturelle à l'intérieur des chambres d'hospitalisation est le résultat de la corrélation de plusieurs facteur qui sont : le type de vitrage, son épaisseur, les dimensions des fenêtres des chambres, leur orientations, et leur formes ainsi que la texture et la couleur des murs intérieurs.

même si on est en mesure de dire que le dispositif uni latérale utilisé pour l'éclairage des chambres d'hospitalisation s'est avéré inadéquat pour permettre le confort du malade ,

l'étude de l'impact de l'éclairage naturel sur le confort du patient ne peut pas se limiter qu'à la partie visible de la lumière, car une telle étude ne saurait à elle seule cerner complètement la question, puisque d'autres paramètres jouent un rôle tout aussi essentiel, à savoir : la température de l'air, l'humidité relative.....etc.

I. Conclusion générale :

La présente recherche nous a offert l'opportunité de traiter le concept de l'éclairage naturel qui semble essentiel mais aussi complémentaire pour concevoir un projet d'architecture notamment s'il s'agit d'un hôpital.

Dans un premier temps une approche théorique qui nous a permis de dégager dans le premier chapitre les notions fondamentales de l'éclairage naturel qui est considéré comme une des stratégies indispensables dans les conceptions passives, Il présente un double intérêt : le premier est d'ordre qualitatif car, suivant les heures de la journée, les variations de luminosité mettent l'architecture en relief et animent l'espace intérieur. Celles-ci fournissent l'information qui fait réagir notre horloge biologique. Quant au second intérêt, 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 deuxième volet le chapitre traite la notion de l'éclairage naturel dans les hôpitaux plus précisément dans les chambres d'hospitalisation des malades qui nécessitent une conception adéquate, dans les conditions de lumière naturelle favorables, nécessite l'utilisation maximum de la lumière naturelle, tout en évitant ou au moins en diminuant ses diverses gênes. Cette conception exige, en plus des conditions recommandées, une connaissance des différentes variables influençant la qualité de la lumière naturelle pénétrante à l'intérieur des chambres.

L'intitulé du sujet de recherche c'était l'impact de l'éclairage naturel sur le confort des patients, le concept du confort qui a été dégagé dans le deuxième chapitre là où on a pu connaître plusieurs notions de base sur l'éclairage et le confort visuel, L'éclairage est un domaine d'application des connaissances scientifiques sur la lumière et la vision. Son objet est de Concevoir et d'assurer un environnement Lumineux optimal, adapté aux activités humaines. Un mauvais éclairage est un facteur potentiel de risque pour la sécurité et la vision et pour sur la santé .donc La vision dépend de la lumière car c'est la Lumière qui rend les objets visibles .Un Eclairage approprié de la tâche visuelle, lui permet de voir efficacement, en conditions de sécurité et de confort visuel .Lorsque l'ambiance lumineuse n'est pas adaptée aux exigences de la tâche et aux aptitudes visuelles du malade ,elle constitue un facteur supplémentaire de charge ,générateur de fatigue visuelle, avec des conséquences sur la santé c'est pour cela aussi qu'on a mentionné sur ce chapitre les différentes normes recommandées en matière d'éclairage et de facteur de lumière de jour dans les chambres d'hospitalisation.

Puis en un deuxième temps, nous avons procédé à un travail pratique de terrain, notre cas d'étude fut le Les chambres d'hospitalisations de l'hôpital de Laghouat qui sont dotées d'un dispositif permettant un éclairage naturel unilatéral. Le travail sur terrain qui est basé sur la méthode POE l'évaluation poste occupationnelle est commencé par un questionnaire sur site qui récolte les avis des malades sur l'éclairage naturel existant dans leurs chambres , Le questionnaire et les observations effectuées sur place

nous ont permis quant à ce de collecter certaines informations relatives aux comportements des personnes dans le milieu lumineux ainsi que leurs appréciations quant à la qualité et la quantité de la lumière présente dans les chambres d'hospitalisation.

Ces informations compléteront par la suite ceux de la campagne de mesure qui est la deuxième partie du travail sur terrain. Dans cette partie nous nous sommes intéressés particulièrement aux niveaux d'éclairages produits par les fenêtres des chambres d'hospitalisation et la répartition de la lumière à l'intérieur de l'espace.

Les niveaux d'éclairages obtenus pour les différents points de mesure nous ont permis de tracer les courbes d'éclairement FLJ et d'éclairage. Les résultats obtenus, démontrent une forte intensité de l'éclairage par rapport aux normes recommandées avec une mauvaise répartition de la lumière. Cette dernière est susceptible de créer une gêne à l'œil humain pour s'adapter aux changements des taux d'éclairages d'un coin à l'autre de la chambre d'hospitalisation. L'analyse de ces résultats a démontré qu'il existe une relation directe entre ; d'un côté, la répartition de la lumière et les niveaux d'éclairages et de l'autre, la position du soleil, la période de mesures, la forme de la fenêtre et ces composants.

Les informations recueillies par le billet du questionnaire ainsi que le calcul manuel nous ramènent vers les mêmes constatations émises, c'est-à-dire un environnement lumineux gênant et inconfortable pour les malades hospitalisés. Ces résultats ont été confirmés dans la troisième partie du travail pratique qui est la simulation numérique grâce aux logiciels Ecotect et Radiance qui a démontré que les valeurs d'éclairage et le FLJ dans les chambres d'hospitalisations ne sont pas conformes aux normes recommandées.

Selon les résultats obtenus dans la campagne sur terrain et qui ont été confirmés lors de la simulation, il a été retenu que la quantité de lumière naturelle à l'intérieur des chambres d'hospitalisation, ainsi que la qualité ne répondent pas aux exigences recommandées pour assurer le confort des malades.

Et les trois hypothèses du départ :

Hypothèse1: «L'éclairage naturel des hôpitaux dans la ville de Laghouat est en inadéquation avec les indicateurs normatifs existants dans la réglementation en vigueur»,

Hypothèse2: «La réglementation en matière d'éclairage naturel n'est pas intégrée dans la conception des projets des hôpitaux»,

Hypothèse3: «Le degré de conformité de la quantité de l'éclairage naturel dans les salles d'hospitalisation avec le besoin physiologique et psychologique du malade n'est pas approprié avec les normes internationales.» ont été largement confirmés.

Finalement, il est important de noter que l'impact final de la lumière naturelle pénétrante à l'intérieur des espaces est le résultat de l'influence de l'orientation, de la position, de la forme et des dimensions. et plusieurs paramètres à la fois. Par conséquent, il appartient aux concepteurs de faire la

corrélation entre ces différentes variables dès la première phase de la conception et de les vérifier , afin de parvenir à un environnement lumineux durable et confortable pour les utilisateurs (malades, médecins).

En bref pour Concevoir un éclairage adéquat, il faut d'abord reconnaître et évaluer les insuffisances quantitatives et qualitatives d'un éclairage jugé Insatisfaisant par les usagers, et en fin proposer des Solutions pour y remédier.

II. Axe de recherche :

Cette recherche est portée sur l'impact de l'éclairage naturel sur le confort du patient dans les chambres des hôpitaux dans la ville de Laghouat on s'est beaucoup plus intéresser aux niveaux des éclairages et des facteurs de lumière de jour leurs impacts sur le Confort des malades.

Les résultats et les observations obtenus nous ont permis d'aboutir à un certain nombre de conclusions et de recommandations, mais cela dit, cette recherche ne saurait à elle seule apporter toutes les réponses inhérentes au problèmes posés, il serait donc intéressant que ce travail soit complété par d'autres recherches en traitant le sujet d'un autre angle plus vaste , par exemple en s'intéressant à d'autres éléments tels que :

- Intégration du paramètre éclairage naturel dans la conception des hôpitaux.
- Concevoir avec l'éclairage naturel entre théorie et applications.

Pour terminer on rappellerons que l'éclairage naturel des bâtiments ne relève ni du passé ni de l'avenir; c'est une constante de l'architecture. C'est pourquoi il est indispensable d'en étudier les principes et les lois qui ont, de tout temps, permis aux architectes de répondre efficacement et avec grandeur à cette problématique fondamentale en architecture.

Ouvrages:

- 1- (A.DE HERDE, A. LIEBARD., 2005). Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques, Observatoire des énergies renouvelables, Paris, 2005.
- 2- (Angers, M., 1983) ANGERS, Maurice. Initiation pratique à la méthodologie des sciences humaines, Alger : Casbah Université, édition CEC Québec 1997.
- 3- (BODART.M, DE HERDE. A) guide d'aide à l'utilisation de l'éclairage artificiel en complément à l'éclairage naturel, Ministère de la région de WALONNE, Belgique, 1999 .
- 4- (B, GIVONI) : L'homme, l'architecture et le climat: Editions des Moniteurs, Paris 1978.
- 5-BOUVIER, François. « Eclairage naturel », Technique de l'ingénieur, Vol. C6, n°C 3 315, Paris (1981).
- 6-CHAUVEL.P & DERIBERE. M. L'éclairage naturel et artificiel dans le bâtiment. Paris: Eyrolles. 1968
- 7- (Hetzl, J.) : Haute qualité environnementale du cadre bâti : enjeux et pratiques. Paris : AFNOR, 2003.
- 8-JEAN LABASSE, HERMANN L'hôpital et la ville, géographie hospitalière, , éditeurs des sciences et des arts, numéro édition : 1397.
- 9- (Mazouz, S.) : Eléments de conception architecturale. Paramètres conceptuels. OPU. Alger.2001
- 10- (Robertson, K.) Guide sur l'éclairage naturel des bâtiments. Ontario. SCHLCMHC.2003.
- 11- (P.CHAUVEL & M.DERIBERE) : L'éclairage naturel et artificiel dans le bâtiment. Paris .Eyrolles.1968.
- 12- TERRIER. Christian et VANDEVYVER. Bernard. "L'éclairage naturel", fiche pratique de sécurité, Paris : ED 82, Travail et Sécurité, Mai 1999.
- 13- -Les hôpitaux et les cliniques éditions le moniteur, Paris 1999.

Thèses de doctorat:

- 14- (ROUAG SAFFIDINE. D). Sunlight problems within new primary school classrooms in Constantine. Université Mentouri de Constantine. 04/ 2001.
- 15- H. BENCHEIKH H: étude et réalisation d'un système de refroidissement passif en utilisant une Toiture radio -evaporative dans les climats chauds et arides.09.04.2007.

Mémoires de Magister:

- 16-K. BENARFA , "L'occupation de l'îlot en zone aride pour une protection contre le rayonnement solaire direct". Cas de la ville de LAGHOUAT .Université Ammar Thelidji. Laghouat.2007.
- 17-L.MEZAOUKH impact de la conception des fenêtres sur l'environnement intérieur dans les salles de classe en zones arides. Cas de la ville de Laghouat, Rapporteur : ROUAG-SAFFIDINE Djamil, département d'architecture, université de Laghouat 2012.
- 18-M.MOKEDDEM, modèle de conception de la fenêtre dans l'espace bureau faces aux facteurs soleil et vent en zones arides cas de la ville de Laghouat, Rapporteur : ROUAG-SAFFIDINE Djamil, département d'architecture, université de Laghouat 2012.

19- (N . ZEMMOURI,) Daylight optimisation for energy conservation in building: with reference to Algeria, University of bath. School of architecture and building engineering, 1987,

Revue et articles scientifiques :

20- (ADEME,) Agence ADEME, la haute qualité environnementale dans les bâtiments, ADEME éditions, France, décembre 2003.

21-ANGERS, Maurice. Initiation pratique à la méthodologie des sciences humaines. Alger: Casbah Université. 1997

22-ASSOCIATION FRANÇAISE DE L'ÉCLAIRAGE (AFE). 2000."Recommandations relatives à l'éclairage des établissements de santé ", Société d'éditions LUX

23- (AFE,) La lumière du jour dans les espaces intérieurs, École d'architecture de Nantes, France, Novembre1983.

24- A. VANDENPLAS. Comité National Belge de l'Eclairage- Commission de l'Eclairage Naturel, L'éclairage naturel et ses applications. Bruxelles : S.I.C, 1964,.

25-BELAKEHAL A., TABET K. et BENNADJI A. "An evaluation method of daylighting quality in buildings under clear sunny skies"

26- (BAKER,N., ET STEEMERS, K.,) :Daylight design of building, publié par :James & James (science publishers) LTD, 35-37 Williams Road, London, NW1 3ER, UK. 2002

27-BOUVIER, FRANÇOIS. « Eclairage naturel », Technique de l'ingénieur, Vol. C6, n°C 3 315, Paris (1981),

28-CHAUVEL.P et DERIBERE. M. L'éclairage naturel et artificiel dans le bâtiment. Paris: Eyrolles. 1968.

29-(CANTIN, F.). Évaluation de la qualité lumineuse d'un environnement de travail éclairé naturellement. Faculté d'aménagement, architecture et arts visuels Université Laval .Québec 2008

30-CERMA Laboratoire. « La géométrie solaire », Ecole d'Architecture de Nantes [En ligne] <http://audience.cerma.archi.fr/cerma/pageweb/theorie/solaire/.html>

31-CIBSE The Chartered Institution of Building Services Engineers. Applications manual: Window design,London: CIBSE, 1987,

32- (DE HERDE,A & al.) « Le confort visuel ». Université Catholique de Louvain La [67] Neuve. Belgique [En ligne]. www-energie.arch.ucl.ac.be.

33- DE HERDE, A et al. « Mesure du niveau d' éclairage » Université Catholique de Louvain La Neuve. Belgique. [En ligne]. www-energie.arch.ucl.ac.be.

34-DE HERDE, A et al. « Le choix de la fenêtre comme capteur de lumière naturelle ». Université Catholique de Louvain La Neuve (Belgique) . www-energie.arch.ucl.ac.be

- 35-**DELETRE, J.J. Mémento de prises de jour et protections solaires. Grenoble: Ecole d'Architecture de Grenoble, 2003.
- 36-** (ENERGIE.) énergie, Conception et rénovation énergétiques des bâtiments tertiaires, Ministère de la région de Wallonne. Architecture et climat, <http://-energie2.Arch.ucl.ac.be/>, 01/2007.
- 37-** GARCIA, M in THIRY, Raymond. Eclairage naturel dans le bâtiment. Marseille: Ecole 'Architecture de Marseille- Luminy,
- 38-** HEALWELL Améliorez l'environnement thérapeutique des hôpitaux par le pouvoir naturel de la lumière - une nouvelle solution d'éclairage pour les chambres des patients 2006
- 39-**House & Home Éco-conception des bâtiments: bâtir en préservant l'environnement 2003
- 40-**HETZEL. J. Haute qualité environnementale du cadre bâti : enjeux et pratiques. Paris: AFNOR. 2003,
- 41.**J. BELL & W. BURT in ROUAG, Djamilia. Sunlight problems within new primary school classrooms in Constantine. Thèse de Doctorat. Constantine : Université Mentouri, Avril 2001
- 42-** Lumière et santé page1-3 Extrait du livre « Chromothérapie et luminothérapie» de Jean- Pierre Couwenbergh
- 43-**LAUSANNE Collection « Gérer l'Environnement ». : Presses Polytechniques Romandes. 1987.
- 44-**LUX. Association Française de l'Eclairage. Paris: 1987
- 45-**LAEDLEIN, Hervé. Réglementation technique de la maison individuelle : guide pratique du constructeur. Série CATED. Paris : Eyrolles. 1979
- 46-** MUDRI, LJUBICA. De l'hygiène au bien-être, du développement sans frein au développement durable: ambiances lumineuses. Paris. Ecole d'architecture de Paris- Belleville. Novembre 2002
- 47-** (OMS,) : « rayonnement solaire et santé humaine, l'excès de soleil est dangereux » Aide-mémoire N=227, aout 1999.
- 48-** PERRAUDEAU, Michel in MUDRI, Ljubica. De l'hygiène au bien-être, du développement sans frein au développement durable: ambiances lumineuses. Paris : Ecole d'architecture de Paris- Belleville. Novembre 2002,
- 49-**ROBERTSON, KEITH. Guide sur l'éclairage naturel des bâtiments, Ontario : SCHL-CMHC, 2003
- 50-**ROULET, CLAUDE-ALAIN. Énergétique du bâtiment : Prestations du bâtiment, bilan énergétique global.
- 51-**ROSENTAL.C, MURPHY C. F. Introduction aux méthodes quantitatives en sciences humaines et sociale. Paris: Dunod. 2001
- 52-**SELKOWITZ in "Sunlight could perk up kids' grades, store profits", Québec (Canada), Juin 1999 <http://www.orientationsnova.com/frschools.html>.

53-(Silvestre, J., 2009). La température agréable manipulation des fenêtres et dynamique du confort. Environnemental . Faculté d'aménagement, architecture et arts visuels Université Laval .Québec

54-(ROUAG SAFFIDINE, D.) : Séminaire national en architecture. Biskra. November 2001.

55- TERRIER. Christian et VANDEVYVER. Bernard. "L'éclairage naturel", fiche pratique de sécurité, Paris : ED 82, Travail et Sécurité, Mai 1999.

56- VANDEPLANQUE.P. L'éclairage notions de baser projets d'installation paris technique et document Lavoisier 1984

57-W. C. BROWN et K. RUBERG. «RSB 88 : Facteurs de performance des fenêtres ». Canada.1988 [En ligne] <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/bsi/rsb.html>

Autres sources (Cours ,Outils numériques et encyclopédies) :

58-(SAFFIDINE, D.2012) Cours de P.G: PR. SAFFIDINE-ROUAG Djamila, Département d'architecture, niversité Ammar THELIDJI - Laghouat, 2011/2012

59-(BENCHEIKH HA, 20012). Cours de P.G : DR Bencheikh Hamida Département d'Architecture, Université Ammar THELIDJI - Laghouat, 2011/2012

60-Microsoft Encarta, 2010 Les sources primaires et les sources secondaires de la lumière » dans Encyclopédie ENCARTA, Paris: Encyclopédie Ecarta.2010.

61-Autodesk Ecotect 2011. Autodesk Inc 2011

62-Radiance β2.0. Desktop radiance beta 2.0 version 2008

Annexe 1: Glossaire d'éclairage

-Anisotropie:

Ayant une dépendance à une direction ou un angle.

-Azimut:

Angle entre la projection de la normale d'une surface sur l'horizontal et le vrai Nord.

Mesuré dans le sens des aiguilles d'une montre.

-Composante directe du facteur de lumière du jour :

C'est la lumière provenant d'une portion du ciel visible à partir d'un point de référence. Il s'agit généralement de la composante la plus importante au plan quantitatif. Sa valeur dépend de la surface du ciel visible à partir d'un point considéré et de la distribution des luminances du ciel, mais aussi de la position de cette surface, car près de l'horizon la luminance est faible tandis qu'elle est élevée près du zénith .

-Composante réfléchie externe du facteur de lumière du jour :

C'est la lumière réfléchie par les différentes surfaces et obstacles extérieurs, y compris le sol. Sa valeur dépend donc de l'éclairement de ces obstacles, de leur facteur de réflexion et des angles solides sous lesquels on les voit depuis le point de référence.....

-Composante réfléchie interne du facteur de lumière du jour :

C'est la lumière arrivant en un point selon un nombre infini de trajectoires possibles, pénétrant à travers une ouverture mais atteignant le point de référence seulement après réflexions par les différentes surfaces intérieures du local. Sa valeur dépend donc de l'éclairement de ces surfaces, de leur facteur de réflexion et des angles solides sous lesquels on les voit depuis le point de référence. Ces angles solides sont en général importants, mais les éclairagements sont faibles.

-Eclairement indirect :

L'éclairement indirect résulte de l'interférence d'un ou de plusieurs éléments opaques ou semi-opaques entre la source lumineuse primaire et le point ou surface de réception considérés.

-Eclairement lumineux :

C'est le quotient du flux lumineux reçu par un élément d'une surface par l'aire de cet élément. Il caractérise la quantité de lumière reçue par unité de surface. Symbole : E

Unité : Lux (lx), $1 \text{ Lux} = 1 \text{ Lumen} / \text{m}^2$

-Eclairement moyen à maintenir :

L'éclairement moyen à maintenir est l'éclairement moyen juste encore acceptable avant une intervention d'entretien : nettoyage des luminaires complété ou non par le remplacement simultané des fonds.

-Eclairage moyen en service :

L'éclairage moyen en service est l'éclairage moyen que l'on doit constater au milieu de la période couvrant deux interventions d'entretien consécutives.

-Eclairage moyen initial : est l'éclairage moyen lorsque l'installation est neuve.

L'éclairage moyen initial est la valeur, prise en considération dans les calculs relatifs au projet d'éclairage. En absence d'indication, l'éclairage moyen initial sera de :

- 1,5 fois l'éclairage à maintenir pour les locaux à faible empoussièrément,
- 1,75 fois l'éclairage à maintenir pour les locaux à empoussièrément moyen,
- 2 fois l'éclairage à maintenir pour les locaux à empoussièrément élevé.

-Facteur de réflexion d'une surface

C'est le rapport du flux lumineux réfléchi au flux incident. Ce facteur précise l'aptitude d'une surface à réfléchir la lumière incidente.

-Flux lumineux :

C'est la quantité d'énergie émise par une source sous forme de rayonnement visible dans toutes les directions par unité de temps. Symbole : F

Unité : Lumen (lm)

-Indice de profondeur :

L'indice de profondeur est caractéristique d'un local à éclairage unilatéral. C'est le rapport de la profondeur P du local à la hauteur H de la fenêtre sous linteau.

- Intensité lumineuse :

Cette grandeur définit l'importance du flux lumineux émis dans une direction donnée par une source ponctuelle.

Symbole : I /Unité : Candela cd

-Luminance :

Cette grandeur détermine l'aspect lumineux d'une surface éclairée ou d'une source, dans une direction donnée et dont dépend la sensation visuelle de luminosité.

Symbole : L Unité : cd / m²

-Lux (lx) :

quantité de lumière qui frappe une surface. Un concepteur d'éclairage pourrait tenter d'obtenir une intensité lumineuse de 500 lux au niveau d'une table de travail dans un local de bureau. Le lux est une unité d'éclairage correspondant à 1 lumen par mètre carré. La mesure impériale est le candela-pied (footcandle), qui correspond à 1 lumen par pied carré.

-Performance visuelle:

La « performance visuelle » est un taux d'évaluation du système visuel utilisé pour quantifier les aptitudes d'une personne à détecter, identifier et analyser les détails entrant

dans son champ de vision, en se fondant sur la vitesse, la précision et la qualité de sa perception.

La performance visuelle dépend:

- des caractéristiques propres de la tâche à accomplir.
- de l'acuité visuelle de l'observateur.
- de la nature de l'arrière-plan.
- des conditions d'éclairage.
- des perturbations distrayant l'attention.

-Visibilité de la tâche visuelle :

La visibilité de la tâche visuelle est utilisée pour relier la performance visuelle aux paramètres de l'éclairage sans tenir compte de l'attitude de l'observateur à l'égard de la tâche. La visibilité qui caractérise une tâche est déterminée par la visibilité du détail critique. D'une manière générale, la visibilité du détail dépend de :

- sa dimension angulaire et sa forme.
- sa luminance et sa couleur.
- son contraste par rapport au fond immédiat.
- sa position dans le panorama visuel.
- la luminance d'adaptation.
- l'état du système visuel (âge de l'observateur).
- le temps d'observation.

Annexe 2: historique des hôpitaux⁶⁸

Au cours de l'histoire, l'hôpital a connu des mutations radicales en termes d'évolution des typologies, configurations spatiales, taille, échelle et modularité, fonctionnement interne et externe, ainsi qu'au niveau de son statut social, symbolique, culturel, politique, économique et thérapeutique. Ces mutations ont été le résultat de développement de la médecine, de la technique, des exigences foncières, sociales, économiques et surtout politiques.

-Le premier a été construit dans la deuxième moitié du XV^{ème} siècle par l'architecte italien Antonio Averulino. Il s'agit de l'Ospedale Maggiore de Milan, premier hôpital de la renaissance italienne.

-L'organisation de son plan est basée sur l'ordonnement de cours, de galeries couvertes et de bâtiments linéaires abritant les salles de malades, à partir de trois formes géométriques simples : la croix, le carré et l'équerre.

⁶⁸ Les hôpitaux et les cliniques. p. 13-19(éditions Le Moniteur) Paris, 1999.

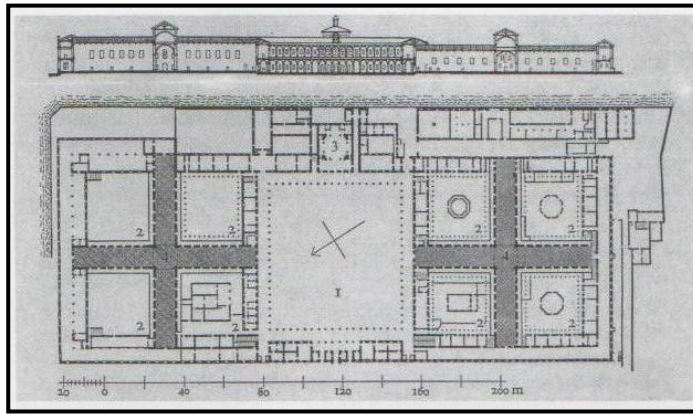


Figure104 : Plan de l’Ospedale Maggiore de Milan 1456, réalisé par Filarete. Il fut construit par phase successives jusqu’1649. Source : les hôpitaux et les cliniques . p. 19 (éditions Le Moniteur) Paris, 1999.

-Le second est l’hôpital Saint-Louis, construit à Paris au début du XVII^{ème} siècle par l’architecte Claude Vellefaux

-C’est le plus ancien hôpital parisien. Son célèbre plan carré de 120m de côtés, composé de bâtiments à un étage fermant un jardin clos, est cerné par une double enceinte de protection..

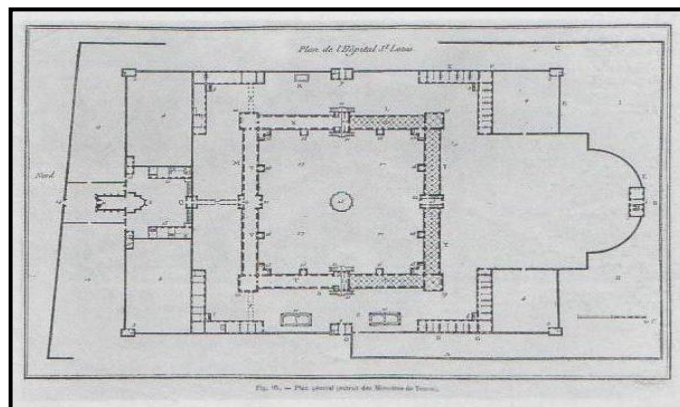


Fig105: Plan de 1788 de l’hôpital Saint-Louis. Archétype de l’hôpital-cour. Source : les hôpitaux et les Cliniques. p. 19 (éditions Le Moniteur) Paris, 1999.

a. La halle :

A partir du XIII^o siècle : Ce sont les églises qui se sont dotées d'une salle commune en longueur perpendiculaire à l'immeuble religieux. La salle en longueur est parfois divisée en alvéoles.

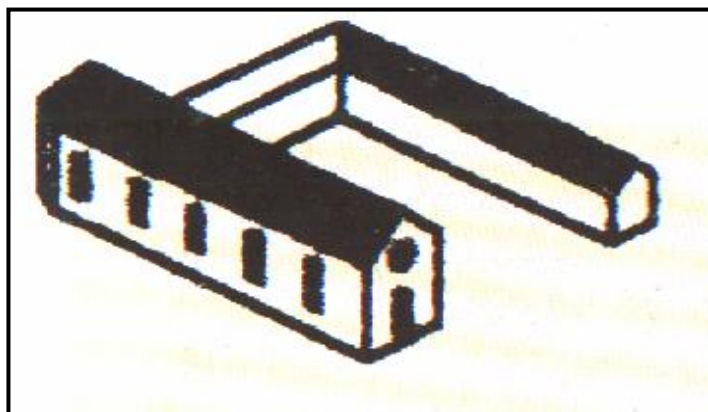


Fig106: Axométrie d’une église qui assume la fonction hospitalière. Source : mémoire de fin d’études CAC de Bejaia juin 2008.

b. Hôpital classique ou en damier :

Entre le XVe et le XVIIIe siècle : La cour est importante dans ce dispositif spatial, elle est d'une orthogonalité parfaite. Les salles sont organisées autour d'elle.

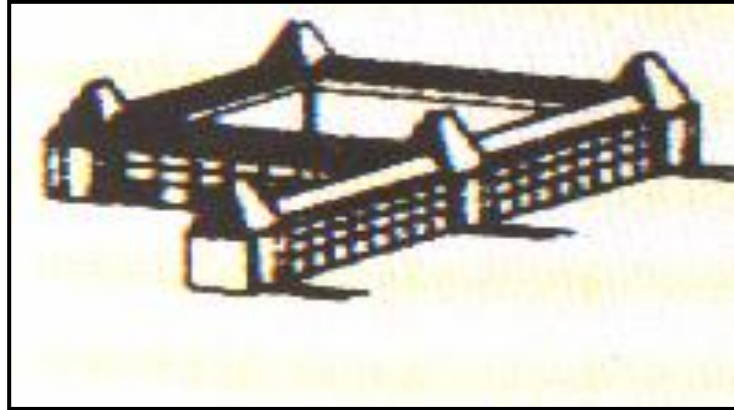


Fig107 : Axonométrie d'un exemple d'hôpital en damier. Source : mémoire de fin d'études CAC de Bejaia juin 2008.

c. Hôpital pavillonnaire :

XVIIIe et XIXe siècles : Les salles communes sont superposées dans des pavillons. Les pavillons sont reliés ou pas par des galeries.

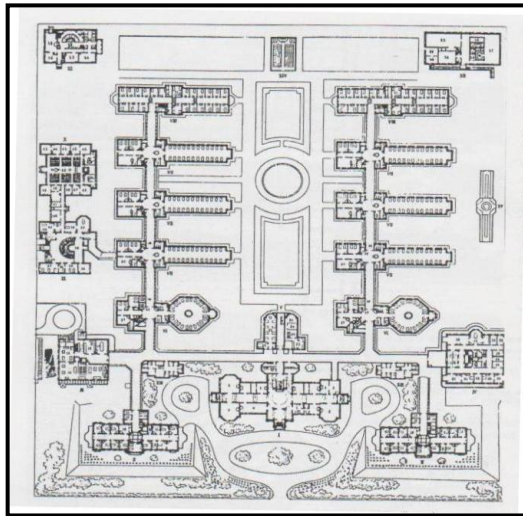


Fig108 : Plan du John Hopkins Hospital de Baltimore, exemple d'hôpital pavillonnaire, conçu par l'architecte américain Niernsee. Source : les hôpitaux et les cliniques. p. 22 (éditions Le Moniteur) Paris, 1999.

d. Hôpital médicalisé :

Dans la première moitié du XXe siècle. L'intégration de la dimension économique de la santé dans la construction des hôpitaux engendre un nouveau modèle, conçu aux Etats-Unis, dans lequel la rationalisation des fonctions et des coûts s'exprime par la verticalité. Dans le nouveau Beaujon, conçu par Jean Walter en 1932 et ouvert à Clichy en 1935, les circulations convergent vers un unique pôle vertical. Les pavillons se superposent pour donner naissance aux niveaux : l'hôpital bloc est né.

-Le type Beaune (1966) :

Le programme de l'opération pilote de l'hôpital de Beaune est classique. Il s'agit d'un hôpital complet qui comprend 285 lits d'hébergement, C'est avec ce modèle qu'apparaît la trame 7,20m pour la structure poteaux-poutres en béton.



Figure109: L'hôpital général actif de Beaune réalisé en 1971.

Source : les hôpitaux et les cliniques. p. 41 (éditions Le Moniteur) Paris, 1999.

-Les USN (unités de soins normalisées) :

Mises au point en tant qu'éléments complémentaires et annexes, les USN ont été utilisées initialement dans les opérations d'extension de secteurs d'hébergement.



Figure110: Bâtiment USN à l'hôpital de Montfermeil.. Source : les hôpitaux et les cliniques. p. 42 (éditions Le Moniteur) Paris, 1999.

-L'hôpital type Fontenoy, 1974 :

Plus important que le modèle Beaune, qui comportaient 300 lits et dont la partie architecturale réclamait une emprise foncière importante, l'hôpital Fontenoy devait répondre à un impératif de compacité.

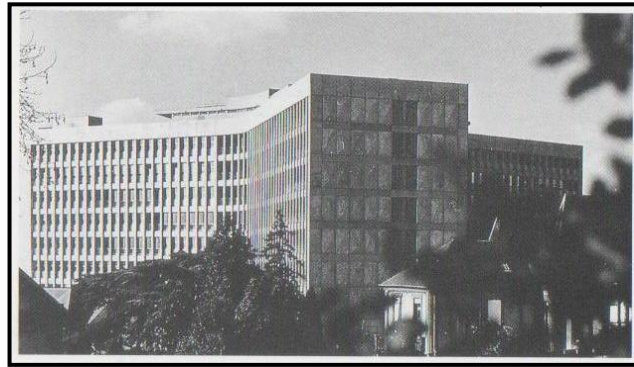


Figure111: Hôpital général de Lisieux ,dont la morphologie en Y rappelle le modèle Fontenoy.

Source : les hôpitaux et les cliniques p. 45 (éditions Le Moniteur) Paris, 1999.

-Le modèle Duquesne :

Si la compacité du modèle Fontenoy reste de mise dans le modèle Duquesne, on peut constater une évolution rapide vers une plus grande flexibilité des systèmes.

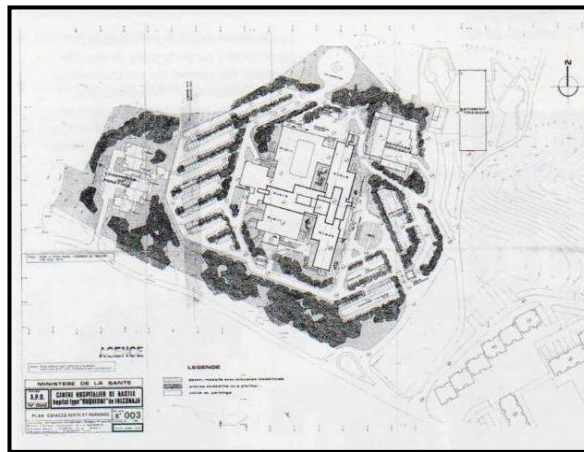


Fig112: Plan du centre hospitalier de Bastia, hôpital type Duquesne. Source : les hôpitaux et les Cliniques. p. 44 (éditions Le Moniteur) Paris, 1999.

e. La tour sur socle :

C'est une nouvelle organisation qui émerge. Les parties techniques et imageries médicales sont organisées dans la base et l'hébergement dans les étages. Plus on monte plus les surfaces consacrées aux chambres sont grandes.

f. L'hôpital poly-blocs :

Après les années 1980, les concepteurs d'hôpitaux tenteront de concilier, par les choix architecturaux et urbains, la fonctionnalité et l'humanisation. Ils choisissent de prolonger la ville dans l'hôpital en organisant les fonctions le long d'une vaste rue intérieure. Tel que l'hôpital européen Georges Pompidou.

L'hôpital actuel conserve certaines caractéristiques de son évolution passée. Il demeure un lieu un peu "à part" du reste de la ville, peut-être inspiré par la gravité de certaines des situations qu'il abrite: la naissance, la souffrance, la guérison, la mort. Le sentiment d'enfermement y est encore parfois présent, tout comme la sectorisation et la rationalisation à outrance qui fait ressembler l'édifice à une machine plus qu'à un lieu d'accueil.

Annexe3 : modèle de questionnaire

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE AMMAR THELIDJI - LAGHOUAT
FACULTÉ DES SCIENCES DE L'INGENIEURIE
Département d'Architecture

Dans le cadre de formation supérieure moi Oubaid Hadjer étudiante en 2eme année magistère a l'université Ammar Thélidji de Laghouat, option: construction en environnement aride, j'ai l'honneur de vous demander de remplir ce questionnaire qui récolte l'avis les malades sur l'éclairage naturel dans leurs chambres merci d'avance. Veuillez nous informer de votre opinion, sincèrement et honnêtement

-Question 1:Sexe

Féminin

Masculin

-Question 2: âge

(18/35)

(36/45)

(46/60)

60 ans et plus

- Question 3:Situation du malade

Malade autonome

Malade non autonome

-Question4: Durée d'hospitalisation

(1jr/3jrs)

(4jrs/7jrs)

(8jrs/15jrs)

(15jrs/30jrs)

-Question5: Niveau intellectuel

Collège

lycéen

Universitaire

-Question 6: Que dite vous sur la conception de votre chambre?

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

- Question7: Vous préférez quelle position de lit dans la chambre ?

A Proximité de la fenêtre

Eloigner de la fenêtre

pour quoi ?

.....
.....

- Question8: Que pensez-vous sur l'éclairage naturel dans de votre chambre ?

Faible moyen bon

Autre.....

- Question09:Recevez-vous des taches solaires sur votre lit

Pas du tout parfois souvent

- Question10: Ouvrez-vous la fenêtre de votre chambre a chaque fois ?

Oui non

- Question 11: À quelle période de jour ouvrez-vous vos fenêtres ?

Matin après midi soir

- Question 12:

Souffrez-vous de l'éblouissement des rayons solaires

Pas du tout un peu beaucoup

- Question 13: Que dites-vous sur la couleur de votre chambre ?

.....
.....

- Question 14: Appréciez-vous votre chambre ?

Oui non

Pour quoi ?

.....
.....

- Question 15: Si vous aurez la possibilité de changer votre chambre ca aurez être quoi ?

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