



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Amar Thelidji-Laghouat



FACULTE : GENIE CIVIL ET ARCHITECTURE
DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par

BATAOUCHE MOHAMED

Domaine : Architecture et Urbanisme et Métiers de la Ville

Filière : Architecture

OPTION : ARCHITECTURE ET ENVIRONNEMENT

**Etude du confort visuel dans une chambre
d'hôtel conçu au niveau de la plage « Colonel Abbas »
à Tipaza**

Jury de soutenance :

Nom et prénom	Grade	Qualité
MOKEDDEM MAHMOUD	M.A.A	Président
BECHEIKH ABDERRAZZAK	M.A.A	Examineur
MEZAOUKH LAKHDAR	M.A.A	Encadreur

Promotion : 2019/2020

Dédicace

Je dédie ce modeste travail où je me suis investie corps et âme à mes chers parents BATAOUCHE Youcef et ACHIR Lila qui, sans leur amour, je ne serai pas ce que je suis aujourd'hui en espérant avoir réussi à honorer leurs efforts, et ainsi, faire leurs fiertés.

Malgré qu'on t'a perdu, mais je ne t'oublierai jamais mon cher père, tu es l'être le plus honnête, le plus sincère et le plus digne que j'ai pu connaître. J'ai l'honneur d'être ton fils alors que je ne le mérite pas. Sans toi nous sommes rien, nous n'arriverons jamais à combler ton vide, rien ne pourra nous consoler, inchallah Allah t'écrira le plus haut paradis où tu seras satisfait et heureux à l'éternité. Je t'aime mon cher père ...

Remerciements

Je voudrai avant tous remercier Allah qui m'a permis de faire ces études et qui sans lui rien n'a été, rien n'est et rien ne serai.

Je tiens à remercier Monsieur MEZAOUKH Lakhdar, sans qui nous n'aurions jamais évoqué cette notion et formation de « passerelle » et sans sa persévérance et encouragement je n'aurai jamais pu remettre ce travail.

Je remercie ma femme, ma fille Racha et mon fils Youcef qui sans eux la vie n'aura aucun goût et spécialement ma chère femme qui sans elle je n'aurai pas eu le courage de faire des études tant d'année après mon ingéniorat.

Je n'ose pas oublier mes chers frère et sœur qui avec eux j'ai forgé mes meilleurs souvenir et aventure.

J'ai la chance d'avoir une belle famille d'exception que je remercie pour tous leurs soutien et réconfort pour traverser cette expérience.

HABBES Nasser, un grand frère et un homme qu'on en trouve plus, merci.

Malgré la difficulté de joindre le travail et les cours, sans savoir nous sommes rien, je remercie vivement tous mes professeurs qui ont tous fait pour nous partager leurs savoir et essayer de nous élever à leurs niveau de savoir, respect.



République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de
l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji-Laghouat

FACULTE : GENIE CIVIL ET ARCHITECTURE

DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

RERUME DE MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Architecture et Urbanisme et Métiers de la Ville

Filière : Architecture

Option : Architecture Et Environnement

**Thème : Etude du confort visuel dans une chambre d'hôtel conçu au niveau de la plage
«Colonel Abbas » à Tipaza**

Présenté par : BATAOUCHE Mohamed

Encadré par : Mr. MEZAOUKH Lakhdar

Résumé :

Ce travail consiste à l'étude et la simulation d'une chambre hôtel dans la plage de Colonel Abbas à Tipaza, qui se caractérise par un environnement balnéaire favorisant l'implantation d'une structure de détente. L'étude est faite sur la base d'une stratégie logique afin d'exploiter au mieux les possibilités qu'offre l'environnement d'intervention. L'intérêt de ce travail est de répondre aux exigences du confort visuel approprié à l'activité exercée et satisfaisant les besoins des usagers. Pour atteindre cet objectif on a appliqué les techniques passives de correction de l'éclairage pour l'exploitation de l'éclairage naturel de façon plus économe.

Nous avons essayé de répondre aux problèmes du confort visuel en été et en hiver en utilisant l'éclairage naturel et les moyens passifs. En fixant la plage de l'éclairage selon les préférences des usagers des hôtels et en utilisant le logiciel Dialux evo, nous avons vérifié puis essayé de remédier afin de garantir le confort visuel en réduisant la consommation énergétique via des éléments passif et l'éclairage artificiel automatisé.

Ces essais nous ont permis de comprendre la simulation et les possibilités d'intervenir en moyen passif pour l'intégration de l'espace dans son environnement en réduisant la consommation énergétique et donc la réduction des émissions des gaz à effet de serre.

Mots clés : chambre d'hôtel, Architecture et environnement, conception durable, développement durable, confort visuel, Plage Colonel Abbas.



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة عمار ثليجي – الأغواط

كلية: الهندسة المعمارية والهندسة المدنية

قسم الهندسة المعمارية

ملخص مذكرة الماستر



الميدان: هندسة معمارية، عمران ومهن المدينة

الشعبة: هندسة معمارية

التخصص: هندسة معمارية وبيئة

عنوان المذكرة: دراسة الراحة البصرية في غرفة فندقية مصممة على شاطئ "العقيد عباس" بتيبازة

تقديم الطالب: بطاوش محمد

الأستاذ المؤطر: مزراوخ لخضر

ملخص المذكرة

يتضمن هذا العمل دراسة ومحاكاة غرفة فندقية على شاطئ العقيد عباس في تيبازة، والتي تتميز ببيئة ساحلية مواتية لإنشاء هيكل استرخاء. يتم إجراء الدراسة على أساس استراتيجية منطقية من أجل تحقيق أقصى استفادة من الإمكانيات التي توفرها بيئة التدخل. ويهدف هذا العمل إلى تلبية متطلبات الراحة البصرية المناسبة للنشاط المنجز وتلبية احتياجات المستخدمين. لتحقيق هذا الهدف، تم تطبيق تقنيات تصحيح الإضاءة السلبية لاستغلال ضوء النهار بطريقة أكثر اقتصادا.

لقد حاولنا معالجة مشكلات الراحة البصرية في الصيف والشتاء باستخدام الإضاءة الطبيعية والوسائل السلبية. من خلال ضبط نطاق الإضاءة وفقاً لتفضيلات مستخدمي الفندق واستخدام برنامج Dialux evo ، تحققنا ثم حاولنا التحسين من أجل ضمان الراحة البصرية عن طريق تقليل استهلاك الطاقة عبر العناصر السلبية والإضاءة الاصطناعية الآلية

لقد مكنتنا هذه الاختبارات من فهم المحاكاة وإمكانيات التدخل بطريقة سلبية لدمج الفضاء في بيئته من خلال تقليل استهلاك الطاقة وبالتالي تقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

الكلمات المفتاحية:

غرفة فندقية، هندسة معمارية وبيئة، تصميم مستدام، تنمية مستدامة، راحة بصرية، شاطئ العقيد عباس.



Republic algerian démocratic and popular
Minister of superior enseigment and scientific research



Amar Thelidji University - Laghouat
FACULTY: CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

DEPARTEMENT: Architecture

ABSTRACT OF MASTER MEMORY

Career: Architecture, Urban and Urban professions

Option: architecture and environment

Theme: Study of visual comfort in a hotel room designed at "Colonel Abbas" beach in Tipaza

Presented by: BATAOUCHE Mohamed

Framed by: Mr. MEZAOUEKH Lakhdar

Abstract:

This work consists in the study and simulation of a hotel room in Colonel Abbas beach in Tipaza, which is characterized by a seaside environment favoring the establishment of a relaxation structure. The study is carried out on the basis of a logical strategy in order to make the most of the possibilities offered by the intervention environment. The interest of this work is to meet the requirements of visual comfort appropriate to the activity performed and satisfying the needs of users. To achieve this goal, passive lighting correction techniques have been applied to exploit daylight in a more economical manner.

We have tried to address visual comfort issues in summer and winter by using natural lighting and passive means. By setting the illumination range according to the preferences of hotel users and using the Dialux evo software, we checked and then tried to remedy in order to guarantee visual comfort by reducing energy consumption via passive elements and artificial lighting. automated.

These tests have enabled us to understand the simulation and the possibilities of intervening in a passive way for the integration of space into its environment by reducing energy consumption and therefore reducing greenhouse gas emissions.

Keywords: hotel room, Architecture and environment, sustainable design, sustainable development, visual comfort, Colonel Abbas Beach.

Table des matières

I.	Approche introductive.....	14
I.1	Introduction générale.....	14
I.2	Motivation de choix du thème	15
I.3	La problématique	15
I.4	Les hypothèses	16
I.5	Les objectifs.....	16
I.6	Structure du mémoire	16
II.	L'approche thématique : La lumière naturelle et le confort visuel en architecture : ...	17
II.1	Définition de la lumière naturelle :	17
II.2	Sources de l'éclairage naturel :	18
II.2.1	Le soleil :.....	19
II.2.2	Le ciel :	19
II.2.3	Principes de base :	20
II.2.4	La perception des couleurs :	20
II.2.5	Le rayonnement et le spectre électromagnétique :	21
II.2.6	Les Spectres lumineux (Light Spectrum) :	21
II.2.7	Les grandeurs photométriques :	22
II.3	Types d'éclairage naturel :	26
II.3.1	L'éclairage latéral :.....	26
II.3.2	L'éclairage Zénithal :	26
II.3.3	L'éclairage composé :	27
II.4	Dispositifs de l'éclairage naturel :	27
II.4.1	Environnement extérieur :.....	27
II.4.2	Ouvertures en Façade :	29
II.4.3	Ouvertures en Toiture :	33
II.5	Le confort visuel :	35
II.5.1	Les paramètres du confort visuel	35
II.5.2	Les normes du confort visuel.....	36
II.5.3	Éléments du confort visuel dans une chambre d'hôtel :	40
II.6	Conclusion :	41
III.	L'approche contextuelle	42
III.1	Site d'intervention	42
III.2	Accessibilité	43

III.3	Climat.....	43
III.4	La course du soleil	45
IV.	Approche architectural.....	46
V.	La simulation	48
V.1	Cas d'étude.....	48
V.2	Donné de la simulation.....	48
V.3	Phase de simulation	49
V.3.1	Etat de fait	49
V.3.2	Intervention et amélioration	54
V.3.3	Synthèse	60
VI.	Conclusion	65

Figure

Figure 1: La perception des couleurs par l'œil humain (Source : http://www.hagident.eu/)	21
Figure 2 : La lumière visible par l'œil humain (https://fr.vecteezy.com)	22
Figure 3 : Les quatre notions de la photométrie (https://www.carabinsnicois.fr)	23
Figure 4: Le flux lumineux (https://www.lec-expert.fr/)	24
Figure 5: L'intensité lumineuse (https://www.lec-expert.fr/)	24
Figure 6: L'éclairage (https://www.lec-expert.fr/).....	25
Figure 7 : : la luminance (https://www.lec-expert.fr/)	26
Figure 8 : Exemple de l'éclairage latéral (https://energieplus-lesite.be).....	26
Figure 9: Exemple de l'éclairage zénithal(https://energieplus-lesite.be)	27
Figure 10 : un bureau sans et avec masque et l'impact sur l'éclairage (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)	28
Figure 11: Les variations saisonnières sur les différentes façades (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007).....	28
Figure 12 : trois d'exemple d'ouverture ayant un indice d'ouverture de 10% (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)	29
Figure 13: trois d'exemple d'ouverture ayant un indice d'ouverture de 20% (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)	29
Figure 14: trois d'exemple d'ouverture ayant un indice d'ouverture de 50% (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)	30
Figure 15 : trois d'exemple d'ouverture ayant un indice d'ouverture de 50% (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)	30
Figure 16: influence des menuiseries sur la surface d'ouverture réelle (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007).....	31
Figure 17 : l'indice d'ouverture passe de 24,1% (à gauche) à 16,5% (à droite) (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)	31
Figure 18: contact visuel avec l'extérieur (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007).....	31
Figure 19: vitrage teinté (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007).....	32
Figure 20: risque d'éblouissement (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)	32
Figure 21 : ouverture au coin (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)	33
Figure 22 : les paramètres du confort visuel (https://sites.uclouvain.be/)	36
Figure 23 : Les paramètres à vérifier pour assurer le confort visuel (https://www.environnementbienetre.com/)	36
Figure 24 : la mesure du facteur de la lumière du jour avec E_i : l'éclairage intérieur sur le plan de travail,	37
Figure 25 : Le FLJ en rapport avec les réflexions extérieur et intérieur (https://energieplus-lesite.be/)	37
Figure 26 : le niveau d'éclairage minimal adapté à chaque tâche (https://energieplus-lesite.be/).	38
Figure 27 : la formule de calcul de l'UGR (https://leclairage.fr/).....	39
Figure 28 : le confort visuel en rapport avec le taux d'éblouissement (https://leclairage.fr/).....	39
Figure 29 : l'impression de séparation des espaces avec un éclairage inuniforme.....	40
Figure 30 : situation du site d'intervention et les site d'intérêt à proximité (source : Google earth) ..	42
Figure 31 : accessibilité routière du site d'intervention.....	42
Figure 32 : accessibilité régionale au site d'intervention (source : auteur)	43

Figure 33 : température et précipitation moyennes du site d'intervention (source : www.meteoblue.com)	44
Figure 34 : la couverture du ciel du site d'intervention (source : www.meteoblue.com)	44
Figure 35 : les vents dominant sur le site d'intervention (source :www.meteoblue.com)	44
Figure 36 : course du soleil sur le site d'intervention (www.sunearthtools.com)	45
Figure 37 : course du soleil sur le site d'intervention (www.sunearthtools.com)	45
Figure 38 : course du soleil sur le site d'intervention (www.sunearthtools.com)	45
Figure 3 : schéma de principe de l'éclairage artificiel proposé	61

Rendu

Rendu 1 : vu du ciel de l'hôtel d'étude (source : auteur).....	46
Rendu 2 : vu Sud de l'hôtel et le centre de recherche (en forme de coque) (source : auteur)	46
Rendu 3 : vue depuis la mer sur l'hôtel balnéaire (source : auteur).....	47
Rendu 4 : plan de l'étage courant des chambres et suites de l'hôtel (source : auteur)	47
Rendu 5: Plan de la chambre de type suite sur le logiciel Dialux (source : Auteur).....	48
Rendu 6: fenêtre de travail sur Dialux evo (source : auteur)	49
Rendu 7 : vue extérieur de la chambre sur Dialux (source : auteur)	49
Rendu 8 : simulation sur Dialux de l'éclairage naturel le 21 juin à 9h par ciel dégagé (source : auteur)	50
Rendu 9 : fausse couleur sur Dialux le 21 juin à 9h par ciel dégagé (source : auteur).....	50
Rendu 10: simulation sur Dialux de l'éclairage naturel le 21 juin à 15h par ciel dégagé (source : auteur).....	51
Rendu 11: fausse couleur sur Dialux le 21 juin à 15h par ciel dégagé (source : auteur)	51
Rendu 12: simulation sur Dialux de l'éclairage naturel le 21 décembre à 9h par ciel couvert (source : auteur).....	52
Rendu 13: fausse couleur sur Dialux le 21 décembre à 9h par ciel couvert (source : auteur).....	52
Rendu 14: simulation sur Dialux de l'éclairage naturel le 21 décembre à 15h par ciel couvert (source : auteur).....	53
Rendu 15: fausse couleur sur Dialux le 21 décembre à 15h par ciel couvert (source : auteur).....	53
Rendu 16 : coupe de la chambre sur Dialux, les brises vent/light shelves sont installés sur les baies vitrées (source : auteur)	55
Rendu 17 : vue de la chambre sur Dialux, les brises vent/light shelves sont installés sur les baies vitrées (source : auteur)	55
Rendu 18: fausse couleur sur Dialux le 21 juin à 9h par ciel dégagé après intervention (source : auteur).....	56
Rendu 19 : fausse couleur sur Dialux le 21 juin à 15h par ciel dégagé après intervention (source : auteur).....	57
Rendu 20: fausse couleur sur Dialux le 21 décembre à 9h par ciel couvert après intervention (source : auteur).....	58
Rendu 21 : fausse couleur sur Dialux le 21 décembre à 15h par ciel couvert après intervention (source : auteur).....	59
Rendu 22 : trame des luminaires installés pour compenser le manque de l'éclairage naturel.....	61
Rendu 23 : fausse couleur sur Dialux le 21 décembre à 9h couvert après intervention et éclairage artificiel (source : auteur).....	62
Rendu 24 : simulation sur Dialux de l'éclairage naturel le 21 décembre.....	62
Rendu 25: fausse couleur sur Dialux le 21 décembre à 15h couvert après intervention et éclairage artificiel (source : auteur).....	63
Rendu 26: simulation sur Dialux de l'éclairage naturel le 21 décembre.....	63
Rendu 27: fausse couleur sur Dialux le 21 décembre à 15h couvert après intervention et éclairage artificiel (source : auteur).....	64
Rendu 28: simulation sur Dialux de l'éclairage naturel le 21 décembre.....	64

Tableau

<i>Tableau 1: Indices d'ouverture et de profondeur en fonction du type de local</i>	30
<i>Tableau 2: Le FLJ en rapport avec l'ambiance et le confort de travail (https://energieplus-lesite.be/)</i>	37
<i>Tableau 3: l'éclairage moyen minimal et l'UGR maximale selon la CIE (NF EN 12464-1 et ISO 8995/CIE 8008)</i>	38
<i>Tableau 4 : relation entre l'éclairage moyen, l'UGR et l'indice d'uniformité par espace (https://leclairage.fr/)</i>	40
Tableau 5 : résultat de la simulation du 21 juin à 9h par ciel dégagé (source : auteur)	50
Tableau 6: résultat de la simulation du 21 juin à 15h par ciel dégagé (source : auteur)	51
Tableau 7: résultat de la simulation du 21 décembre à 9h par ciel couvert (source : auteur)	52
Tableau 8: résultat de la simulation du 21 décembre à 15h par ciel couvert (source : auteur)	53
Tableau 9 : résumé des résultats des simulations sur la chambre d'hôtel type « Suite »	54
Tableau 10: résultat de la simulation du 21 juin à 9h par ciel dégagé après intervention (source : auteur).....	56
Tableau 11 : résultat de la simulation du 21 juin à 15h par ciel dégagé après intervention (source : auteur).....	57
Tableau 8: résultat de la simulation du 21 décembre à 9h par ciel couvert après intervention (source : auteur).....	58
Tableau 9: résultat de la simulation du 21 décembre à 15h par ciel couvert (source : auteur).....	59
Tableau 10 : résumé des résultats des simulations sur la chambre d'hôtel après intervention	60
Tableau 11 : résumé des taux d'amélioration après intervention	60

Photo

<i>Photo 1: La chapelle de Ronchamp, Haute-Saône</i>	18
<i>Photo 2: La chapelle de Ronchamp, Haute-Saône</i>	18
<i>Photo 3 : verrière horizontale (www.velux.fr)</i>	33
<i>Photo 4 : verrière inclinées (https://demarrezlestravaux.fr/)</i>	34
<i>Photo 5 : Sheds verticaux (https://www.archiexpo.fr)</i>	34

I. Approche introductive

I.1 Introduction générale

Pour faire face à l'urgence de la crise écologique et sociale qui se manifeste désormais de manière mondialisée, le développement durable est une réponse de tous les acteurs, États, acteurs économiques, société civile, ... pour reconsidérer la croissance économique à l'échelle mondiale afin de prendre en compte les aspects environnementaux et sociaux du développement.

Le concept du confort est apparu avec le concept du développement durable mettant au centre de cette équation l'être humain. Il peut être perçu comme un état d'équilibre entre l'être humain et le milieu dans lequel il se trouve à un moment donné. Il crée ainsi un état de bien être propice à l'activité du moment. Le confort se divise en plusieurs type dont le confort thermique, le confort tactile, le confort olfactif et le confort visuel qui va être l'objet d'étude de notre travail.

L'éclairage a un effet profond sur la vie des êtres humains. Il facilite la vision qui est notre source d'informations la plus importante sur le monde et il affecte notre fonctionnement biologique. La plupart des renseignements que nous obtenons grâce à nos sens, nous les obtenons par la vue, soit près de 80%. C'est l'homme et sa perception qui décident si un éclairage est efficace ou non. Indépendamment de son efficacité technique, une lumière qui éblouit, entamant la capacité visuelle et le bien-être, représente toujours une perte d'énergie. Par rapport à ces sources de lumière aveuglantes, même les zones fortement éclairées apparaissent alors relativement sombres. Une lumière confortable, non éblouissante, offre au contraire des conditions de perception optimales et un confort pour l'œil humain. Il est important de bien comprendre l'enjeu de la lumière pour ensuite l'intégrer dans la démarche de création architecturale. Dans ses lieux de vie, l'homme a besoin de sa présence. Il faut donc construire ou rénover en en tenant compte.

Le confort visuel est alors l'un des plus important aspect du confort car il lié directement à l'exécution des tâches et la fonction même d'un espace. L'architecture durable doit être conçu en harmonie avec ce concept afin de garantir et surtout facilité les travaux aux usagers des différents espaces.

Dans un hôtel, le concept du confort est la source même de la création d'un tel édifice, sans un sentiment de bien-être qui voudra retourner vers cette chambre d'hôtel ? Dans ce travail, nous allons étudier le confort visuel dans une chambre d'hôtel avec un éclairage naturel et les interventions possible à réaliser afin de garantir ce confort sans l'utilisation de moyen actif tel que l'éclairage artificiel.

I.2 Motivation de choix du thème

Notre choix du thème est basé sur un nombre de critères qu'on a jugé très importants à savoir :

- Sans lumière nous serons dans le noir, on ne parle là plus de confort mais de survie.
- L'impact de l'éclairage et donc de l'électricité sur le réchauffement climatique.
- Concevoir pour vivre en harmonie avec notre milieu.
- Utiliser la technologie pour garantir le confort visuel tout en minimisant l'éclairage artificiel.

I.3 La problématique

Les changements climatiques, qui étaient jusque-là une création d'écologie imaginant le pire pour la planète, sont devenus une réalité et une urgence de survie pour l'espèce humaine. La crise du COVID et l'arrêt de la plupart des activités humaines ont prouvé définitivement que la cause du réchauffement climatique est l'être humain. La planète s'en est remise dans un délai de moins de trois mois, le monde est sous le choc, la Chine et l'Inde arrivent enfin à voir un ciel bleu, des animaux sauvages investissent les villes, les forêts renaissent, la conclusion est claire, notre façon de travailler, de construire, de nous divertir, de consommer, ... presque tout ce que nous faisons nuit à notre planète.

L'Algérie n'est pas en retrait par rapport à cette urgence du développement durablement, « L'Algérie Nouvelle » doit se lancer sur les bases d'un développement économique, social et écologique, capable de garantir le bien-être de tous les Algériens tout en préparant le pays pour l'épanouissement des générations futures. Mais ceci ne peut se faire sans l'abandon des hydrocarbures comme seule source de revenu pour le pays. Actuellement, la majorité absolue de l'électricité produite en Algérie provient des centrales à Gaz ou Diesel. Ces centrales coûtent trop cher pour être construites et consomment beaucoup de carburant pour fournir une électricité qui est, malheureusement, gaspillée dans nos foyers, bureaux, ...

En tant que concepteur, nous devons rentabiliser cette énergie gratuite qui nous provient du soleil et utiliser l'éclairage naturel comme principale source de lumière dans nos maisons et lieux de travail. La création d'un hôtel balnéaire avec des salles de conférence et des laboratoires modernes sous le thème du développement durable peut être la vitrine et le point de départ d'une architecture moderne dans notre pays.

En se basant sur ces éléments nous pouvons poser les questions suivantes :

- Comment peut-on concevoir un hôtel en respect avec les concepts du développement durable ?
- Peut-on garantir un confort visuel uniquement avec l'éclairage naturel ?
- Peut-on avoir une vue développée vers l'extérieur sans nuire au confort visuel ?

I.4 Les hypothèses

Afin de répondre aux questions de la problématique nous définissons les problématiques suivantes :

- De large baies vitrées garantiront un confort visuel élevé.
- Une bonne orientation de l'hôtel garantira un bon éclairage moyen avec l'éclairage naturel.
- Des simples éléments architecturaux peuvent renforcer le confort visuel.

I.5 Les objectifs

Notre étude vise essentiellement les objectifs suivants :

- Evaluer quantitativement et qualitativement les performances lumineuses et le confort visuel de la chambre d'hôtel.
- Valoriser la lumière du soleil comme source naturelle et élément conceptuel de l'hôtel.

I.6 Structure du mémoire

Après l'introduction générale, notre travail de recherche s'articule sur quatre axes principaux :

- Le 1^{er} chapitre est destiné à l'étude thématique pour cerner le concept du confort visuel.
- Le 2^{ème} chapitre est l'étude contextuelle qui traite sur le choix du site et les données météorologiques du site.
- Le 3^{ème} chapitre est l'approche architecturale qui présentera brièvement le projet et l'espace d'étude
- Le 4^{ème} chapitre est l'analyse du confort visuel et les corrections éventuelles de l'espace pour l'améliorer.

II. L'approche thématique : La lumière naturelle et le confort visuel en architecture :

II.1 Définition de la lumière naturelle :

D'une manière générale, l'éclairage naturel est défini comme étant « l'utilisation de la lumière du jour pour éclairer les tâches à accomplir »¹ 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.²

La lumière naturelle est la partie visible du rayonnement énergétique provenant du soleil. Sa disponibilité dépend de nombreux paramètres dont la position du soleil et la couverture nuageuse. La distribution de la lumière naturelle provenant du soleil et de la voûte céleste peut être modélisée par différents types de ciel.³

Les grandeurs photométriques permettent de quantifier la lumière naturelle reçue par une surface : l'éclairement, et l'impression visuelle produite : la luminance. L'éclairement est la grandeur la plus utilisée même si elle n'est pas toujours la plus adaptée pour caractériser les ambiances lumineuses.

Au 20ème siècle, la lumière naturelle est devenue une source de créativité pour les architectes tels que Frank Lloyd Wright qui affirmait que « la qualité intérieure d'un espace dépend de la quantité d'espace extérieur qui entre par le truchement de la lumière et de la transparence », Le Corbusier avec sa fameuse citation, « L'architecture est le jeu savant, correct et magnifique des volumes sous la lumière ; les ombres et les clairs révèlent les formes », Tadao Ando « La lumière est l'origine de tout être » , Jean Nouvel, ...etc. Dans la plupart des projets du Corbusier, la lumière naturelle a été un élément clé dans sa conception. La chapelle de Ronchamp, Haute-Saône (photo 01), est l'une de ses grandes œuvres qu'il a conçues en 1955 comme "une sculpture de lumière et de blancheur inscrite dans le paysage".

¹ 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> (Page consultée le 12 octobre 2004)

² 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, p 1-

³ <http://www.guide-clea.fr>



Photo 1: La chapelle de Ronchamp, Haute-Saône

Et selon Tadao Ando, La lumière crée tout, elle est la forme fondamentale du sens de l'espace. Elle permet à l'homme de percevoir l'espace qui l'entoure et ainsi définir son propre être. La lumière naturelle définit aussi le temps car elle change avec le moment du jour et de l'année. Dans son projet de l'église de la lumière, Ando coupe deux lignes dans un des murs. A ce moment, un rayon de lumière fracture l'obscurité. Mur, sol et plafond, chacun intercepte la lumière, et leur existence est révélée. Pour transcrire cela en volume, Tadao Ando utilise des fenêtres basses pour créer une lumière diffuse ou des ouvertures zénithales qui produisent une infinité de lumières douces.



Photo 2: La chapelle de Ronchamp, Haute-Saône

II.2 Sources de l'éclairage naturel :

La source de l'éclairage naturel est d'abord le soleil et ensuite le ciel. Les constructions qui abritent l'homme sont essentiellement opaques et limitent l'effet de la luminosité du ciel. Il importe donc de connaître les conditions dans lesquelles des baies transparentes ou translucides permettent de répondre aux différents besoins en lumière naturelle à l'intérieur des espaces, pour cela il demeure nécessaire d'apprendre les notions fondamentales et les données de base inhérentes à la lumière naturelle.

II.2.1 Le soleil :

Le soleil est la seule source du rayonnement visible direct, défini 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, il transforme une partie de son énergie nucléaire en énergie lumineuse qui peut éclairer tout l'univers. Cette lumière diffusée peut générer un éblouissement ou provoquer de surchauffe des espaces exposés.

II.2.2 Le ciel :

Le ciel ne produit pas de la lumière il modifie par réflexion ou par réfraction le rayonnement diffusé d'une source primaire (le soleil). En effet, la lumière reflétée du ciel se propage dans toutes les directions, génère peu d'éblouissement et ne provoque pas de surchauffe mais elle peut être considérée comme insuffisante dans de nombreux cas. Face à la multitude de conditions météorologiques existantes, trois types de ciels ont été établis pour les études d'éclairage : - Ciel couvert. - Ciel partiellement couvert. - Ciel clair avec soleil (ciel dégagé).

Parmi les principaux types adoptés pour le calcul de l'éclairage naturel on cite :

II.2.2.1 Le ciel uniforme :

C'est un modèle de ciel dont tous les points ont la même luminance. C'est le type de ciel le plus ancien et qui donne des calculs très simples pour établir les abaques. Mais ce type n'est pas retenu pour la normalisation internationale.

II.2.2.2 Le ciel serein ou clair normalisé (C.I.E) :

C'est le type de ciel dont la luminance varie selon le positionnement du luminaire (exp: soleil) pendant la journée et selon les saisons et les latitudes. Dans ce cas les calculs prennent en considération la variation du positionnement du soleil et donc l'angle d'insolation mais pas la variation de la luminance de la source lumineuse.

II.2.2.3 Le ciel couvert normalisé (C.I.E):

C'est le modèle avec lequel la majorité des abaques solaires ont été établis et pour lequel la répartition des luminances est variable selon la position du soleil. Sur le plan théorique, cette répartition et ce niveau de luminance ont un caractère cyclique annuel, pourtant, ils couvrent une infinité de ciels différents en fonction de la luminance des nuages, de leur surface, de leur position. (HERDE et LIEBARD, 2005.)

II.2.3 Principes de base :

Le rayonnement électromagnétique : est une forme de transport d'énergie qui se caractérise par des variations périodiques de l'état électromagnétique de l'espace, il se déplace dans le vide à grande vitesse. On peut les considérer comme des ondes ou des particules qui se déplacent en ligne droite.

Le spectre visible : Le spectre visible est la partie du spectre électromagnétique visible pour l'humain. Le spectre d'une lumière est la décomposition en composantes monochromatiques de la lumière. Le spectre visible occupe la majeure partie de la fenêtre optique, une gamme des longueurs d'onde qui sont facilement transmises par l'atmosphère terrestre. Cette région du spectre électromagnétique recoupe celle où l'éclairement énergétique solaire est maximal à la surface de la Terre.

II.2.4 La perception des couleurs :

La couleur apporte une dimension supplémentaire à l'éclairage. Les comportements humains sont en effet influencés par les réponses émotionnelles à l'environnement et la couleur est l'un des facteurs principaux de sa perception. La couleur d'un objet dépend de la lumière qui l'éclaire, la couleur bleue est une couleur froide (riche en radiations bleues) tandis que la couleur rouge est une couleur chaude (riche en radiations rouges). En outre, il faut savoir qu'une pièce est d'autant plus éclairée que les surfaces qui réfléchissent la lumière sont claires.

Pour l'œil humain, la couleur est une sensation. Les récepteurs de l'œil servent à décomposer les informations lumineuses en signaux électriques qui seront envoyés au nerf optique puis au cerveau. Le système récepteur de la lumière (la rétine) est formé d'un ensemble de cônes et de bâtonnets : les premiers étant très sensibles à la lumière sont responsables de la perception des couleurs (bleu, vert, rouge). Les seconds, 100 à 500 fois plus sensibles que les cônes, nous permettent de voir dans des conditions de faible éclairage. À chaque couleur est associée une longueur d'onde que nous percevons plus ou moins bien. Ainsi, nous sommes très sensibles au jaune et voyons mal les bleus et les rouges. Le schéma suivant montre la perception des couleurs par l'œil humain :

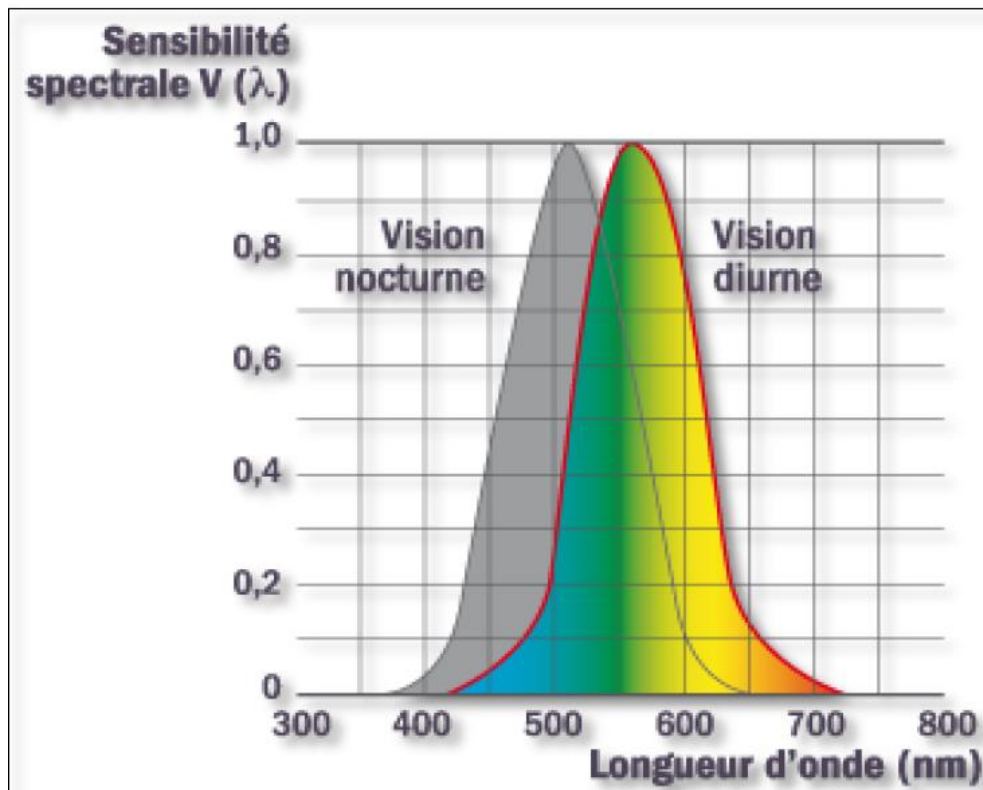


Figure 1: La perception des couleurs par l'œil humain (Source : <http://www.hagident.eu/>)

La lumière est caractérisée par un facteur de réflexion qui varie d'une couleur à l'autre. Ce facteur est le rapport entre la quantité de lumière L , tombant sur une surface et la lumière I , réfléchi par cette surface. Il s'exprime en %. Les caractéristiques physiques de la lumière naturelle :

II.2.5 Le rayonnement et le spectre électromagnétique :

Un rayonnement électromagnétique désigne une perturbation des champs électriques et magnétiques qui a comme vecteur le photon. En physique classique, il est décrit sous la forme d'une onde électromagnétique correspondant à la propagation d'un champ magnétique et d'un champ électrique (l'un étant perpendiculaire à l'autre) en ligne droite à partir d'une source constituée par un mouvement alternatif de charges électriques. La décomposition du rayonnement électromagnétique selon ses différentes composantes en termes de fréquence, d'énergie des photons ou encore de longueur d'onde nous donne un spectre électromagnétique, ou la lumière visible constitue une petite tranche de ce large spectre.

Tableau 2: Domaines du spectre électromagnétique en fonction de la longueur d'onde et de la fréquence

II.2.6 Les Spectres lumineux (Light Spectrum) :

Ce qu'on appelle lumière blanche ou solaire est la lumière usuelle, celle du jour. La lumière se décompose en plusieurs ondes qui ont différentes fréquences, et que l'œil l'aperçoit comme des

couleurs : rouge, orange, jaune, verte, bleue et violette. Ces ondes forment un faisceau de bandes parallèles qu'on appelle le spectre lumineux. Les couleurs d'un arc-en-ciel sont les couleurs du spectre qui résulte de la décomposition de la lumière du soleil. Autrement dit, le spectre lumineux est la figure obtenue par la décomposition d'une lumière en radiations monochromatiques au moyen d'un système dispersif. Il constitue l'ensemble de toutes les vibrations du champ électromagnétique possibles. Il existe deux principaux types de spectre lumineux, le premier, est appelé le spectre d'émission qui est produit directement par la lumière émise par une source. Le deuxième, c'est le spectre d'absorption qui est obtenu en analysant la lumière blanche qui a traversé une substance gazeuse ou liquide. La lumière visible par l'œil humain est une partie infime de toutes les vibrations du champ électromagnétique. Le spectre visible correspond aux longueurs d'ondes situées entre 400 nm (vu par l'œil comme la couleur violette) et 700 nm (la couleur rouge). Au-delà de ces longueurs d'onde, l'œil ne détecte plus la lumière.

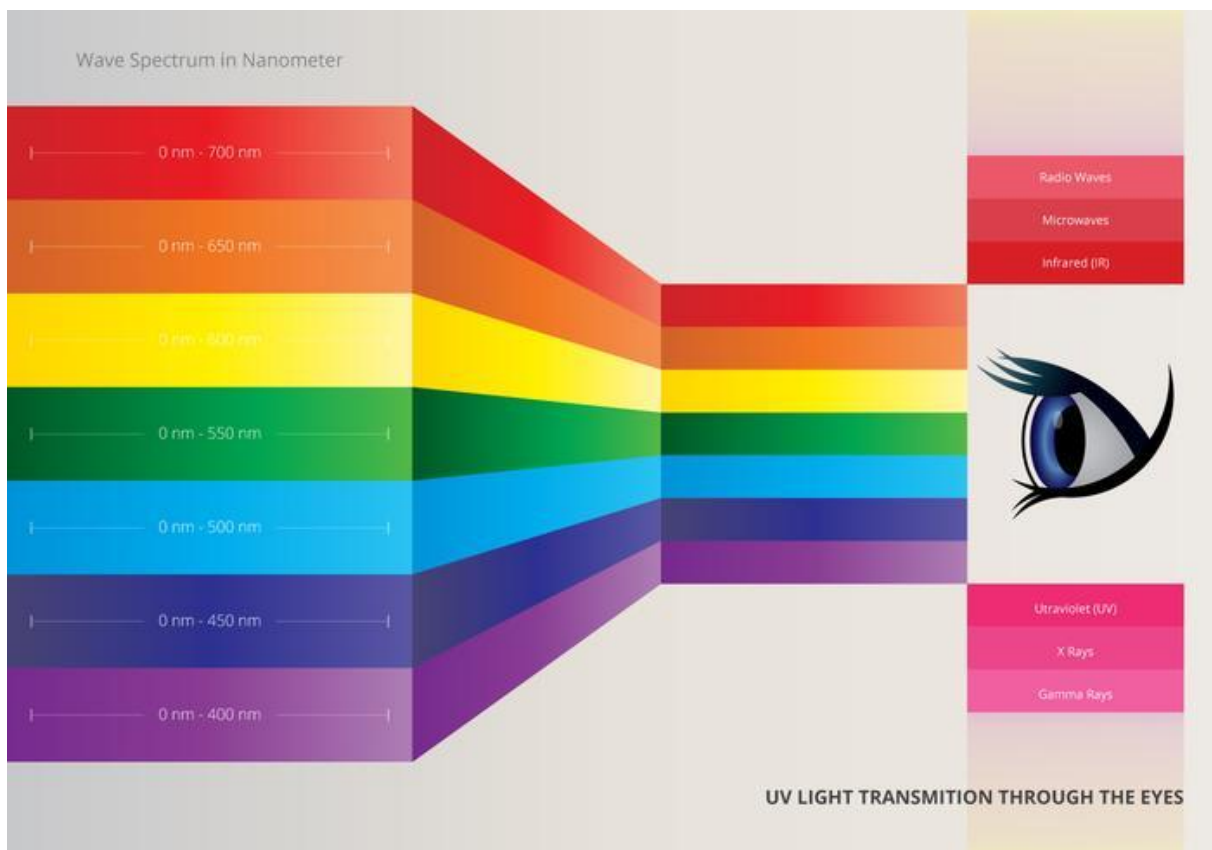


Figure 2 : La lumière visible par l'œil humain (<https://fr.vecteezy.com>)

II.2.7 Les grandeurs photométriques :

II.2.7.1 La photométrie :

La photométrie, ou la mesure de la lumière et des phénomènes lumineux, est une des bases essentielles de l'éclairage. Le but de la photométrie est de quantifier les grandeurs relatives au

rayonnement en fonction de l'impression visuelle produite. La photométrie est la science qui étudie le rayonnement lumineux du point de vue de la perception par l'œil humain. Les grandeurs photométriques sont à la base de toutes les mesures en éclairage et il en existe quatre fondamentales :

- L'intensité lumineuse (candela), qui est une des 7 unités du système international mais qui est peu utilisée seule dans l'éclairage à part pour des luminaires très directifs.
- Le flux lumineux (lumen), qui est notamment utilisé pour exprimer le flux total émis par une source lumineuse.
- L'éclairement (lux), qui peut être notamment utilisé pour exprimer la quantité de lumière souhaitée sur une surface dans une pièce.
- La luminance (candela/m²), qui porte la notion d'éblouissement et qui est la seule de ces quatre notions directement appréciables par l'être humain.

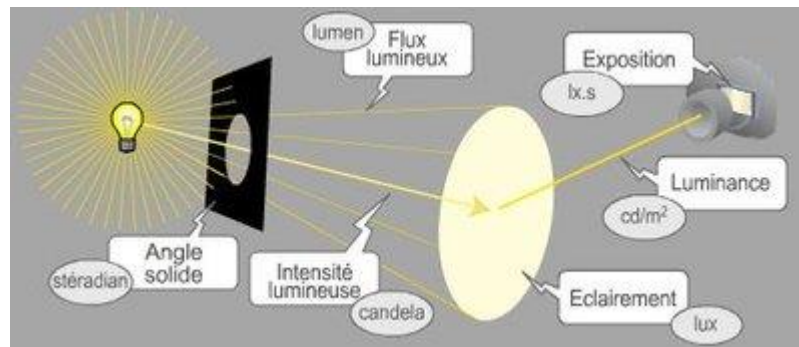


Figure 3 : Les quatre notions de la photométrie (<https://www.carabinsnicois.fr>)

Ces quatre facteurs sont liés entre eux comme ceci : Une source d'éclairage naturelle ou artificielle rayonne dans toutes les directions de l'espace un flux lumineux dont l'unité est le lumen (lm). Ce flux, dans une direction donnée, a une certaine intensité exprimée en candelas (cd) ; une surface, placée à une distance donnée de la source, reçoit un éclairement qui s'exprime en lux (lx). Enfin, cette surface éclairée renvoie une partie de l'éclairement reçu en direction de l'observateur : c'est la luminance exprimée en candelas par mètre carré (cd/m²).

II.2.7.1.1 Le flux lumineux :

Le flux lumineux d'une source est l'évaluation, selon la sensibilité de l'œil, de la quantité globale de lumière rayonné dans toutes les directions de l'espace par cette source. Il s'exprime en lumen (lm). Le flux lumineux décrit la puissance lumineuse totale fournie par une source lumineuse. L'effet optique d'une source lumineuse n'est cependant pas décrit correctement de cette manière, car le rayonnement fourni est saisi sans faire de différence dans l'ensemble de la plage de fréquence, et que la sensibilité spectrale de l'œil n'est ainsi pas prise en compte.

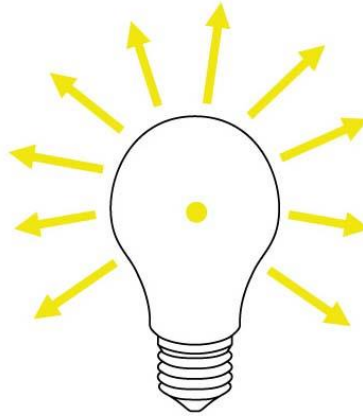


Figure 4: Le flux lumineux (<https://www.lec-expert.fr/>)

II.2.7.1.2 L'intensité lumineuse :

L'intensité lumineuse est le flux lumineux émis par unité d'angle solide dans une direction donnée. Elle se mesure en candela (cd). Cette unité est utilisée pour quantifier la quantité de lumière fournie par une source directive. Elle ne dépend pas de la distance d'observation. En photométrie, l'intensité lumineuse est une mesure de l'éclat perçu par l'œil humain d'une source lumineuse. Une source lumineuse ayant la même intensité lumineuse dans toutes les directions est dite à répartition isotrope.

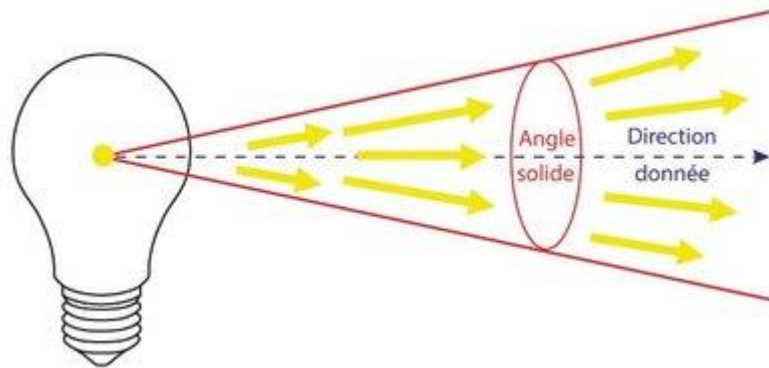


Figure 5: L'intensité lumineuse (<https://www.lec-expert.fr/>)

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 $1\text{lm}/\text{m}^2$, il correspond à un flux lumineux de 1 lumen (lm) couvrant uniformément une surface de 1 mètre carré (m^2). L'éclairement dépend de l'intensité de la source lumineuse, de la distance entre la source et la surface éclairée et de son inclinaison par rapport aux rayons lumineux. L'éclairement caractérise donc la quantité de lumière reçue par une surface. L'échelle des niveaux d'éclairement disponibles naturellement est très étendue : elle varie de 0,2 à 100 000 lx.

A titre d'exemple, l'éclairement sous une pleine lune est de 0,2lx, avec un ciel couvert, 5000 à 20000lx, sous un ciel clair sans soleil 7000 à 24000lux et un ciel dégagé avec un soleil d'été c'est 100000lux.

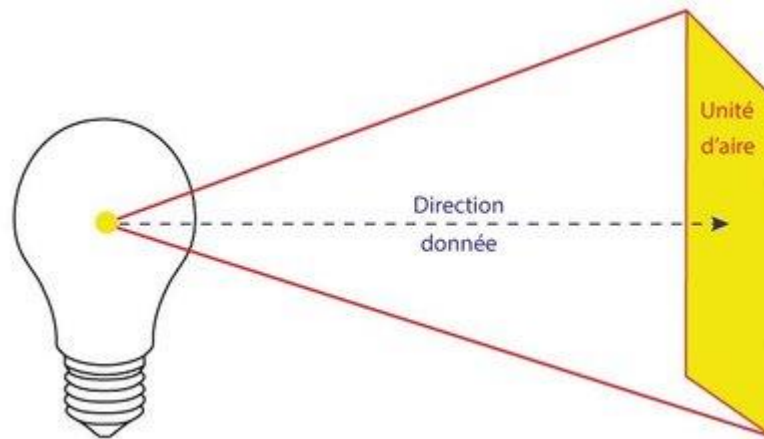


Figure 6: L'éclairement (<https://www.lec-expert.fr/>)

II.2.7.1.3 La luminance :

La luminance est la grandeur de photométrie la plus connue du grand public, c'est celle qui correspond le mieux à nos sensations visuelles. Elle exprime le niveau de luminosité qui est une donnée sensorielle sans tenir compte du débit de lumière. La luminance⁴⁶ correspond au nombre de candela par m² de surface apparente. Elle caractérise l'aspect lumineux d'une surface éclairée ou d'une source dans une direction précise. Une source lumineuse primaire (projecteur) ou secondaire (surface réfléchissante) émet vers l'œil des rayons lumineux. La somme de ces rayons lumineux forme l'image de la source de lumière sur la rétine. La luminance d'une surface dépend du flux lumineux reçu, du degré de réflexion de cette surface et de la direction d'observation par rapport à la source lumineuse éclairant cette surface.

La luminance est tout simplement la sensation visuelle qu'on a de la lumière. Il y a plusieurs facteurs qui influencent le niveau de luminance. En premier est l'intensité lumineuse de la source de lumière. Ensuite lorsque la luminance est renvoyée par une surface éclairée, tous les paramètres géométriques qui pondèrent plus ou moins la luminance. Et enfin, la coloration de la source lumineuse influence aussi le niveau de luminance.

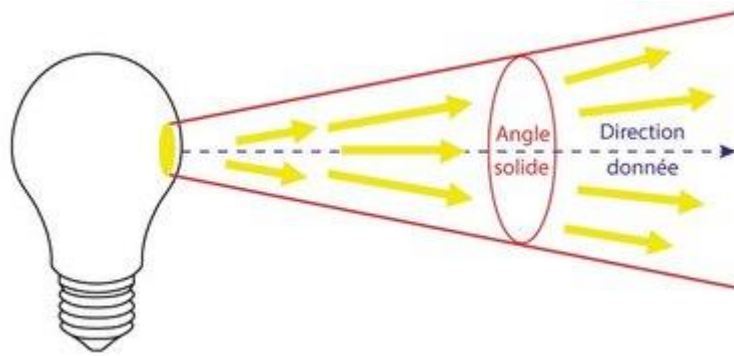


Figure 7 : : la luminance (<https://www.lec-expert.fr/>)

II.3 Types d'éclairage naturel :

II.3.1 L'éclairage latéral :

C'est le type d'éclairage le plus utilisé et le plus ancien et qui répond à trois besoins fondamentaux : la lumière, la vue et la ventilation. Une intégration des dispositifs de protection solaire est souvent mise en place afin de réduire l'éblouissement grâce à la pénétration du flux lumineux indirecte. Il est impératif de noter aussi que l'éclairage naturel latéral est accompagné de l'effet du contraste qu'on peut diminuer à l'aide de l'éclairage bilatéral ou à l'aide d'autres moyens tel que la taille des ouvertures, leurs dispositions ; etc.

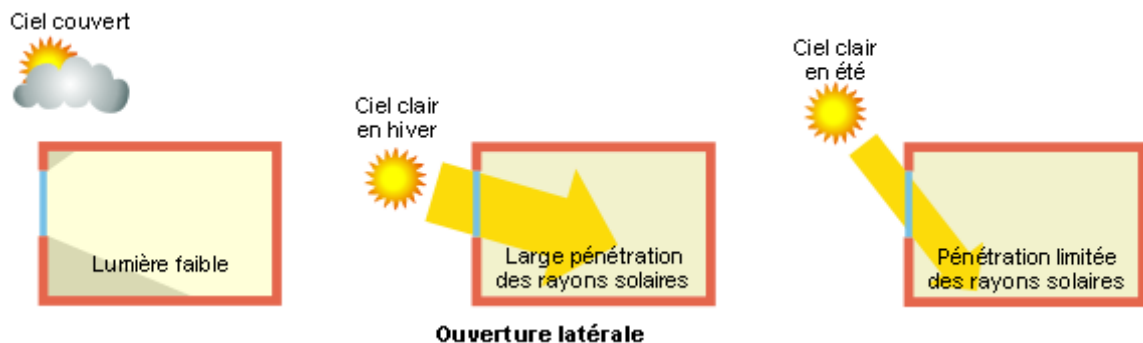


Figure 8 : Exemple de l'éclairage latéral (<https://energieplus-lesite.be>)

II.3.2 L'éclairage Zénithal :

D'après C. TERRIER et B. VANDEVYVER¹², 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 éclairagements intérieurs.

- Ce type d'éclairage s'avère le plus efficace pour des espaces à faible et moyenne hauteur (deux ou trois niveaux) étant donné qu'il est facile d'avoir un éclairage pas très homogène mais plus confortable c'est-à-dire suffisamment intense et uniforme.

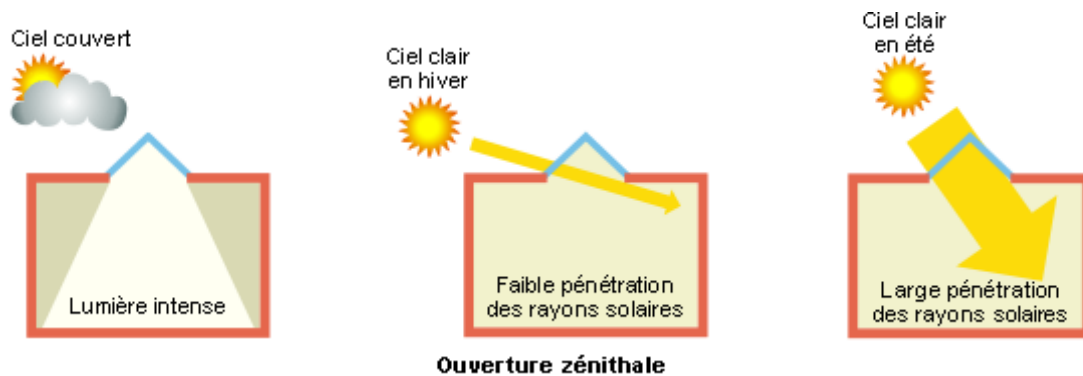


Figure 9: Exemple de l'éclairage zénithal(<https://energieplus-lesite.be>)

II.3.3 L'éclairage composé :

D'après son nom, l'éclairage composé est une résultante dans un même local de sources lumineuses latérales et zénithales au même temps. L'avantage de ce type d'éclairage, est la possibilité de la combinaison entre les avantages de l'éclairage zénithal et de l'éclairage latéral. Ceci permet d'obtenir une distribution équilibrée de l'éclairage horizontal en réduisant l'effet d'éclairage contrasté et donc l'éblouissement, en plus de la satisfaction des besoins psycho biologiques de contact avec l'extérieur. Le principe de l'éclairage composé est d'avoir une source zénithale au fond de l'espace là où l'éclairage obtenu par la source latérale est insuffisant. Cela ne veut pas dire que l'éclairage composé est la solution universelle pour tous les problèmes d'éclairage, car le projet comprend plusieurs espaces avec des activités différentes avec des spécificités et des besoins hétérogènes et même complexes parfois, pour qu'il sera impératif de choisir entre les deux systèmes d'éclairage latéral ou zénithal.

II.4 Dispositifs de l'éclairage naturel :

II.4.1 Environnement extérieur :

II.4.1.1 Masques :

La présence de masques extérieurs se traduit le plus souvent par une réduction importante de la quantité de lumière disponible. A titre indicatif, un masque dont la hauteur angulaire au-dessus de l'horizon est de 30°, réduit de 30% la valeur moyenne de l'éclairage dans un local de bureau. Cette réduction atteint même 50% si l'on considère la partie arrière du local (à 5m des ouvertures)

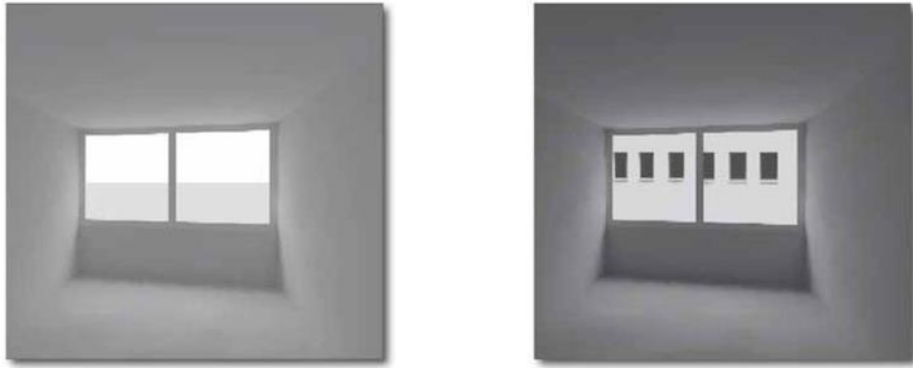


Figure 10 : un bureau sans et avec masque et l'impact sur l'éclairage (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)

II.4.1.2 Orientation :

En cumul annuel, la partie Nord de la voûte céleste est la moins lumineuse. En conséquence, les locaux dont les ouvertures donnent sur cette orientation seront nettement défavorisés. Les variations saisonnières sont très marquées sur les différentes façades. Il faut noter que seule la façade sud reçoit, relativement, moins d'énergie en été qu'en hiver.

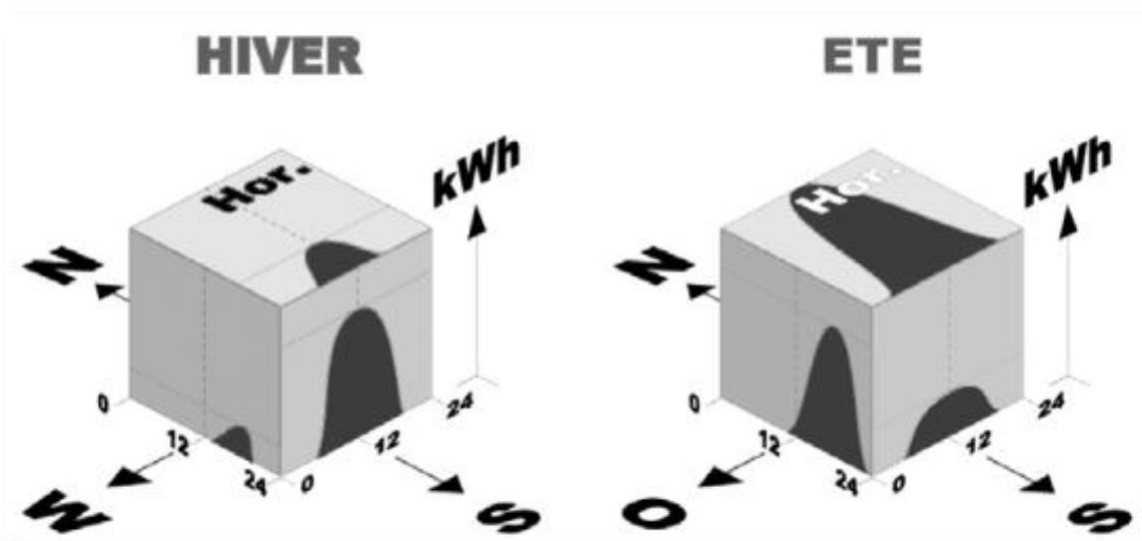


Figure 11: Les variations saisonnières sur les différentes façades (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)

II.4.2 Ouvertures en Façade :

II.4.2.1 Indice d'ouverture :

L'indice d'ouverture représente le pourcentage de surface vitrée rapportée à la surface du local. L'éclairage naturel dépend directement de la part du ciel vue au travers de l'ouverture. L'indice d'ouverture est le rapport de la surface vitrée d'un local à sa surface de plancher. Il permet d'estimer en première approximation le potentiel de l'éclairage naturel. Ce n'est toutefois pas le seul paramètre en jeu car l'orientation, la position ; la forme, et la transparence des ouvertures jouent bien évidemment un rôle non négligeable.

- Un indice de 10% n'est pas suffisant pour procurer un éclairage satisfaisant à l'ensemble du local.

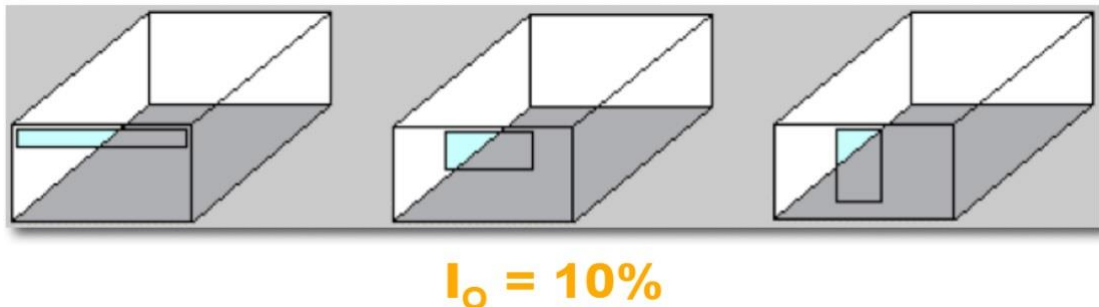


Figure 12 : trois d'exemple d'ouverture ayant un indice d'ouverture de 10% (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)

- Un indice de 20% est généralement suffisant pour offrir une couverture satisfaisante des besoins en lumière naturelle (quantitatif + vues), à condition que l'environnement extérieur et l'orientation ne soient pas trop défavorables. -Un indice supérieur à 30% se traduit par des risques de surchauffe accru en été (pour les façades exposées). En site urbain (masques importants) ou lorsque l'orientation est défavorable, cette valeur est souvent indispensable.

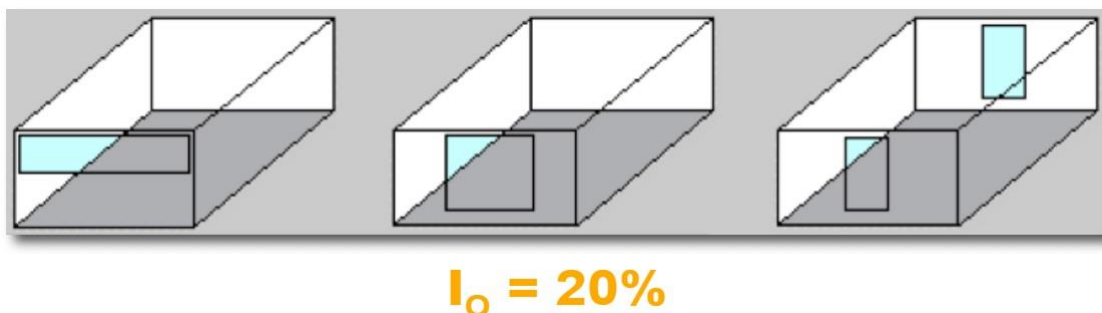
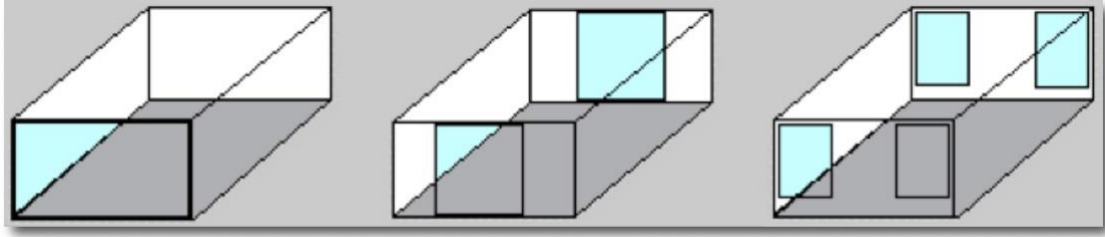


Figure 13: trois d'exemple d'ouverture ayant un indice d'ouverture de 20% (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)

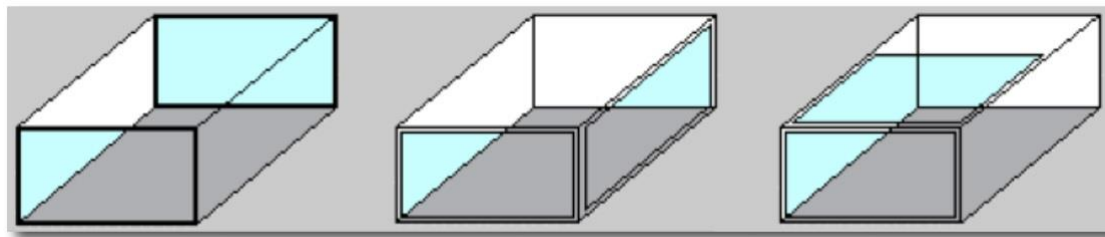
- Un indice de l'ordre de 50% se traduit par des échanges thermiques très importants (hiver et été). La mise en œuvre de triples vitrages est nécessaire pour satisfaire le label Minergie



$I_o = 50\%$

Figure 14: trois d'exemple d'ouverture ayant un indice d'ouverture de 50% (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)

- Un indice de 100% correspond à des espaces extrêmement exposés du point de vue éclairage et thermique.



$I_o = 100\%$

Figure 15 : trois d'exemple d'ouverture ayant un indice d'ouverture de 50% (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)

	Indice de profondeur	Indice d'ouverture		
		Base	Performant	Très Performant
Chambre	<2,6	16%	16%	30%
Séjour	<3,0	16%	20%	30%
Cuisine	<2,6	16%	25%	30%
Salle de classe	<3,5	20%	30%	35%
Bureau	<2,6	20%	30%	35%

Tableau 1: Indices d'ouverture et de profondeur en fonction du type de local
(Source : Qualité environnementale des bâtiments – ADEME 2003)

II.4.2.2 Menuiseries :

Les menuiseries représentent un obstacle au passage de la lumière naturelle. La simplification des systèmes d'ouverture permet d'augmenter de façon notable la quantité de lumière transmise.

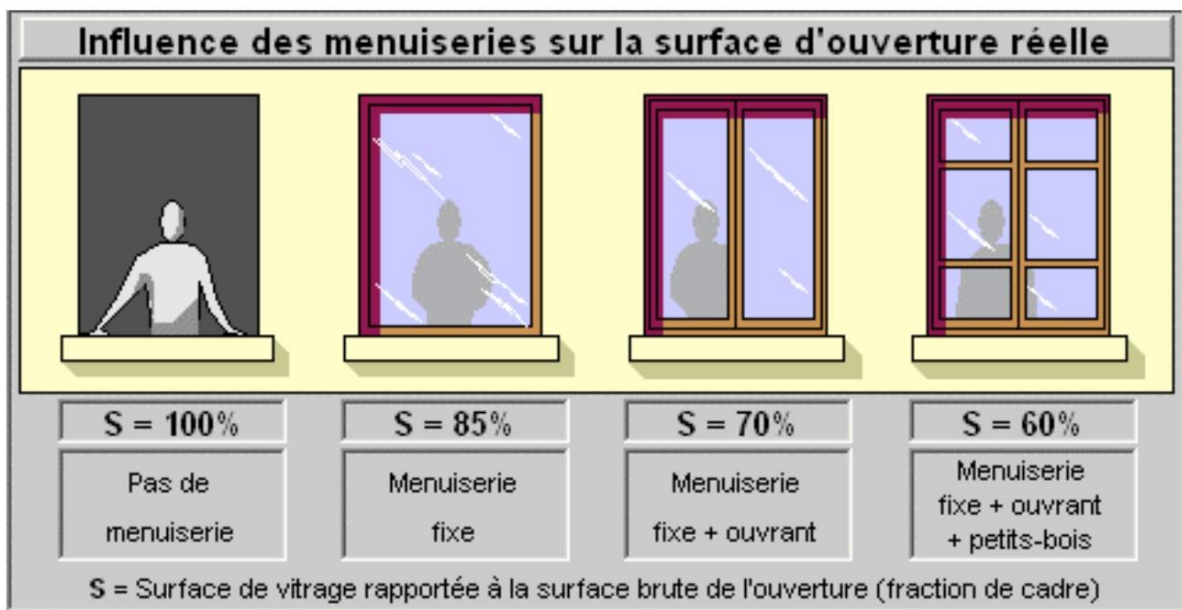


Figure 16: influence des menuiseries sur la surface d'ouverture réelle (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)



Figure 17 : l'indice d'ouverture passe de 24,1% (à gauche) à 16,5% (à droite) (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)

II.4.2.3 Vitrages clairs :

Appelé aussi clair de jour, c'est la proportion entre la surface vitrée et la surface totale de vos fenêtres, portes fenêtrées ou baies vitrées. Plus le clair de vitrage est important, plus les profils de vos menuiseries seront fins et laisseront entrer la lumière. L'emploi de vitrages clairs permet de maximiser les apports de lumière naturelle en toutes circonstances.

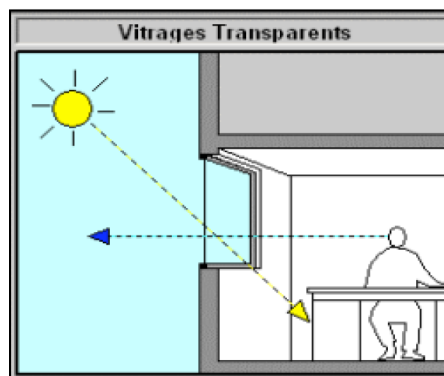


Figure 18: contact visuel avec l'extérieur (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)

II.4.2.4 Vitrages teintés ou réfléchissants :

L'emploi de vitrages teintés ou réfléchissants entraîne une surutilisation de l'éclairage artificiel sans pour autant résoudre les problèmes d'éblouissement ou de surchauffe estivale.

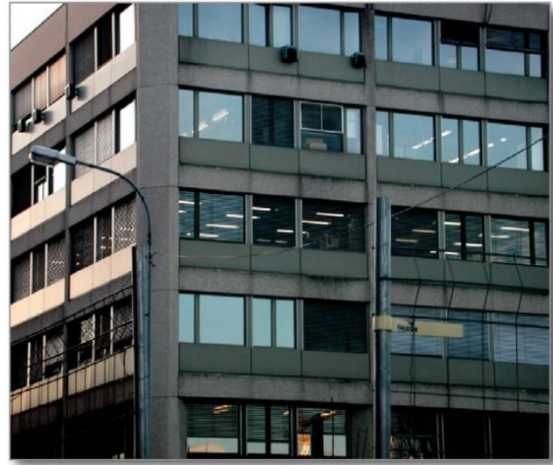
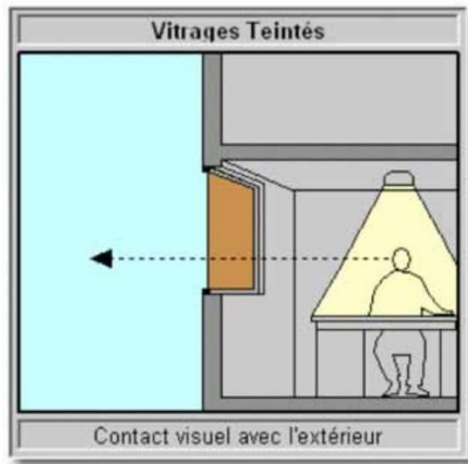


Figure 19: vitrage teinté (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)

II.4.2.5 Vitrages diffusants

L'emploi de vitrages diffusants ou opaques entraîne la perte de la vision vers l'extérieur. Exposés au soleil, les vitrages peuvent devenir des sources secondaires éblouissantes.

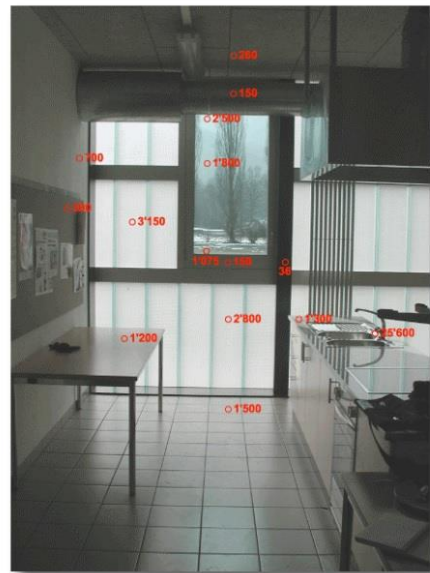
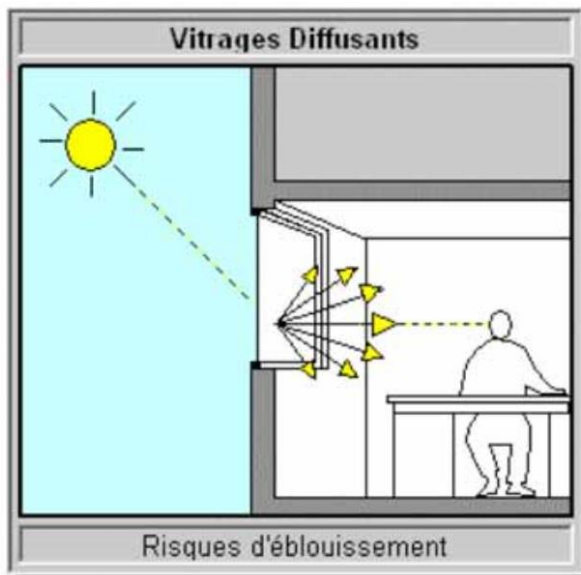


Figure 20: risque d'éblouissement (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)

II.4.2.6 Position latérale ouverture :

Le fait de positionner une ouverture au centre d'une paroi a tendance à renforcer les contrastes de luminance (le mur de la façade, vu à contre-jour, paraît sombre).

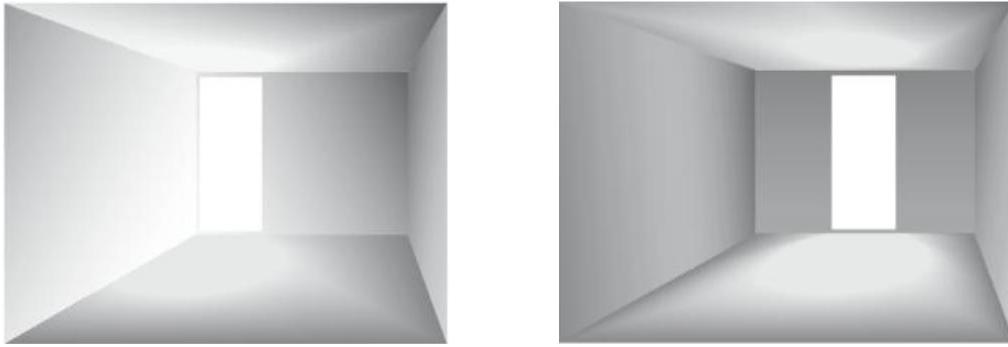


Figure 21 : ouverture au coin (source : Bernard PAULE EPFL-ENAC 2007)

II.4.2.7 Ouvertures bilatérales adjacentes :

La présence d'ouvertures sur deux faces contiguës d'un même local entraîne des risques d'éblouissement élevée (en direct ou par réflexion).

II.4.3 Ouvertures en Toiture :

II.4.3.1 Verrières horizontales :

Du point de vue saisonnier, les ouvertures horizontales se comportent exactement à l'inverse de ce qui est souhaitable.



Photo 3 : verrière horizontale (www.velux.fr)

II.4.3.2 Verrières inclinées :

L'inclinaison des ouvertures permet de rééquilibrer les apports solaires entre hiver et été. L'orientation permet de choisir le « risque » de surchauffe estivale.

L'été le soleil est haut dans le ciel, contrairement à l'hiver où son altitude est plus basse. Donc il y a beaucoup de gains en été et un peu en hiver.



Photo 4 : verrière inclinées (<https://demarrezlestravaux.fr/>)

II.4.3.3 Sheds verticaux :

Orientés au Sud, les sheds verticaux permettent de favoriser les apports en hiver au détriment de l'été. Orientés au Nord, les apports sont extrêmement réduits.



Photo 5 : Sheds verticaux (<https://www.archiexpo.fr>)

II.5 Le confort visuel :

II.5.1 Les paramètres du confort visuel

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 local 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, 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 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.

Les paramètres du confort visuel pour lesquels l'architecte joue un rôle prépondérant sont :

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

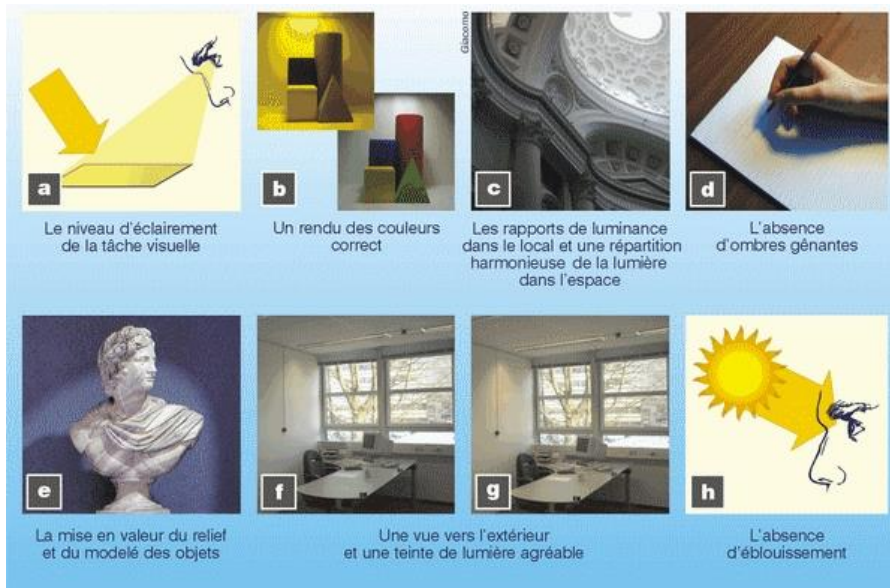


Figure 22 : les paramètres du confort visuel (<https://sites.uclouvain.be/>)

II.5.2 Les normes du confort visuel

Le confort visuel est assuré en vérifiant les points suivants:

- Le facteur de lumière du jour (FLJ)
- L'éclairage minimal (E min)
- Le taux d'éblouissement UGR et DGI
- L'uniformité de l'éclairage (valeur minimal/Valeur moyenne)

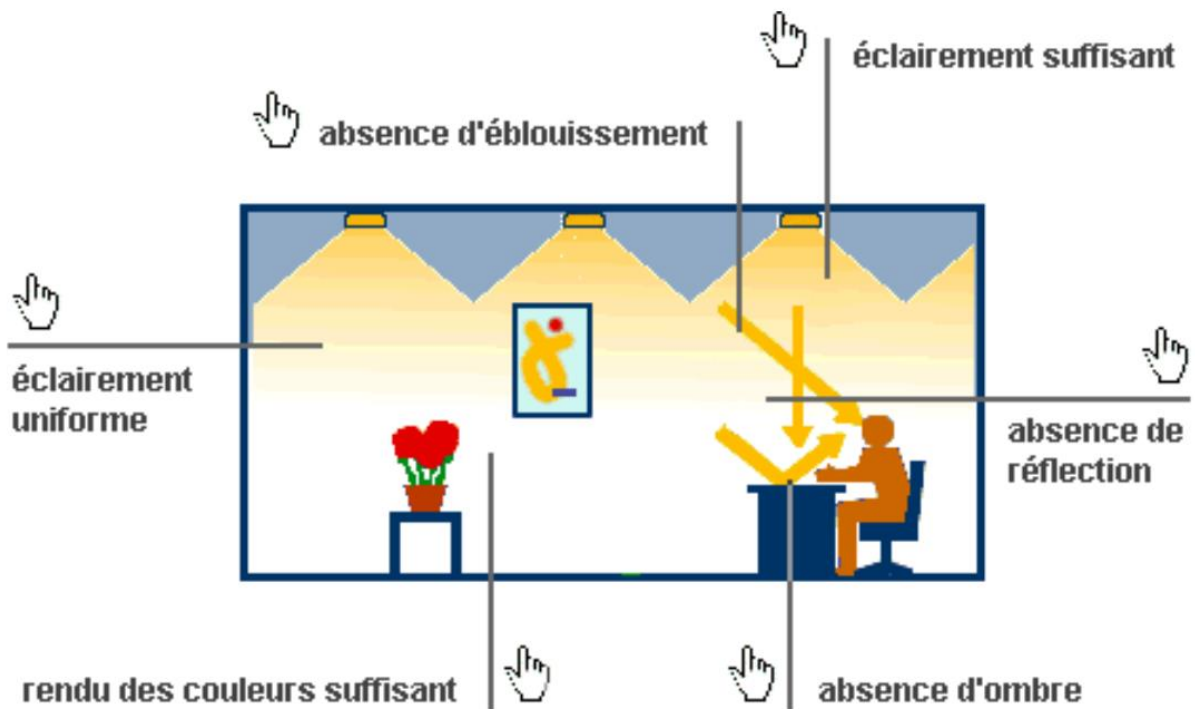


Figure 23 : Les paramètres à vérifier pour assurer le confort visuel (<https://www.environnementbienetre.com/>)

II.5.2.1 Le facteur de lumière du jour (FLJ)

Le FLJ mesure le rapport entre l'éclairement intérieur reçu sur le plan de travail et l'éclairement extérieur sur une surface horizontale.

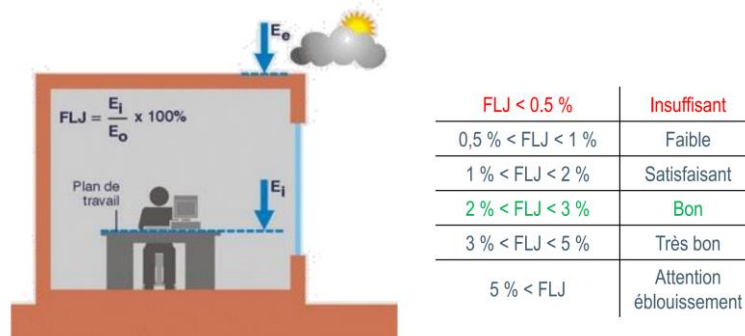


Figure 24 : la mesure du facteur de la lumière du jour avec E_i : l'éclairement intérieur sur le plan de travail, E_e : l'éclairement du ciel par temps couvert (15000 lx) (<https://energieplus-lesite.be/>)

FLJ	- de 1 %	1 à 2 %	2 à 4 %	4 à 7 %	7 à 12 %	+ de 12 %
	Très faible	Faible	Modéré	Moyen	Élevé	Très élevé
Zone considérée	Zone éloignée des fenêtres (distance environ 3 à 4 fois la hauteur de la fenêtre)			A proximité des fenêtres ou sous des lanternes		
Impression de clarté	Sombre à peu éclairé		Peu éclairé à clair		Clair à très clair	
Impression visuelle du local	Cette zone semble être séparée de cette zone					
Ambiance	Le local semble être refermé sur lui-même			Le local s'ouvre vers l'extérieur		
Confort de travail	non adapté pour un travail permanent		adapté à moins de 50 % des heures de travail		adapté à plus de 50 % des heures de travail mais risques d'éblouissement	

Tableau 2: Le FLJ en rapport avec l'ambiance et le confort de travail (<https://energieplus-lesite.be/>)

L'éclairement naturel (et donc le FLJ) est constitué de 3 composantes :

1. Composante directe du ciel éclairage provenant directement de la partie visible du ciel
2. Composante réfléchie extérieure éclairage parvenant au point par réflexion sur les façades extérieures
3. Composante réfléchie intérieure éclairage parvenant au point par réflexion sur les faces intérieures

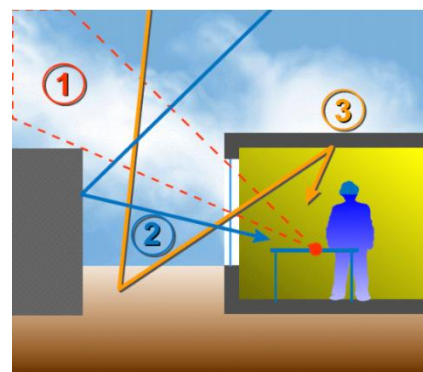
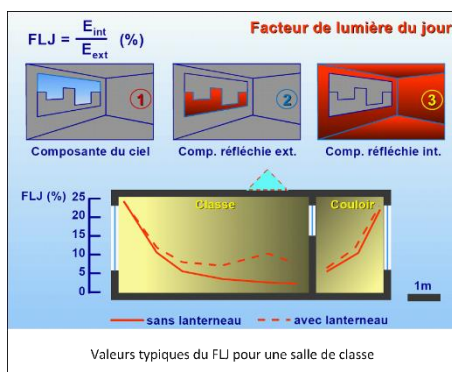


Figure 25 : Le FLJ en rapport avec les réflexions extérieur et intérieur (<https://energieplus-lesite.be/>)

II.5.2.2 L'éclairage minimal (E_{min})

- Le flux lumineux est le rayonnement émis par une source lumineuse dans toutes les directions (en Lumen)
- L'éclairage (en Lux) est l'effet produit par le flux lumineux provenant d'une source lumineuse sur une surface.
- La luminance (en candelas par m^2) caractérise le flux lumineux quittant une surface vers l'œil de l'observateur.

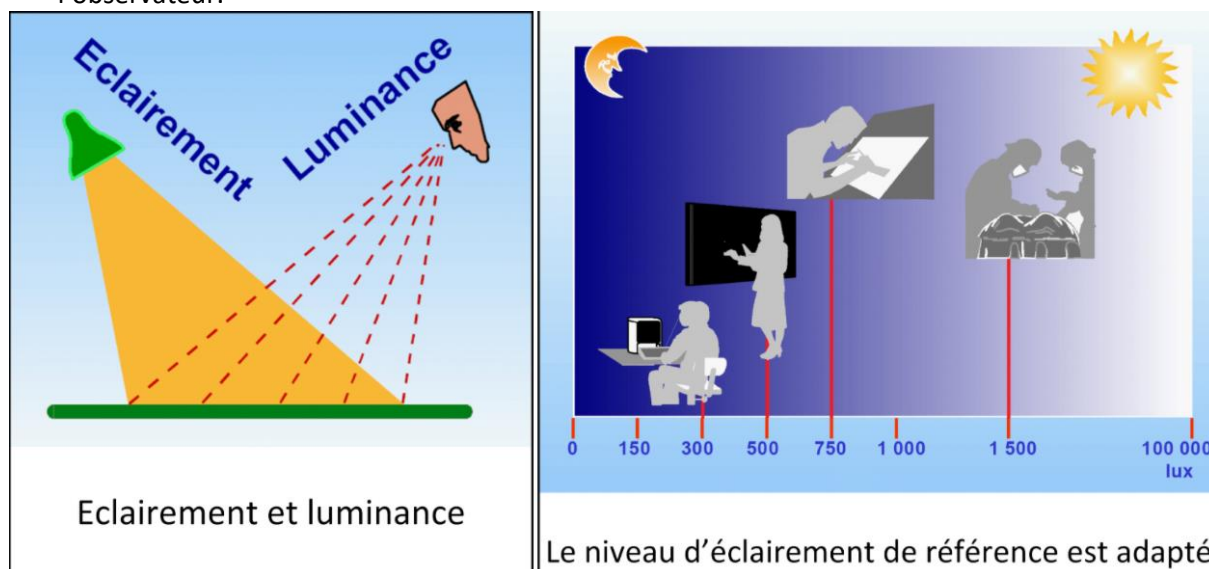


Figure 26 : le niveau d'éclairage minimal adapté à chaque tâche (<https://energieplus-lesite.be/>)

Zones, tâches, activités	Eclairage moyen à maintenir (lux) Valeur minimale	UGR – Valeur maximale	Indice de rendu des couleurs – R_a Valeur minimale
Zone de circulation et couloirs	100	28	40
Escaliers, quai de chargement	150	25	40
Magasins, entrepôts	100	25	60
Magasins de vente, zone de vente	300	22	80
Zone de caisse	500	19	80
Espaces publics, halls d'entrée	100	22	80
Guichets	300	22	80
Restaurants, hôtels	300	22	80
Réception, caisse, concierge	300	22	80
Cuisines	500	22	80
Bâtiments scolaires, salle de classe en primaire et secondaire	500	19	80
Salle de conférences	500	19	80
Salle de dessin industriel	750	16	80
Eclairage des bureaux :			
– classement	300	19	80
– dactylographie, lecture	500	19	80
– poste CAO	500	19	80
– réception	300	22	80
– archives	200	25	80

Tableau 3: l'éclairage moyen minimal et l'UGR maximale selon la CIE (NF EN 12464-1 et ISO 8995/CIE 8008)

II.5.2.3 Le taux d'éblouissement UGR (Unified Glare Rating)

Cette formule de l'UGR est bien adaptée pour l'évaluation de l'éblouissement dans une pièce sans fenêtre mais ne peut pas prendre en compte par exemple la lumière naturelle qui complique encore la problématique. L'UGR, tout à fait valable pour des sources "normales" (c'est à dire directes et uniformes) (voir figure 28)



Figure 27 : la formule de calcul de l'UGR (<https://leclairage.fr/>)

II.5.2.4 Le taux d'éblouissement DGI (Daylight Glare Index)

Au contrario le DGI prend en compte l'éblouissement venu de l'extérieur de l'espace et il est calculé ainsi : $DGI = 10 \log (0,48 \times \sum_i [(Ls_{1,6} \times \Omega_{s0,8}) / (Lb + 0,07 \times \omega_{wi0,5} \times L_{wi})])$

Avec

Ls : la luminance de source(s) d'éblouissement [cd/m^2]

Lb : la luminance de l'arrière-plan [cd/m^2]

Lw : la luminance moyenne pondérée de la fenêtre, en fonction de la surface relative du ciel, des obstructions et du sol [cd/m^2]

i : le nombre de sources éblouissantes

Ω_s : l'angle solide sous-tendu par la fenêtre [sr]

ω_s : l'angle solide sous-tendu par la source d'éblouissement, modifié par la position de la source en considérant le champ visuel et l'indice de position de Guth [sr].



Critères d'éblouissement	Daylight Glare Index
Juste imperceptible	16
Juste acceptable	20
Juste inconfortable	24
Juste intolérable	28

Figure 28 : le confort visuel en rapport avec le taux d'éblouissement (<https://leclairage.fr/>)

II.5.2.5 L'uniformité de l'éclairage (valeur minimal/Valeur moyenne)

Un éclairage uniforme est nécessaire pour éviter d'incessantes et fatigantes adaptations des yeux et pour garantir un niveau d'éclairage suffisant quel que soit l'endroit où l'on dispose le poste de travail. Il est défini comme le rapport : E_{min}/E_{moy} .

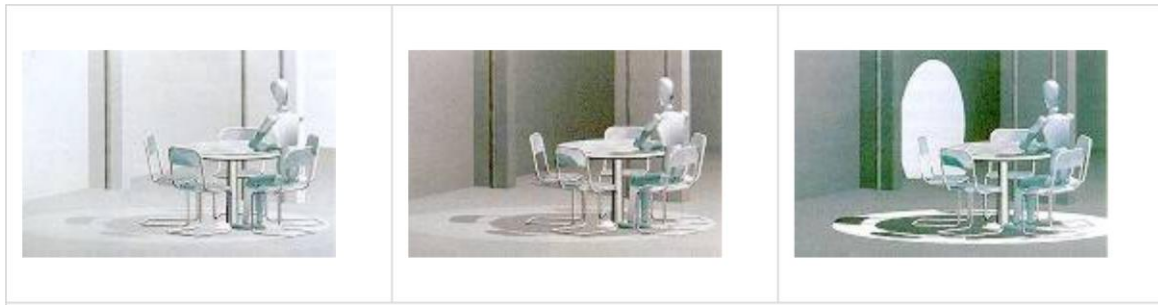


Figure 29 : l'impression de séparation des espaces avec un éclairage inuniforme

Type d'intérieur, tâche ou activité	Em (ux)	UGR	Uo
Classement, transcription	300	19	0,4
Écriture , dactylographie, lecture, traitement de données	500	19	0,6
Dessin industriel	750	16	0,7
Postes de travail de conception assistée par ordinateur (CAO)	500	19	0,6
Salle de conférence et de réunion	500	19	0,6
Réception	300	22	0,6
Archives	200	25	0,4

Tableau 4 : relation entre l'éclairage moyen, l'UGR et l'indice d'uniformité par espace (<https://leclairage.fr/>)

II.5.3 Eléments du confort visuel dans une chambre d'hôtel :

Un bon éclairage doit garantir à l'habitant qu'il puisse accomplir ses activités les plus efficacement possible (performance visuelle), en assurant son bien-être (confort visuel) et en lui apportant un certain agrément visuel (lumière naturelle). Les principes de mise en œuvre du confort visuel, selon l'association H.Q.E, sont les suivants :

- 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 termes de confort visuel, en traitant leur positionnement, dimensionnement et protection solaire.

II.6 Conclusion :

Il est certain que la forme et l'espace architectural ne peuvent seuls influencer la sensation de l'ambiance sans l'introduction de la lumière. Selon le changement du temps, la lumière peut donner un ou plusieurs sens à l'espace. Ce sens apporte une ambiance dont la sensation reste subjective qui peut être une sensation d'ouverture, de grandeur, de gaieté, de tristesse, ...etc.

L'architecture met en jeu les ambiances. La lumière révèle les formes, les volumes et les textures des matériaux. L'architecture a la capacité de modeler et moduler les qualités de lumière et d'ombre. Souvent liée à la nature du lieu, la lumière joue un rôle fonctionnel car elle doit répondre à un sentiment de confort et à des usages multiples. Elle participe aussi plus largement au sens donné à l'espace et au bâtiment, à sa symbolique, à ses connotations.

Donc, la lumière va partager son rôle avec l'espace pour créer des ambiances lumineuses différentes. La lumière et la couleur ont un impact sur le **sommeil** et le psycho-physiologique de l'occupant. C'est pour cette raison que les physiologistes et les ergonomes devraient étudier et déterminer les conditions favorables de la lumière et de la couleur à chaque espace. La combinaison de l'éclairage, le contraste de luminance, la couleur de la lumière, la reproduction des couleurs ou leur choix sont les éléments qui déterminent la couleur du climat et le confort visuel.

III. L'approche contextuelle

III.1 Site d'intervention

Le site d'intervention se trouve dans la Wilaya de Tipaza, Il est limité par le nord par la mer méditerranéenne et à l'est par l'oued Mazafran.

Il fait partie de la zone d'expansion touristique de la wilaya de Tipaza, il est composé au Nord de la plage de colonel Abbas et à l'Est du ourd de Mazafran. Il a une superficie de 40 Ha, principalement des terres agricoles



Figure 30 : situation du site d'intervention et les site d'intérêt à proximité (source : Google earth)

Le site a un emplacement stratégique car il est accessible depuis l'aéroport international, le port d'Alger et celui de Sidi Fredj, les gares routières de Karoubier et Tafoura, ainsi que depuis la gare ferroviaire d'Alger.

Par route, le site est desservi par la RN 5, la RN11 et la RN69 qui est relié à l'autoroute EST-Ouest et la RN1.



Figure 31 : accessibilité routière du site d'intervention (Source : Google earth)

III.2 Accessibilité

Des centaines de milliers de citoyens issus des wilayas d'Alger, Blida, Médéa, et Aïn Defla, affluent vers cette plage qui fait partie du territoire de la commune de Douaouda, wilaya de Tipaza.

Son accessibilité depuis les routes RN 5, RN 11 et RN 69, qui est elle-même connecté à la route RN 1 et l'auto route Est-Ouest, facilite l'accessibilité depuis ces quatre wilayas mais pas qu'eux, car il est à 2 heures de Tizi Ouzou et Boumerdes, 3 heures de Chlef, Tissemsilt, Bouira et Béjaïa et 4 heures de Mostaganem, Tiaret, Djelfa, Jijel, Bordj Bou Arreridj, M'sila et Batna.

La réalisation d'un hôtel conçu suivant les principes du développement durable pourra potentiellement sensibiliser une population de presque 18 millions de citoyen aux causes du réchauffement climatique et l'importance de basculer vers un développement durable. (Sans prendre en compte le nombre de personne arrivant de l'aéroport international à 30 min du site)

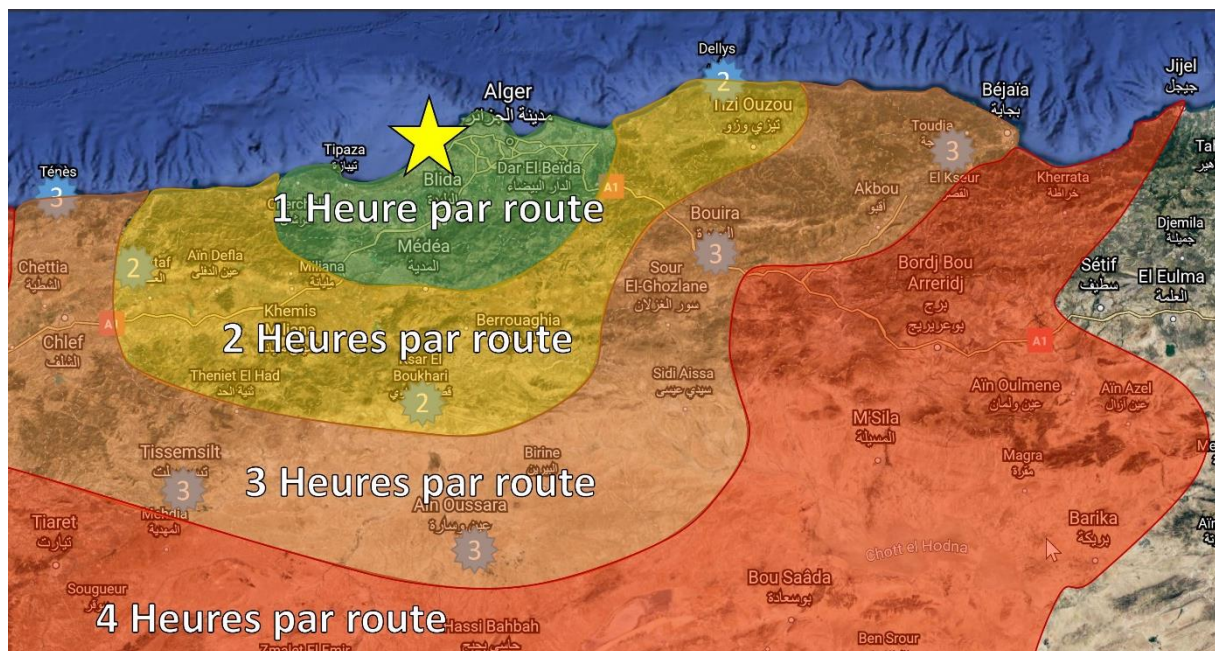


Figure 32 : accessibilité régionale au site d'intervention (source : auteur)

III.3 Climat

Le climat de Tipaza est chaud et tempéré. L'hiver à Tipaza se caractérise par des précipitations bien plus importantes qu'en été. La température moyenne annuelle à Tipaza est de 18.5 °C. Avec une température maximale de 37°C (mois de juillet et aout) et une température minimale de 8°C. Les précipitations annuelles moyennes sont de 631 mm.

Les vents dominants sont du Nord Nord-Est avec des vents tournants autour de 5 à 12 km/h (1,39 à 3,33 m/s).

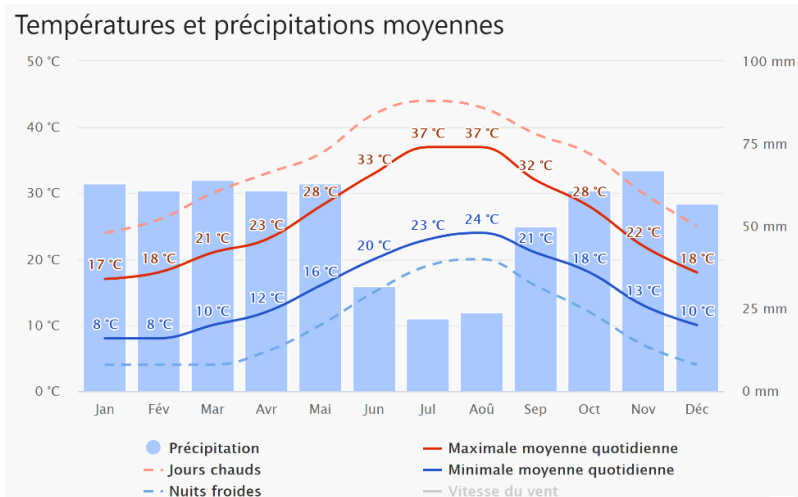


Figure 33 : température et précipitation moyennes du site d'intervention (source : www.meteoblue.com)

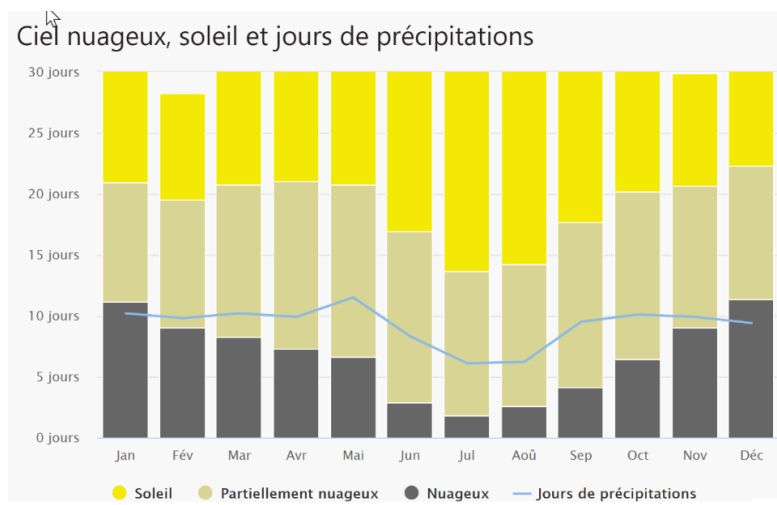


Figure 34 : la couverture du ciel du site d'intervention (source : www.meteoblue.com)

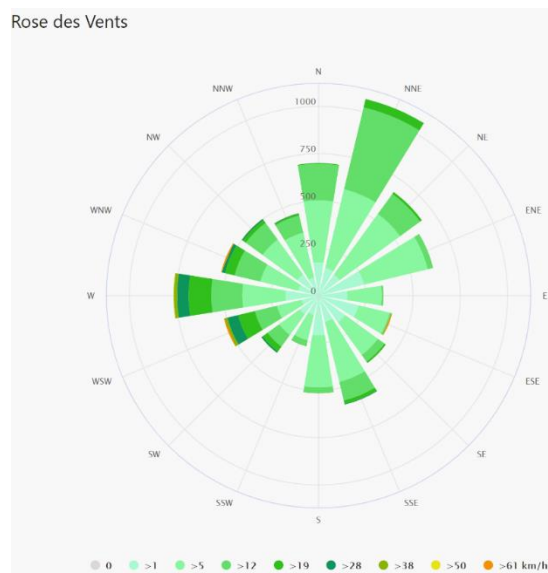


Figure 35 : les vents dominant sur le site d'intervention (source : www.meteoblue.com)

III.4 La course du soleil

Le 21 décembre le lever de soleil est 9h00 avec une Azimut de 119,38° et couché de soleil à 18h35 et une Azimut de 240,97°

Le midi solaire est à 13h47 avec une élévation de 29,87°

Le 21 Juin le lever de soleil est 6h30 avec une Azimut de 59,54° et couché de soleil à 21h10 et une Azimut de 300,46°

Le midi solaire est à 13h50 avec une élévation de 76,74°



Figure 37 : course du soleil sur le site d'intervention (www.sunearthtools.com)

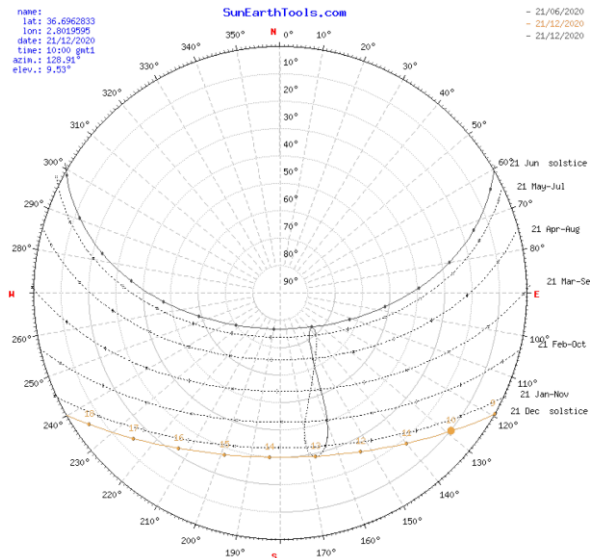


Figure 36 : course du soleil sur le site d'intervention (www.sunearthtools.com)

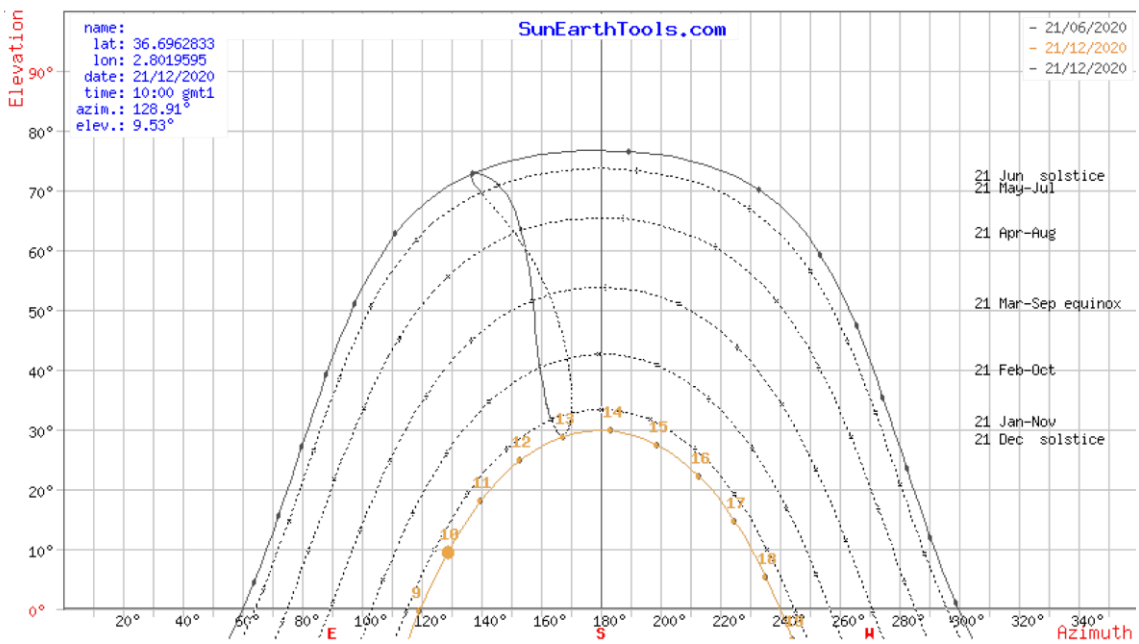
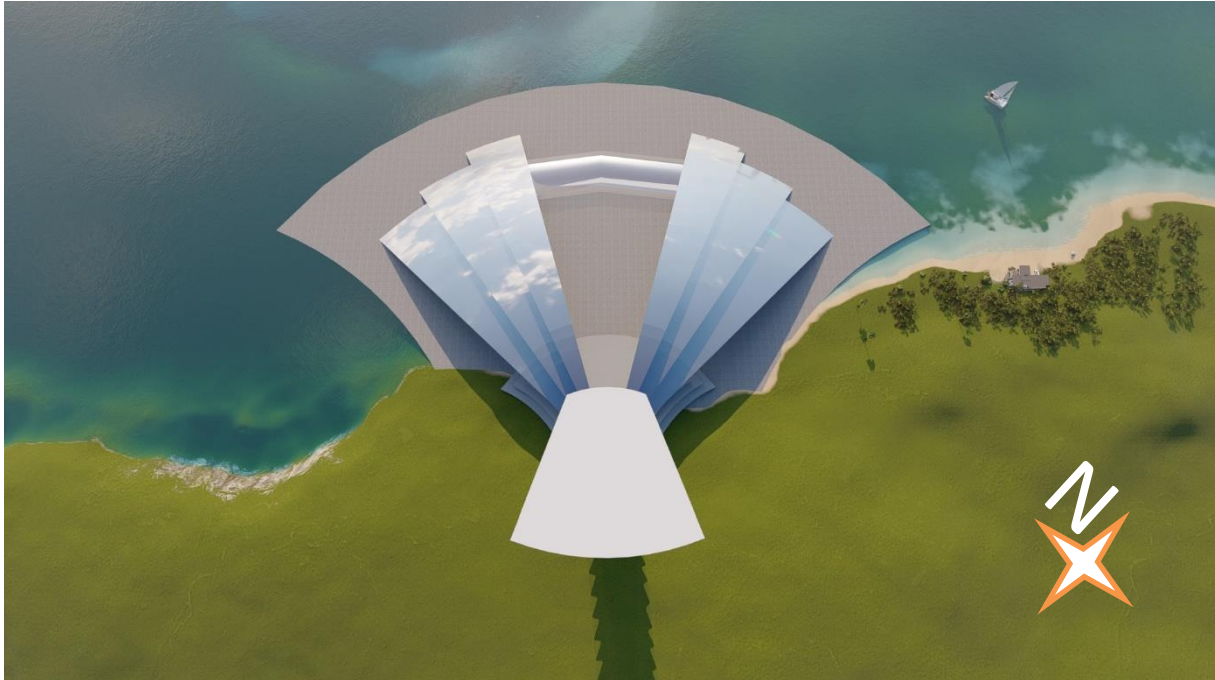


Figure 38 : course du soleil sur le site d'intervention (www.sunearthtools.com)

IV. Approche architectural

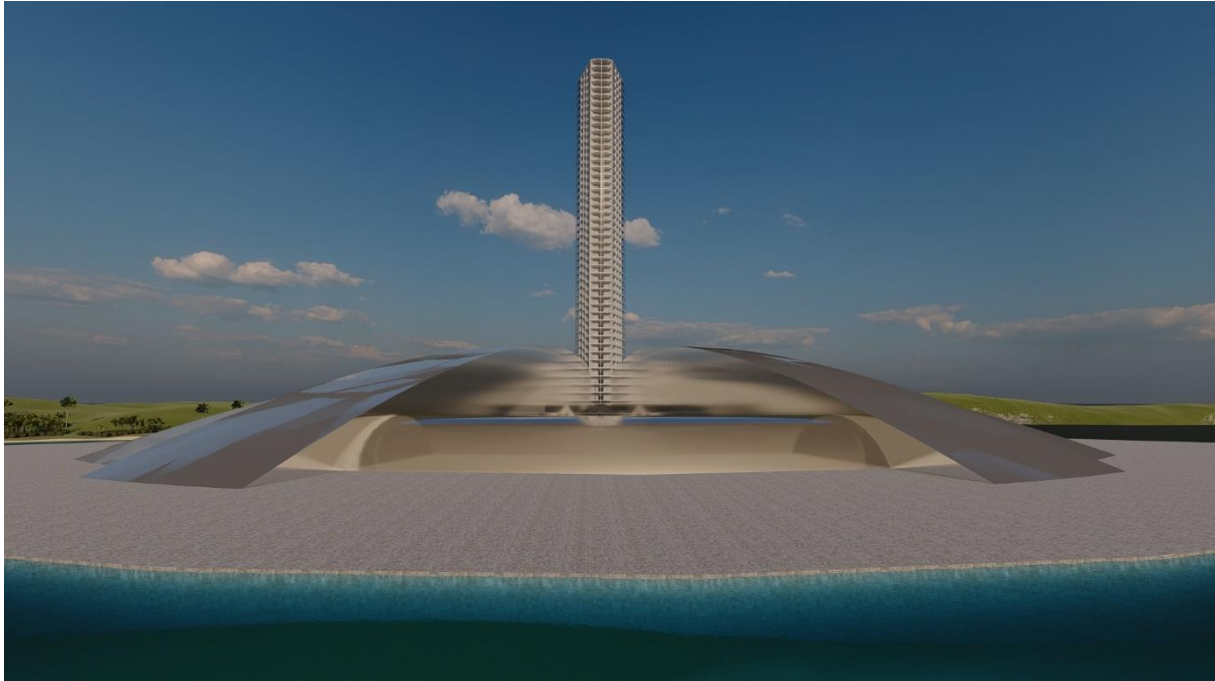
Afin de réaliser une étude et une simulation sur le confort visuel dans une chambre d'hôtel, nous avons conçu un hôtel balnéaire avec une salle de conférence, laboratoire de recherche et des salles de présentation pour ce qui est le développement durable.



Rendu 1 : vu du ciel de l'hotel d'étude (source : auteur)

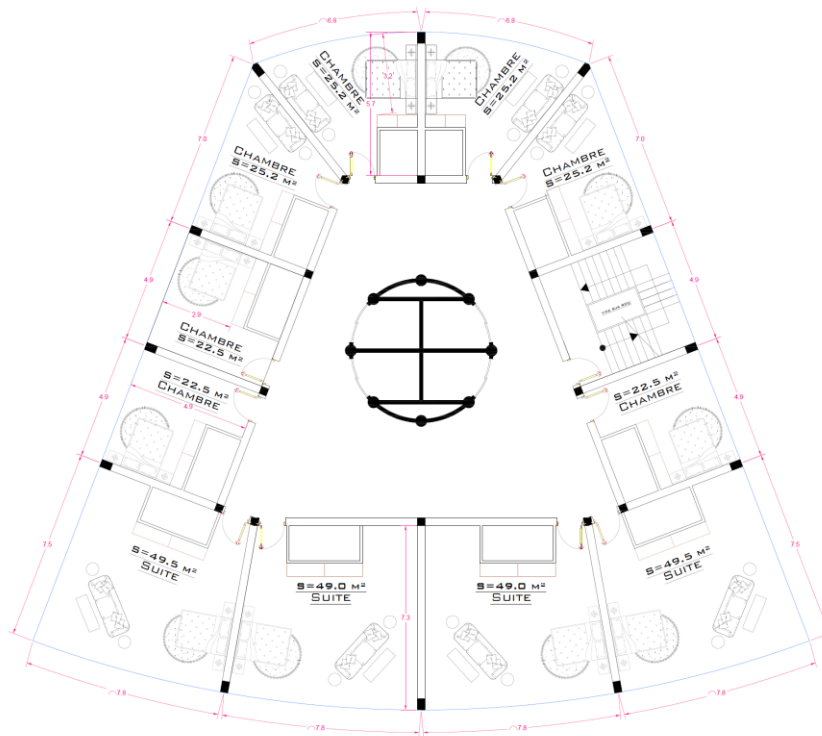


Rendu 2 : vu Sud de l'hôtel et le centre de recherche (en forme de coque) (source : auteur)



Rendu 3 : vue depuis la mer sur l'hôtel balnéaire (source : auteur)

Le plan d'étage courant est composé de 07 chambre et de 4 suites ayant des surfaces allant de 25 à 50 m². Tous les murs extérieurs des chambres et suites sont des baies vitrées permettant d'avoir une vue développée sur l'environnement extérieur, offrant des spectacles magnifiques lors du levé et couché du soleil.



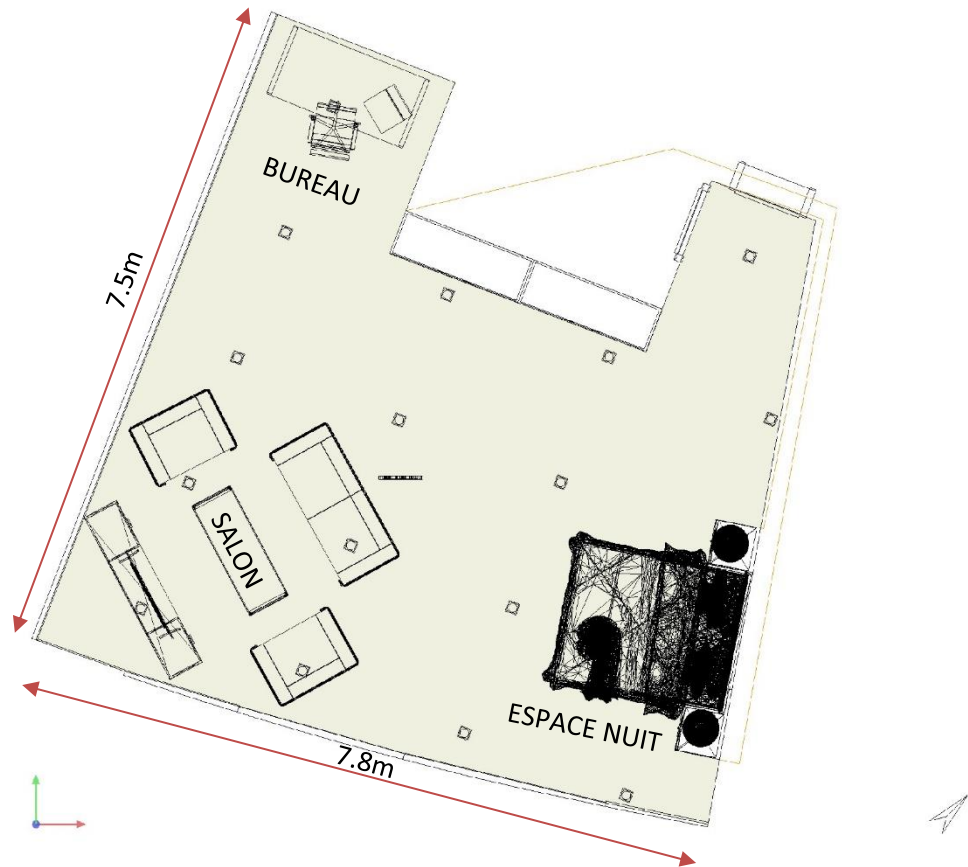
ÉTAGE COURANT CHAMBRES ET SUITES

Rendu 4 : plan de l'étage courant des chambres et suites de l'hôtel (source : auteur)

V. La simulation

V.1 Cas d'étude

Etant un hôtel, le cas d'étude est une chambre de type « suite » orientée vers le Sud, elle est composée d'un grand lit double, d'un bureau, d'un salon et d'une grande salle de bain d'une superficie total de 70 m² (7,4 x 6,4m) et une hauteur sous faux-plafond de 2,80m.



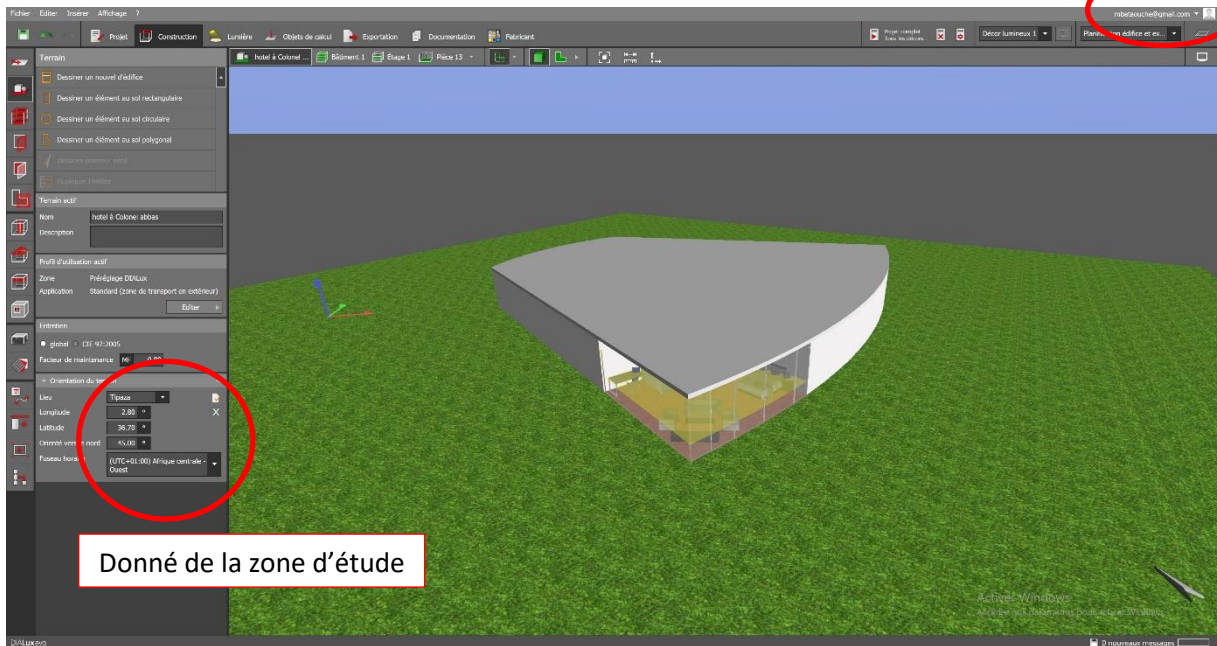
Rendu 5: Plan de la chambre de type suite sur le logiciel Dialux (source : Auteur)

V.2 Donnée de la simulation

La simulation de l'éclairage naturel se base sur les données suivantes :

- L'hôtel se situe à la plage Colonel Abbas, Douaouda, wilaya de Tipaza. Altitude : 0 mètre, Latitude : 36.70 Nord Longitude : 2.80 Est
- La zone : Plage donnant sur la mer méditerranéenne.
- Le type de ciel : Ciel dégagé le 21 juin et un ciel couvert le 21 décembre.
- L'éclairage moyen : en absence d'une norme internationale sur le niveau d'éclairage d'une chambre d'hôtel, une étude a été réalisée dans quatre pays (Argentine, Arabie Saoudite, Suède, Angleterre) ont montré que les quantités de lumière peuvent varier de 30 à 200 lux entre les pays (Chung & Burnett, 2000). Avec la présence d'un bureau et d'un salon dans la chambre nous avons opté pour un éclairage moyen qui est compris en 50 et 700 lux afin d'avoir un bon confort lors de la réalisation d'une variété de tâche.
- Logiciel de simulation : Dialux evo 9.1.51180 (14.09.2020)

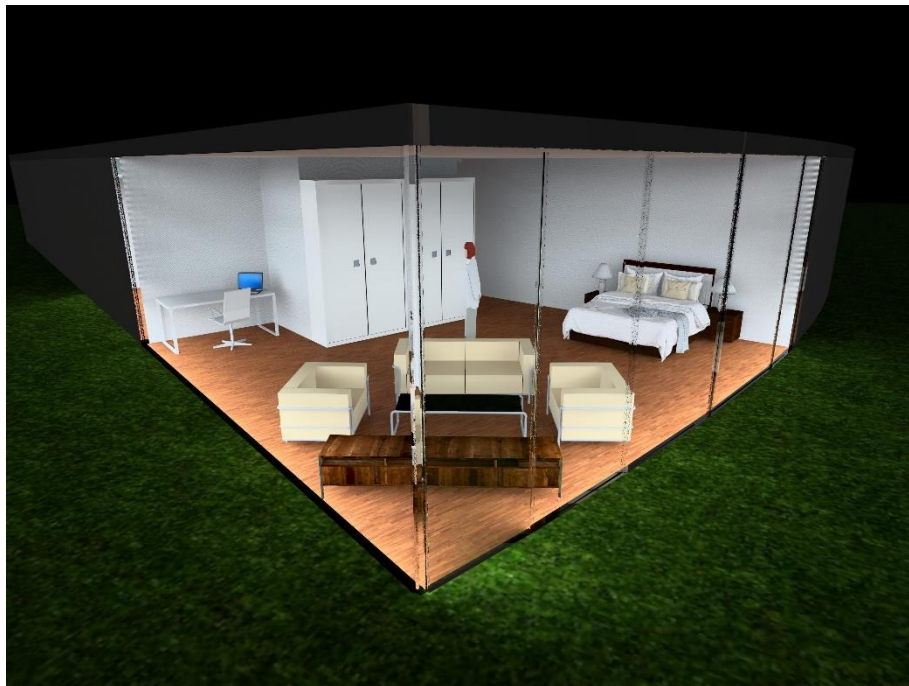
V.3 Phase de simulation



Rendu 6: fenêtre de travail sur Dialux evo (source : auteur)

V.3.1 Etat de fait

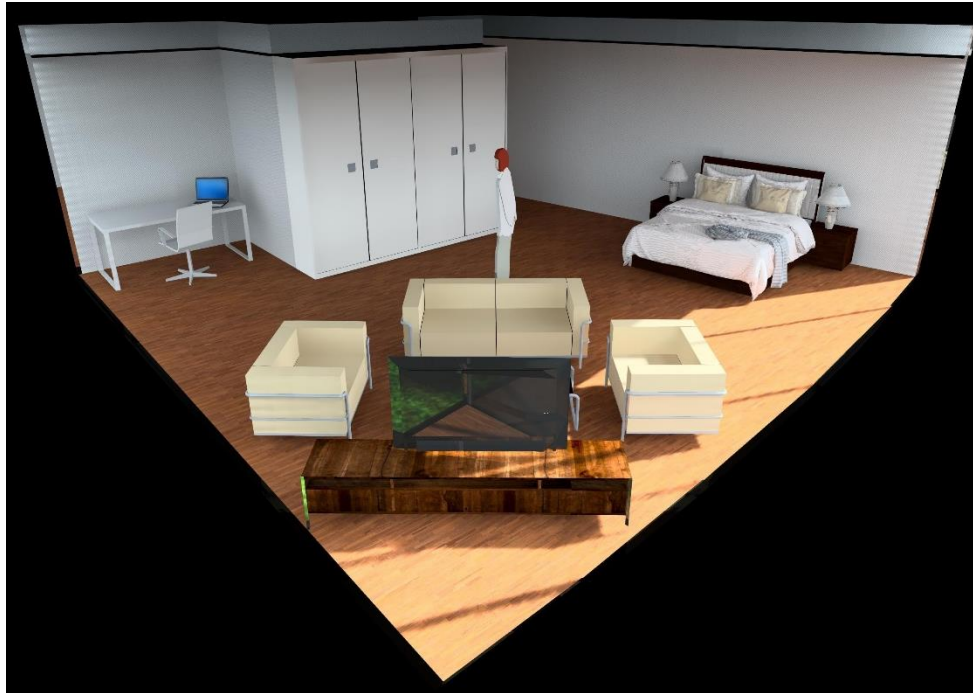
Vu l'importance de la vue vers l'extérieur dans une chambre d'hôtel, la solution de base est d'avoir une surface complètement transparente sur les deux murs donnant vers l'extérieur.



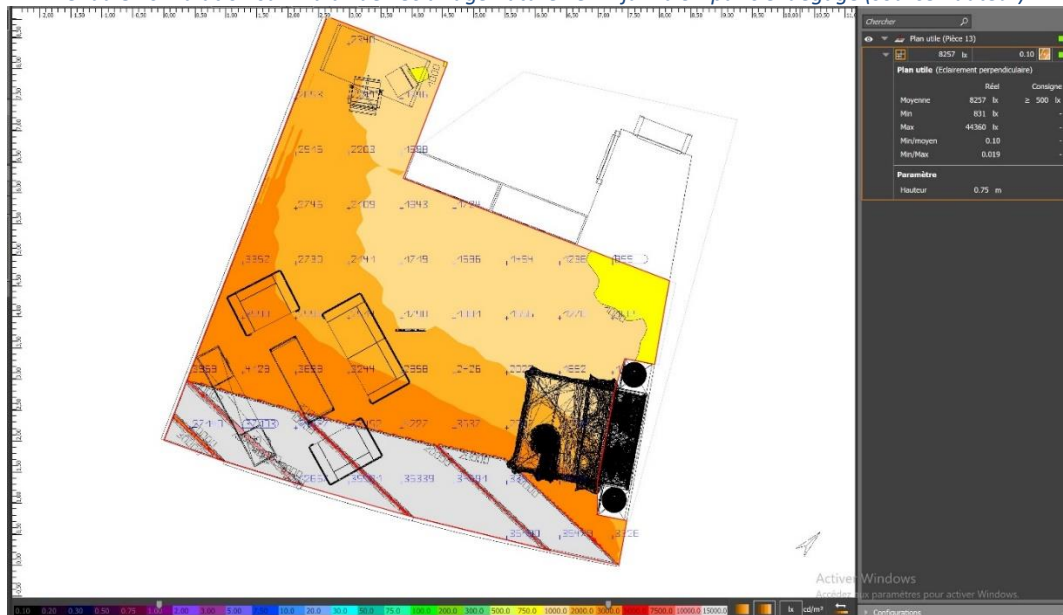
Rendu 7 : vue extérieur de la chambre sur Dialux (source : auteur)

Ainsi, quatre simulation sont réalisé pour récolter les données servant à l'amélioration éventuelle de l'éclairage naturel de la chambre. Les résultats des simulations sont résumés ci-après :

V.3.1.1 Le 21 juin avec ciel dégagé à 9h



Rendu 8 : simulation sur Dialux de l'éclairage naturel le 21 juin à 9h par ciel dégagé (source : auteur)



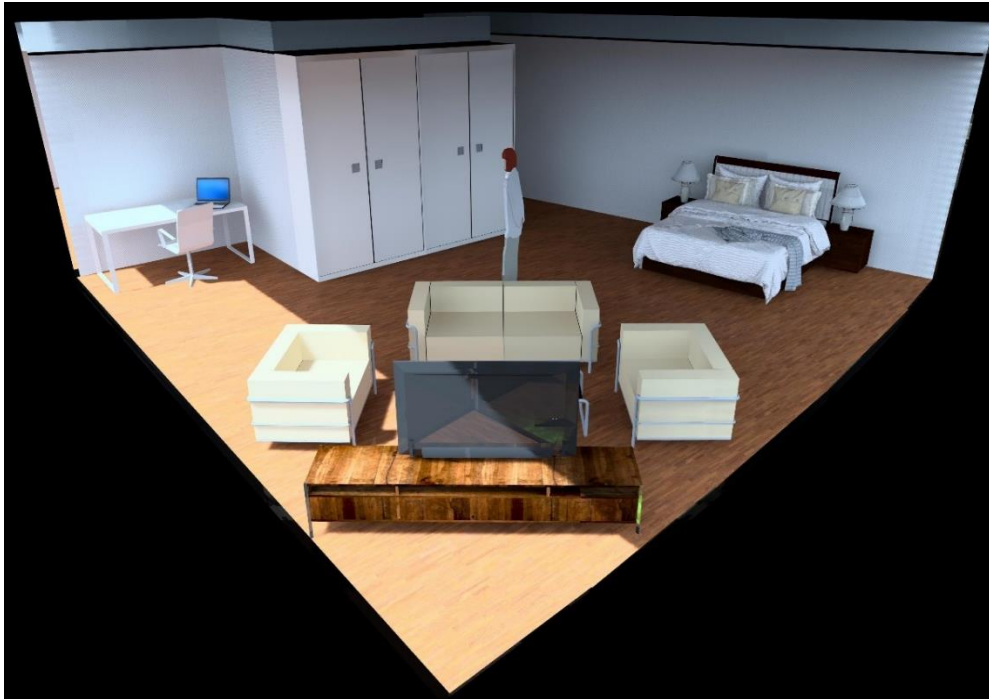
Rendu 9 : fausse couleur sur Dialux le 21 juin à 9h par ciel dégagé (source : auteur)

	Emoy (lux)	Emin (lux)	Emax (lux)	Iu
Résultat	8257	831	44360	0,1
Norme	50 à 700			0,6

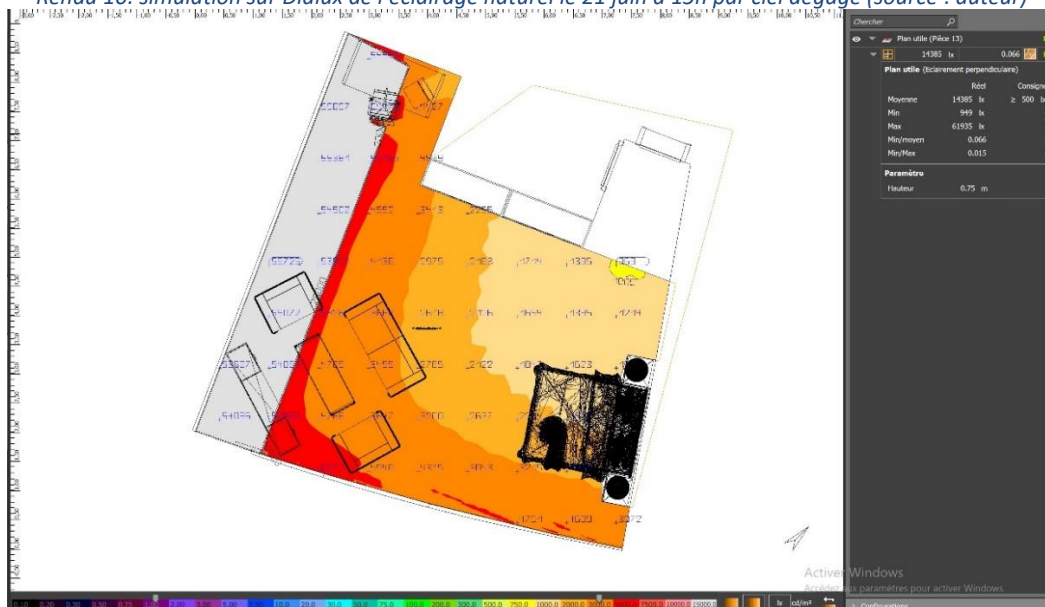
Tableau 5 : résultat de la simulation du 21 juin à 9h par ciel dégagé (source : auteur)

- Le 21 juin à 9h par ciel dégagé, nous remarquons une large tache solaire le long de la façade Sud-Est et un Indice d'uniformité de l'éclairage 0,10 (non uniforme). Ceci est dû à la position basse du soleil (élévation de 27,18° et Azimut 79,92°) et au grande baie vitrée.
- L'éclaircissement moyen est de 8257 lux ce qui est largement supérieur au 700 lux souhaité par les clients.

V.3.1.2 Le 21 juin avec ciel dégagé à 15h



Rendu 10: simulation sur Dialux de l'éclairage naturel le 21 juin à 15h par ciel dégagé (source : auteur)



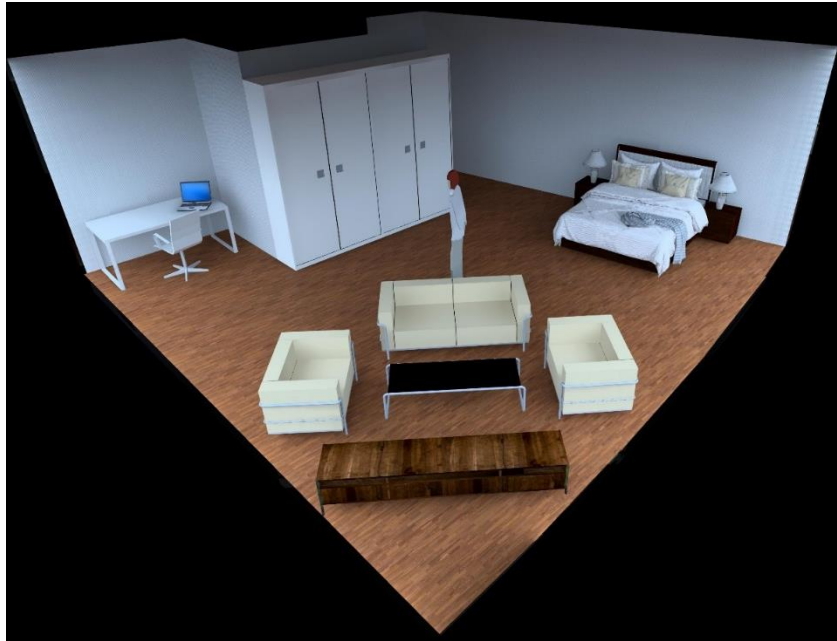
Rendu 11: fausse couleur sur Dialux le 21 juin à 15h par ciel dégagé (source : auteur)

	Emoy (lux)	Emin (lux)	Emax (lux)	Iu
Résultat	14385	949	61935	0,066
Norme		50 à 700		0,6

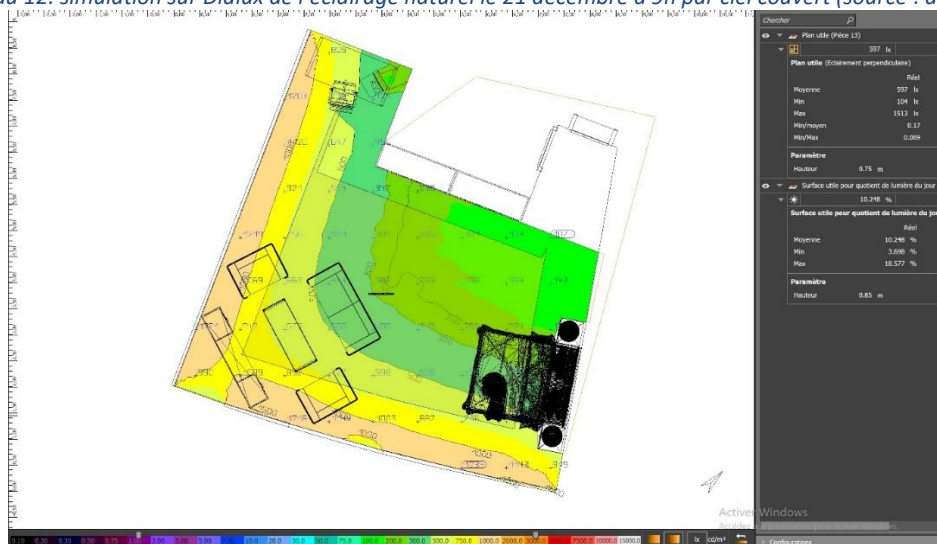
Tableau 6: résultat de la simulation du 21 juin à 15h par ciel dégagé (source : auteur)

- Le 21 juin à 15h par ciel dégagé, nous remarquons que la tache solaire le long de la façade Sud-Est s'est déplacé vers la façade Sud-Ouest et réduction de l'indice d'uniformité de l'éclairage 0,066 (non uniforme). Ceci est dû à la position basse du soleil (élévation de 70,05° et Azimut 233,16°) et au grande baie vitré. L'éclairément moyen a lui presque doublé passant de 8257 à 14385 lux.

V.3.1.3 Le 21 décembre avec ciel couvert à 9h



Rendu 12: simulation sur Dialux de l'éclairage naturel le 21 décembre à 9h par ciel couvert (source : auteur)



Rendu 13: fausse couleur sur Dialux le 21 décembre à 9h par ciel couvert (source : auteur)

	Emoy (lux)	Emin (lux)	Emax (lux)	FLJ (%)	Iu
Résultat	597	104	1513	10,25	0,17
Norme	50 à 700			2	0,6

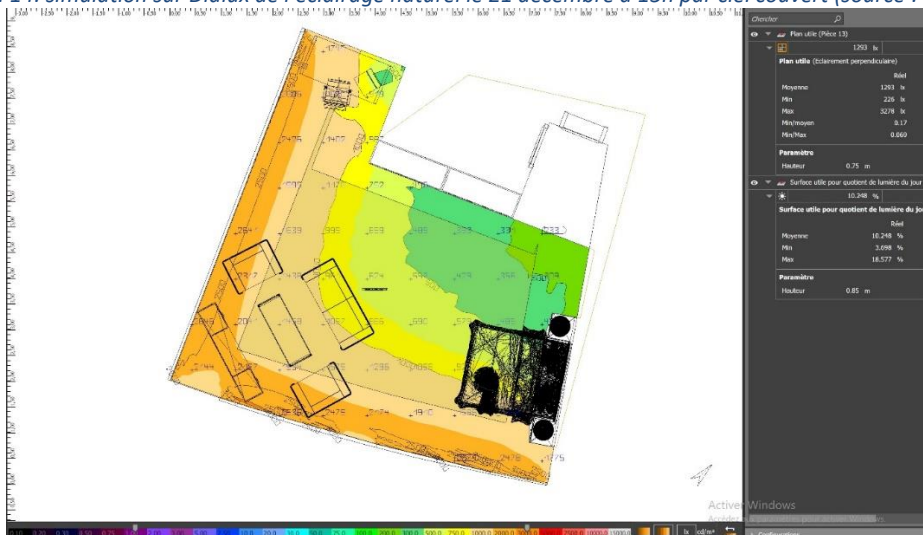
Tableau 7: résultat de la simulation du 21 décembre à 9h par ciel couvert (source : auteur)

- La matinée du 21 décembre à 9h par ciel couvert, l'éclairage moyen de 597 lux s'inscrit dans la plage de 200 à 700 lux préféré par les clients des hôtels. Par contre la grande profondeur de la chambre réduit l'éclairage de 1513 lux, près des baies vitrées, à 104 lux du côté de l'accès. Ceci confirme la non uniformité de l'éclairage avec un Indice d'uniformité de l'éclairage de 0,17.
- Le facteur de la lumière du jour passe de modéré (3,7%) à très élevé (18,58%) avec une moyenne de 10,25%. Cet FLJ est adapté à plus de 50% des heures de travail mais constitue un risque d'éblouissement.

V.3.1.4 Le 21 décembre avec ciel couvert à 15h



Rendu 14: simulation sur Dialux de l'éclairage naturel le 21 décembre à 15h par ciel couvert (source : auteur)



Rendu 15: fausse couleur sur Dialux le 21 décembre à 15h par ciel couvert (source : auteur)

	Emoy (lux)	Emin (lux)	Emax (lux)	FLJ (%)	Iu
Résultat	1293	226	3278	10,25	0,17
Norme	50 à 700			2	0,6

Tableau 8: résultat de la simulation du 21 décembre à 15h par ciel couvert (source : auteur)

- Le 21 décembre à 15h par ciel couvert, l'éclairage moyen de 1293 lux est supérieur à la plage de 200 à 700 lux préféré par les clients des hôtels mais offre une bonne clarté à l'espace. La profondeur de la chambre, là aussi, réduit considérablement l'éclairage de 3278 lux, près des baies vitrées, à 226 lux du côté de l'accès. Ceci confirme la non uniformité de l'éclairage avec un Indice d'uniformité de l'éclairage de 0,17.
- Le facteur de la lumière du jour reste le même avec une moyenne de 10,25% qui est adapté à plus de 50% des heures de travail mais constitue un risque d'éblouissement.

V.3.1.5 Analyse des résultats

jour	heure	Emoy (lux)	Emin (lux)	Emax (lux)	FLJ (%)	Iu
21 juin dégagé	9h	8257	831	44360	-	0,1
	15h	14385	949	61935	-	0,066
21 décembre couvert	9h	597	104	1513	10,25	0,17
	15h	1293	226	3278	10,25	0,17
Norme		50 à 700			2	0,6

Tableau 9 : résumé des résultats des simulations sur la chambre d'hôtel type « Suite »

En analysant les données récoltées, nous remarquons que l'éclairément le 21 juin à 9h et à 15h dépasse largement l'éclairément souhaités compris entre 200 et 700 lux.

Aussi, l'uniformité n'est pas assurée pendant toute la journée, ceci créera une sensation de non confort dans l'espace en créant deux espaces virtuellement séparé par cette importante inuniformité d'éclairément.

« Une intervention est obligatoire pour améliorer le confort visuel durant l'été surtout l'après-midi »

Pour le 21 décembre, l'éclairément moyen durant la journée garantie un certain confort visuel en s'inscrivant dans la plage d'éclairément souhaité. Par ailleurs, il est utile de constater que l'éclairément minimal (accès de la chambre) est inférieur à 200 lux et que l'éclairément maximal est supérieur à 700 lux (près des baies vitrés).

L'éclairément est beaucoup plus uniforme que celui de l'été mais reste insuffisant pour respecter la norme de 0,6 et doit être amélioré.

« Une intervention est souhaitable pour améliorer l'uniformité de l'éclairément pendant l'hiver. »

V.3.2 Intervention et amélioration

V.3.2.1 Hypothèse

Les brises soleil et les light shelves peuvent améliorer considérablement le confort de la chambre et assureront l'uniformité de l'éclairément sans tâche solaire.

V.3.2.1.1 Brises soleil

Comme constaté après l'analyse des résultats de la simulation, l'éclairément maximal près des baies vitrées est très importants et une importante tâche solaire est visible durant toute la journée. Ainsi, l'installation de brise soleil horizontale le long des baies vitrés pourra améliorer l'éclairément et réduire la zone de la tâche solaire.

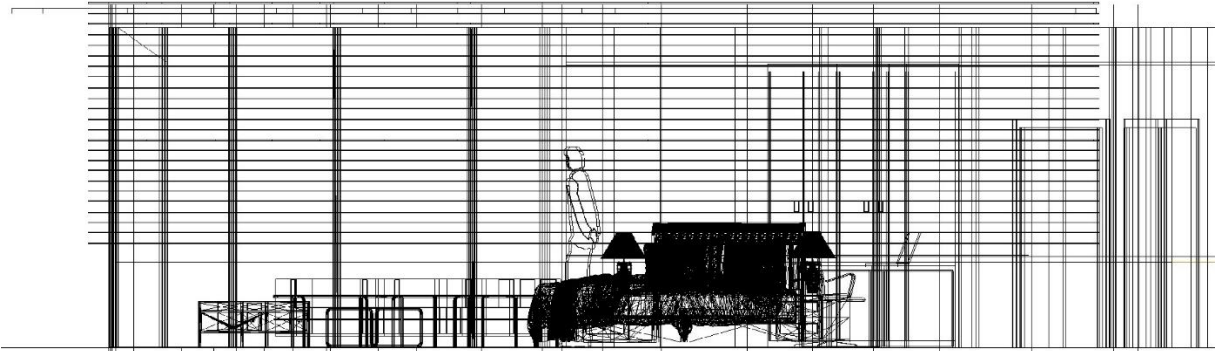
Les brises soleil ont une épaisseur de 0,5 cm et une profondeur de 12,5 cm, afin de garantir une très bonne visibilité vers l'extérieur et amélioré le confort visuel des clients de l'hôtel. Ils sont installés à une hauteur de 90cm jusqu'au plafond avec une distance égale de 9cm entre chaque brise vent.

Cette configuration permet de protégé l'espace contre les rayons directs du soleil en été, ayant une élévation supérieure à 36° (de 10h à 18h). En hiver (le 21 décembre), le midi solaire est à 13h47 avec une élévation de 29,87°, l'espacement choisi permettra au rayons directs du soleil de pénétrer dans l'espace.

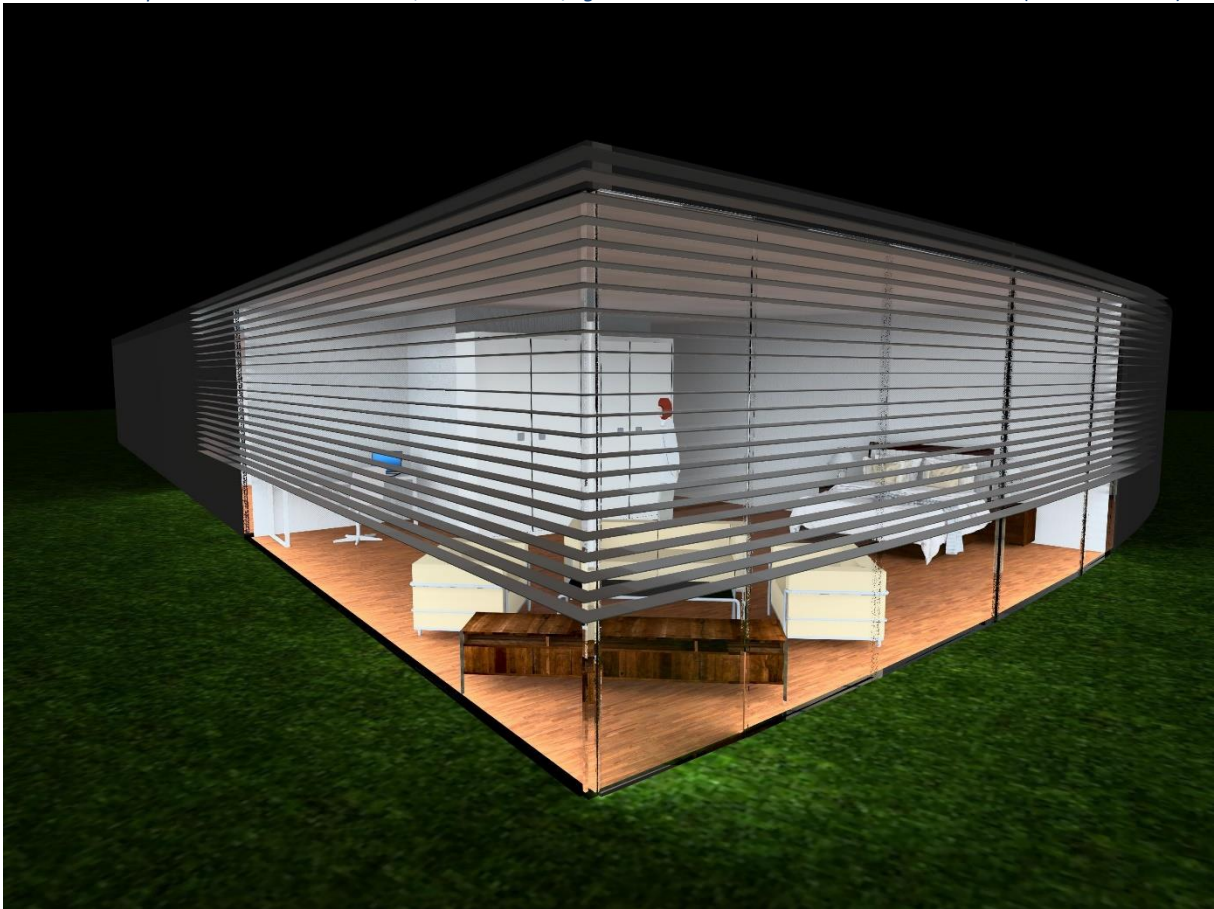
V.3.2.1.2 Light shelves (étagères architecturales de lumière)

Les brises soleil installés sur les façades de la chambre, de 90cm jusqu'au plafond, va permettre aussi la réflexion de la lumière vers le plafond et donc vers les zones éloignées des baies vitrées. Cette solution permettra d'améliorer l'éclairage de la zone d'entrée et augmentera l'uniformité de l'éclairage de la chambre.

La configuration actuelle permettra en été et en un seul rebond, la propagation de la lumière du soleil ayant une élévation de moins de 56° (avant 11h15 et après 16h15). En contrepartie, il faudra quatre rebond à la lumière du midi solaire pour pénétrer l'espace ($76,43^\circ$ à 13h47).



Rendu 16 : coupe de la chambre sur Dialux, les brises vent/light shelves sont installés sur les baies vitrées (source : auteur)



Rendu 17 : vue de la chambre sur Dialux, les brises vent/light shelves sont installés sur les baies vitrées (source : auteur)

V.3.2.2 Le 21 juin avec ciel dégagé à 9h après intervention



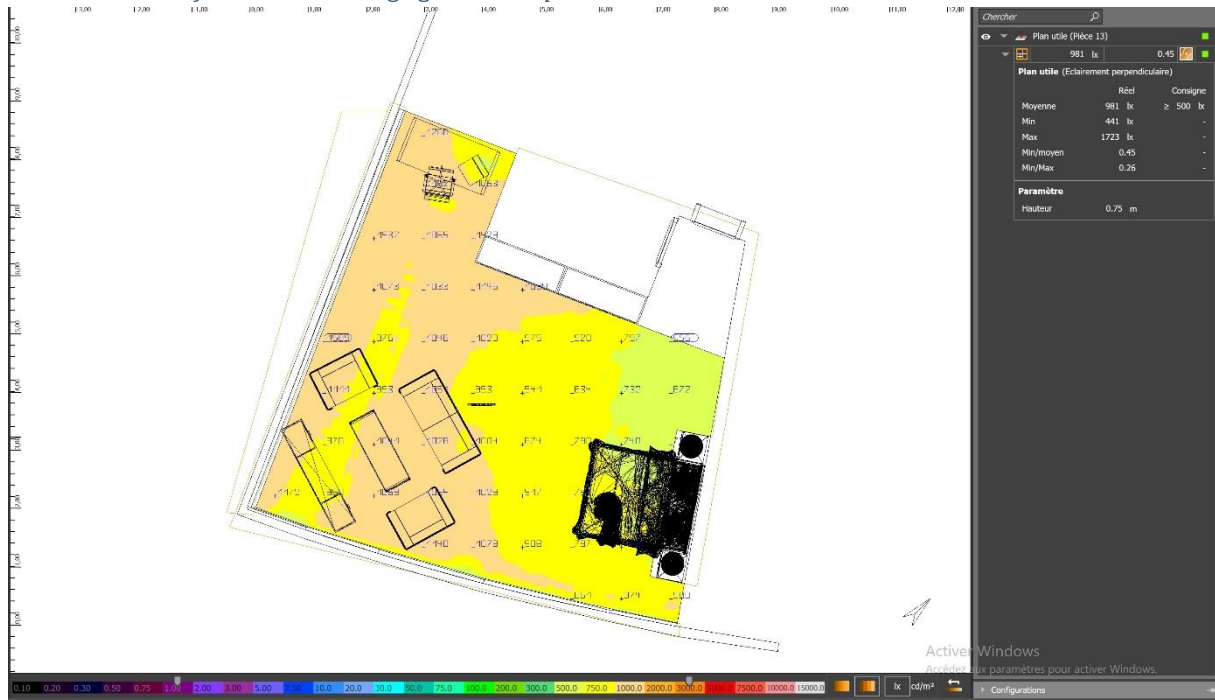
Rendu 18: fausse couleur sur Dialux le 21 juin à 9h par ciel dégagé après intervention (source : auteur)

	Emoy (lux)	Emin (lux)	Emax (lux)	Iu
Etat de fait	8257	831	44360	0,1
Résultat	848	386	1497	0,46
Amélioration	-89,73%	-53,55%	-96,62%	360%
Norme	50 à 700			0,6

Tableau 10: résultat de la simulation du 21 juin à 9h par ciel dégagé après intervention (source : auteur)

- Le 21 juin à 9h, le premier constat est qu'il n'y a aucune tâche solaire, les brises solaires ont réduit l'éclairément près des baies vitrées de 44360 à 1497 lux, une diminution de près de 97%. L'éclairément moyen est passé de 8257 à 848 lux, une diminution de près de 90%, ce qui rapproche l'éclairément moyen de la plage d'éclairément souhaité par les clients.
- L'utilisation des light shelves a fait augmenter l'indice d'uniformité de 0,1 à 0,46 (une évolution de 360%) ce qui est très important sans éclairage artificiel.
- Le rendu des fausses couleur (voir rendu 11) montre clairement l'uniformité de l'éclairément naturelle sur les différentes zones, lit, bureau et salon.

V.3.2.3 Le 21 juin avec ciel dégagé à 15h après intervention



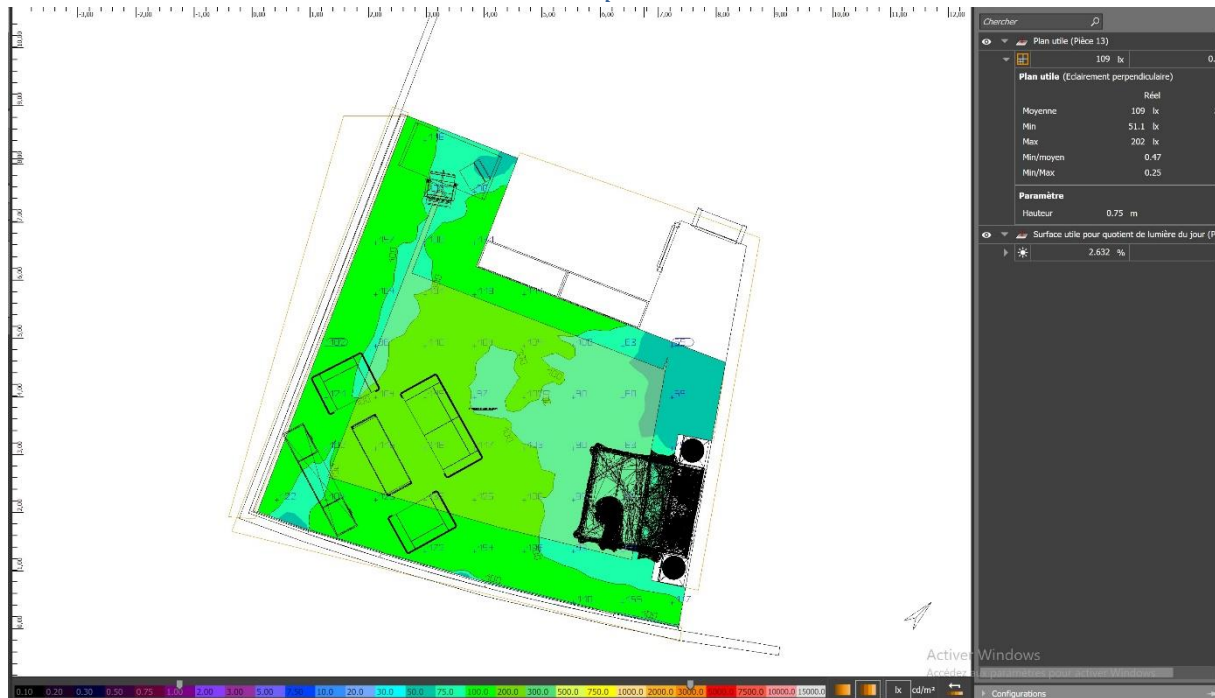
Rendu 19 : fausse couleur sur Dialux le 21 juin à 15h par ciel dégagé après intervention (source : auteur)

	Emoy (lux)	Emin (lux)	Emax (lux)	Iu
Etat de fait	14385	949	61935	0,066
Résultat	981	441	1723	0,45
Amélioration	-93,18%	-53,53%	-97,21%	581,81%
Norme	50 à 700			0,6

Tableau 11 : résultat de la simulation du 21 juin à 15h par ciel dégagé après intervention (source : auteur)

- Le 21 juin à 15h, là aussi il n’y a pas de tâche solaire, les brises solaires ont réduit l’éclairement près des baies vitrées de la façade Sud-Ouest de 61935 à 1723 lux, une diminution de plus de 97%. L’éclairement moyen est passé de 14385 à 981 lux, une diminution de plus de 93%, ce qui rapproche l’éclairement moyen de la plage d’éclairement souhaité par les clients.
- L’utilisation des light shelves a fait augmenter l’indice d’uniformité de 0,066 à 0,45 (une évolution de 582%) ce qui est très important sans éclairage artificiel.
- Le rendu des fausses couleur (voir rendu 12) montre une certaine uniformité de l’éclairement naturelle sur les différentes zones, lit, bureau et salon.

V.3.2.4 Le 21 décembre avec ciel couvert à 9h après intervention



Rendu 20: fausse couleur sur Dialux le 21 décembre à 9h par ciel couvert après intervention (source : auteur)

	Emoy (lux)	Emin (lux)	Emax (lux)	FLJ (%)	Iu
Etat de fait	597	104	1513	10,25	0,17
Résultat	109	51,1	202	2.63	0,47
Amélioration	-81,74%	-50,86%	-86,65%	-74,34%	176,47%
Norme	50 à 700			2	0,6

Tableau 12: résultat de la simulation du 21 décembre à 9h par ciel couvert après intervention (source : auteur)

- Le 21 décembre à 9h, nous notons une diminution importante de l'éclairage dans la chambre. L'éclairage était suffisant avant l'intervention mais les brises soleils installés pour la période estivale l'ont réduit mais il reste confortable pour les clients de l'hôtel.
- L'utilisation des light shelves a fait augmenter l'indice d'uniformité de 0,17 à 0,47 (une évolution de 176%) ce qui est très important sans éclairage artificiel.
- Le rendu des fausses couleurs (voir rendu 13) montre clairement l'uniformité de l'éclairage naturelle sur les différentes zones, lit, bureau et salon.
- L'éclairage moyen sera insuffisant dans le cas de travaux de bureau, de dessin ou de lecture, un éclairage artificiel d'appoint est obligatoire.
- Le facteur de la lumière du jour a une moyenne de 2,63%. Une diminution de 73% causée par les brises soleil. Cet FLJ est adapté à moins de 50% des heures de travail.

V.3.2.5 Le 21 décembre avec ciel couvert à 15h



Rendu 21 : fausse couleur sur Dialux le 21 décembre à 15h par ciel couvert après intervention (source : auteur)

	Emoy (lux)	Emin (lux)	Emax (lux)	FLJ (%)	Iu
Etat de fait	1293	226	3278	10,25	0,17
Résultat	236	111	437	2,63	0,47
Amélioration	-81,74%	-50,88%	-86,66%	-74,34%	176,47%
Norme	50 à 700			2	0,6

Tableau 13: résultat de la simulation du 21 décembre à 15h par ciel couvert (source : auteur)

- Le 21 décembre à 15h, nous notons une diminution importante de l'éclairage dans la chambre. L'éclairage était suffisant avant l'intervention mais les brises soleils installés pour la période estivale l'ont réduit mais il reste confortable pour les clients de l'hôtel.
- L'utilisation des light shelves a fait augmenter l'indice d'uniformité de 0,17 à 0,47 (une évolution de 176%) ce qui est très important sans éclairage artificiel.
- Le rendu des fausses couleurs (voir rendu 14) montre clairement l'uniformité de l'éclairage naturelle sur les différentes zones, lit, bureau et salon.
- L'éclairage moyen sera insuffisant dans le cas de travaux de bureautique, de dessin ou de lecture, un éclairage artificiel d'appoint est obligatoire.
- Le facteur de la lumière du jour reste le même à 15h et est adapté à moins de 50% des heures de travail.

V.3.2.6 Analyse des résultats après intervention

jour	heure	Emoy (lux)	Emin (lux)	Emax (lux)	FLJ (%)	Iu
21 juin dégagé	9h	848	386	1497	-	0,46
	15h	981	441	1723	-	0,45
21 décembre couvert	9h	109	51,1	202	2,63	0,47
	15h	236	111	437	2,63	0,47
Norme		200 à 700			2	0,6

Tableau 14 : résumé des résultats des simulations sur la chambre d'hôtel après intervention

jour	heure	Emoy (lux)	Emin (lux)	Emax (lux)	FLJ (%)	Iu
21 juin dégagé	9h	-89,73%	-53,55%	-96,62%	-	360%
	15h	-93,18%	-53,53%	-97,21%	-	581,81%
21 décembre couvert	9h	-81,74%	-50,86%	-86,65%	-74,34%	176,47%
	15h	-81,74%	-50,88%	-86,66%	-74,34%	176,47%
Norme		200 à 700			2	0,6

Tableau 15 : résumé des taux d'amélioration après intervention

Après l'intervention, nous notons une réduction très importante de l'éclairage sur les quatre études, en été comme en hiver, cela est dû principalement à la rétention des brises soleils des rayons près des baies vitrées. Néanmoins, en hiver l'éclairage moyen de 109 lux est inférieur à l'éclairage visé.

L'indice d'uniformité évolue considérablement est atteint en moyenne 0,47, ceci est le fait du rebond de la lumière sur les light shelves et l'éclairage de la zone éloigné des baies vitrées. Malgré qu'il reste sous 0,6, nous considérons le résultat très satisfaisant vu le gain d'uniformité sans éclairage artificielle.

La réduction du facteur de la lumière du jour rend obligatoire l'appoint de l'éclairage artificiel durant l'exécution de travaux pour une longue durée dans la chambre.

V.3.3 Synthèse

L'impact des brises soleil était très notable en été comme en hiver, leur avantage est d'éliminé les tâches solaires et les grandes différences entre l'éclairage près des baies vitrées et l'intérieur des espaces. Malgré cela, ils ont un impact négatif sur le facteur de la lumière du jour en hiver et réduisent considérablement cet apport en lumière naturelle. Une solution automatisée de rotation des brises soleil pourra améliorer le FLJ.

Les light shelves ont doublé voire quintuplé l'indice d'uniformité de l'éclairage de la chambre, cet indice est très important pour le confort des clients et éviter l'effet de la séparation virtuel entre les espaces.

Afin d'assurer l'exécution de tâches polyvalente dans la chambre allant d'une lecture d'un livre à de longue heure de travail, un appoint d'éclairage artificiel pour l'hiver est obligatoire. L'éclairage doit être automatisé muni de capteur de luminaire du jour et de détecteur de présence.

Nous avons choisi les luminaires **UNITY 125 LED DOWNLIGHT** de la marque **Ansell** pour faire deux simulation, la première le 21 décembre à 9h et 15h et la deuxième le 21 décembre à minuit. Les luminaires sont de type LED 21 avec un flux total de 1386 lm (une efficacité de 66lm/w), l'IRC (indice de rendu des couleurs) est de 80.

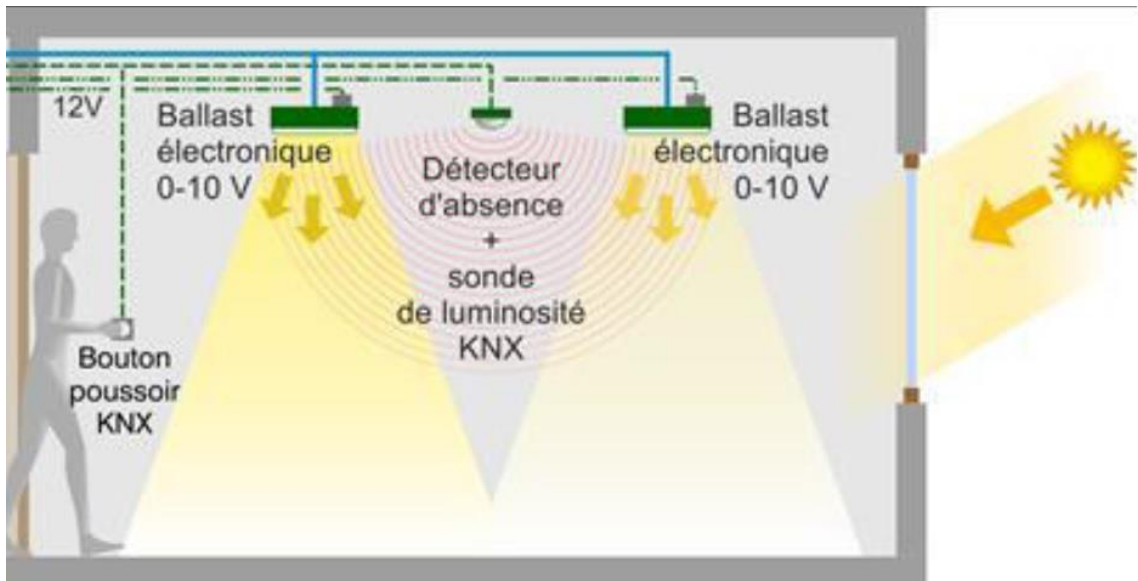
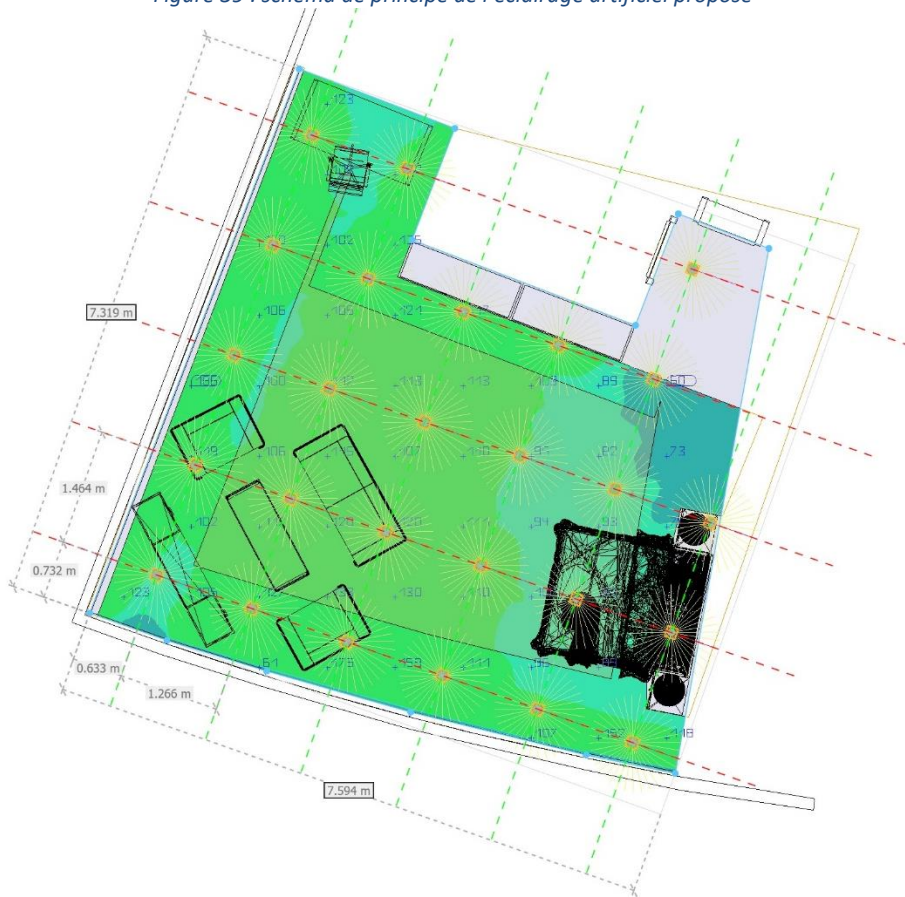


Figure 39 : schéma de principe de l'éclairage artificiel proposé



Rendu 22 : trame des luminaires installés pour compenser le manque de l'éclairage naturel

V.3.3.1 Le 21 décembre avec ciel couvert à 9h après intervention et éclairage artificiel



Rendu 23 : fausse couleur sur Dialux le 21 décembre à 9h couvert après intervention et éclairage artificiel (source : auteur)

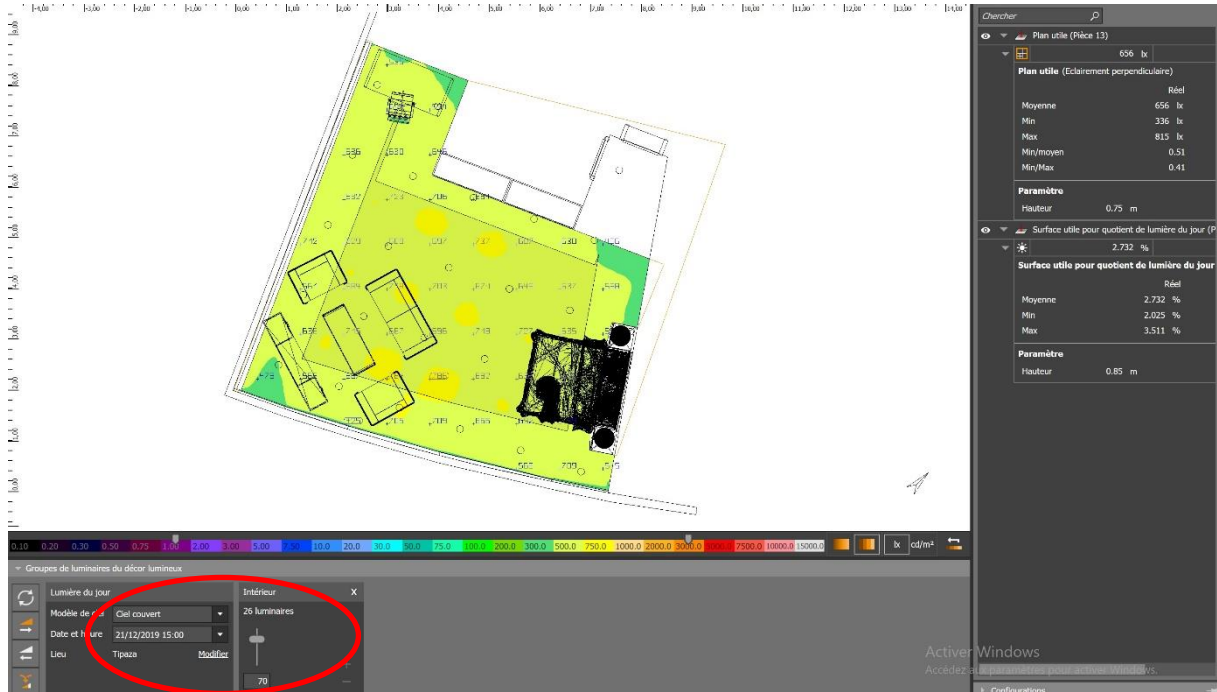


Rendu 24 : simulation sur Dialux de l'éclairage naturel le 21 décembre à 9h par ciel couvert après intervention et éclairage artificiel (source : auteur)

	Emoy (lux)	Emin (lux)	Emax (lux)	FLJ (%)	Iu
Etat de fait	597	104	1513	10,25	0,17
Amélioration	109	51,1	202	2.63	0,47
Eclairage artificiel	699	348	900	2.63	0,50
Norme	50 à 700			2	0,6

- Après l'intégration d'un éclairage artificiel automatisé, l'éclairage moyen augmente de 109 à 699 lux (+ 541,28%) et l'indice d'uniformité de 0,47 à 0,50, le 21 décembre à 9h.

V.3.3.2 Le 21 décembre avec ciel couvert à 15h après intervention et éclairage artificiel



Rendu 25: fausse couleur sur Dialux le 21 décembre à 15h couvert après intervention et éclairage artificiel (source : auteur)

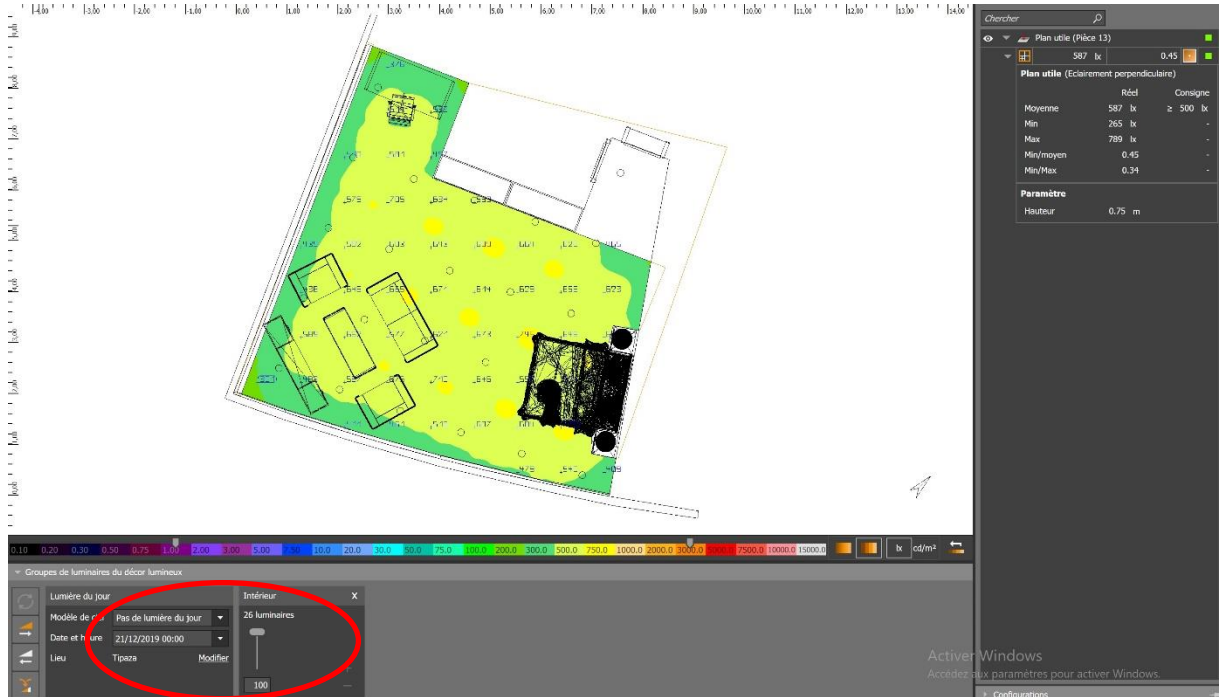


Rendu 26: simulation sur Dialux de l'éclairage naturel le 21 décembre à 15h par ciel couvert après intervention et éclairage artificiel (source : auteur)

	Emoy (lux)	Emin (lux)	Emax (lux)	FLJ (%)	Iu
Etat de fait	1293	226	3278	10,25	0,17
Amélioration	236	111	437	2,63	0,47
Eclairage artificiel	656	336	815	2.63	0,51
Norme	50 à 700			2	0,6

- Le 21 décembre à 15h, l'éclairage moyen augmente de 236 à 656 lux (+ 178%) et l'indice d'uniformité de 0,47 à 0,51 mais seulement avec 70% de l'éclairage disponible.

V.3.3.3 Le 21 décembre avec ciel couvert à 15h après intervention et éclairage artificiel



Rendu 27: fausse couleur sur Dialux le 21 décembre à 15h couvert après intervention et éclairage artificiel (source : auteur)



Rendu 28: simulation sur Dialux de l'éclairage naturel le 21 décembre à 15h par ciel couvert après intervention et éclairage artificiel (source : auteur)

	Emoy (lux)	Emin (lux)	Emax (lux)	Iu
Amélioration	236	111	437	0,47
Eclairage artificiel	587	265	789	0,45
Norme	50 à 700			0,6

Le 21 décembre à minuit, l'éclairage moyen augmente de 236 à 587 lux (+ 148%) et l'indice d'uniformité diminue légèrement de 0,47 à 0,45.

VI. Conclusion

Afin de garantir une vue développer vers l'extérieur dans une chambre d'hôtel balnéaire, nous avons essayé de garantir le confort visuel avec l'éclairage naturel et éléments architecturaux passifs. En orientant l'hôtel Sud-Est, la chambre bénéficier de deux vue Sud-Est et Sud-Ouest lui assurant un bon éclairage naturel durant toute la journée.

En utilisant les brises soleil, nous avons pu assurer un bon éclairage sans tâche solaire et offrir un bon confort visuel en été. Pour l'hiver, ces mêmes brise soleil installé au milieu des baies vitrées joué le rôle de light shelves réfléchissant la lumière du soleil vers les zones reculées de la chambre pour garantir une certaine uniformité d'éclairage.

C'est deux solutions dit passif ont démontré leur impact direct sur la qualité de l'espace et sur le confort visuel sans éclairage artificiel et leurs utilisation intelligente avec une implantation étudiée, a permis de préserver ces grandes baies vitrées tous en bénéficiant des bienfait d'une lumière naturelle tous au long de la journée.

Néanmoins, nous avons pu constater qu'à certain moment de la journée en hiver, l'éclairage moyen était faible et pourrai ne pas subvenir à quelque tâche dans la chambre. Nous avons pu découvrir que de nouveau luminaire intelligent détecté l'absence de la lumière du jour et éclairer l'espace selon le niveau d'éclairage adéquat réduisant ainsi considérablement l'utilisation de l'énergie électrique et par conséquent protégé l'environnement.

Pour conclure, une conception réfléchis et orienté vers le développement durable dès les premiers croquis, garantir un confort visuel satisfaisant avec un énorme gain économique tous en préservant notre environnement et notre planète pour les futures générations.

Bibliographie

www.ines-solaire.org

Livre: Jargstorf Benjamin, Renewable Energy & Development, Addis Ababa 2004

www.peracod.sn

https://www.diplomatie.gouv.fr/rapport_brundtland

www.entauvergne.fr

www.cepflorac.org

www.generalux.fr

www.e-rt2012.fr

www.inex.fr

www.annemasse.fr

www.gabrielverd.com

<https://www.google.dz/maps>

www.sharethis.com

<http://energypost.eu>

<https://www.ville-palaiseau.fr>

<https://www.fondation-hadamard.fr/edf-lab-saclay-plan.pdf>

<http://www.spiebatignolles.fr>

<http://www.cq-plateau-palaiseau.net>

<http://www.office-et-culture.fr/architecture/concept/edf-lab-paris-saclay>

www.raic.org

www.uraer.cder.dz

<http://www.hagident.eu/>

<https://fr.vecteezy.com>

<https://www.carabinsnicois.fr>

<https://www.lec-expert.fr>

<https://energieplus-lesite.be>

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