REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA

Faculté de **T**echnologie

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Génie civile
Spécialité : Equipement de l'habitat

L'éclairage par la fibre optique dans les centres des soins

Présenté par

BOUKHALFA Abdelghani

LAZIRI Nadji

Proposé et Dirigé par

Dr. HADJA Kawthar

Pr. CHIBA Younes

Promotion 2022/2023

Remerciement

Avant tous, nous remercions ALLAH le tout puissant pour nous avoir donné la force et la patience pour mener à terme ce travail

Nous sommes reconnaissants envers de nombreuses personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire et je tiens à exprimer ma gratitude à chacune d'entre elles.

Tout d'abord, Nous remercions nos directeurs de mémoire, Mme HADJA, et Mr CHIBA pour leur guidance, leurs conseils éclairés et leur disponibilité tout au long de ce processus. Leurs expériences dans le domaine nous 'a permis d'approfondir nos connaissances et de développer une vision critique.

Nous tenons également à exprimer notre profonde gratitude envers les membres du jury qui ont accepté de partager leur expertise, leurs remarques, critiques et conseils, ces derniers ont une grande utilité pour continuer la suite de cette start-up.

Nous tenons à remercier nos amis proches pour leur soutien inconditionnel, leurs encouragements constants et leur présence réconfortante. Leurs encouragements et leurs conseils et en fin Nous aimerions également adresser nos chaleureux remerciements à tout le personnel et aux enseignants du département de génie mécanique de l'université de Médéa, pour leur disponibilité constante et leur encouragement tout au long de notre formation

DEDICACE :

À mes chers parents, mes précieux frères et sœurs

Ce mémoire est le fruit de mon parcours académique, mais il est également le reflet de l'amour, du soutien et de l'unité qui nous lient en tant que famille. En votre honneur, je souhaite dédier ces pages remplies de connaissances et d'expériences à vous tous, mes piliers inébranlables.

À mes parents, qui ont été mes premiers enseignants et mes plus grands inspirateurs, je vous suis infiniment reconnaissant. Votre amour inconditionnel et votre soutien indéfectible m'ont donné les ailes pour poursuivre mes rêves et repousser mes limites. Votre sacrifice et votre dévouement ont été les fondations solides sur lesquelles j'ai construit ma formation et ma carrière. Ce mémoire est le témoignage de votre amour inépuisable et de votre influence inestimable.

À mes frères et sœurs, mes compagnons de vie et de mes souvenirs, je vous dédie également ce travail. Vous avez été mes partenaires de jeu, mes confidents et mes meilleurs amis. Votre présence dans ma vie a été une source constante de joie, de motivation et d'inspiration. Chacun de vous a apporté une saveur unique à notre histoire familiale

A mon chère binôme NADJI

En dédiant ce mémoire à toi, Nadji, je veux te remercier du fond du cœur pour ta collaboration, ta confiance et ton engagement. Tu as été un pilier sur lequel je me suis appuyé tout au long de ce projet, et je suis fier de ce que nous avons accompli ensemble

Et enfin merci à tous mes chers et ma Grande famille BOUKHALFA et spécialement mes cousins merci pour leurs soutiens

BOUKHALFA ABDELGHANI

DEDICACE :

À mes chers parents, mes précieux frères et sœurs

Ce mémoire est le fruit de mon parcours académique, mais il est également le reflet de l'amour, du soutien et de l'unité qui nous lient en tant que famille. En votre honneur, je souhaite dédier ces pages remplies de connaissances et d'expériences à vous tous, mes piliers inébranlables.

À mes parents, qui ont été mes premiers enseignants et mes plus grands inspirateurs, je vous suis infiniment reconnaissant. Votre amour inconditionnel et votre soutien indéfectible m'ont donné les ailes pour poursuivre mes rêves et repousser mes limites. Votre sacrifice et votre dévouement ont été les fondations solides sur lesquelles j'ai construit ma formation et ma carrière. Ce mémoire est le témoignage de votre amour inépuisable et de votre influence inestimable.

À mes frères et sœurs, mes compagnons de vie et de souvenirs, je vous dédie également ce travail. Vous avez été mes partenaires de jeu, mes confidents et mes meilleurs amis. Votre présence dans ma vie a été une source constante de joie, de motivation et d'inspiration. Chacun de vous a apporté une saveur unique à notre histoire familiale

A mon chère binôme ghano

En dédiant ce mémoire à toi, Abdelghani, je veux te remercier du fond du cœur pour ta collaboration, ta confiance et ton engagement. Tu as été un pilier sur lequel je me suis appuyé tout au long de ce projet, et je suis fier de ce que nous avons accompli ensemble

Et enfin un grand merci à la famille laziri et mouaizia et un merci spécial aux membres du leader club

LAZIRI NADJI

ملخص

يعتمد هذا البحث على الإضاءة باستعمال الألياف البصرية، وهي تقنية مبتكرة لها العديد من المزايا وتعتمد على استخدام الكابلات الضوئية لنقل الضوء، وتوفر هذه الألياف ضوء طبيعي وموحد وبالتالي تسمح بخلق جو مريح خاصة للمرضى.
الكلمات المفتاحية: الألياف البصرية، ضوء الشمس، نقل الإضاءة.

Résumé

Cette recherche est basée sur l'éclairage par la fibre optique, cette technologie innovante présente de nombreux avantages et elle repose sur l'utilisation de câbles optiques pour transmettre la lumière, l'éclairage fournit par ces derniers offre une lumière naturelle et uniforme ce qui permet de créer une atmosphère confortable surtout pour les patients.
Mots-clés : fibre optique, lumière naturelle, transmission

Abstract

This research is based on fiber optic lighting, this innovative technology has many advantages and it is based on the use of optical cables to transmit light, the lighting provided by them offers a natural and uniform light which creates a comfortable atmosphere especially for patients.
Keywords: fiber optics, natural light, transmission.

Sommaire

Introduction générale 1

CHAPITRE I SOLEIL ET ÉNERGIE 3

Introduction 3

I.1.Généralités sur le soleil : 4

I.1.1. Le soleil : 4

I.2.Potentiel solaire 5

I.3.Rayonnement Solaire : 5

I.3.1. Caractéristiques du rayonnement solaire 7

I.3.2. Aspects énergétiques du rayonnement solaire 7

I.3.3. Les différents types de rayonnement : 7

- **Rayonnement direct** 8
- **Rayonnement diffus** 8
- **Rayonnement réfléchi** 8
- **Rayonnement global** : 9

I.4. L'architecture solaire 9

I.4.1. Définition de l'architecture solaire 9

I.4.2. La relation entre l'architecture de l'habitat et l'apport solaire : 10

I.4.3. Intégration de l'énergie solaire à l'architecture et les différents capteurs existants 10

I.4.3.1. Intégration de l'énergie solaire à l'architecture 10

I.4.3.2Les différents capteurs existants 11

Conclusion 13

CHAPITRE II L'ÉCLAIRAGE 14

Introduction 14

II.1. L'éclairage naturel 14

II.1.1. Les sources d'éclairage naturel 15

II.1.1.1 Les sources lumineuses diurnes directes : 16

II.1.1.2. Sources lumineuses diurnes indirectes 21

II.1.2. Les paramètres influençant l'éclairage naturel 21

II.1.2.1. Influence du moment de l'année 21

II.1.2.2. Influence de l'heure du jour 22

II.1.2.3. Influence des ouvertures 22

II.1.2.4 Influence de l'environnement 24

II.2.1. Les sources de l'éclairage artificiel 27

II.2.1.1. Les différents types d'éclairage artificiel 27

II.2.2. Les différents types de lampes 28

Conclusion 32

CHAPITRE III LA FIBRE OPTIQUE DANS LA LITTÉRATURE 33
Introduction 33
III. La fibre optique : 33
III.1. Définition : 33
III.2. Histoire : 34
III.3. Utilisation : 36
III.4. Mécanisme opérationnel : 38
III.5. Principe de fonctionnement de la fibre optique 38
III.6. Notions relatives à la fibre 39
III.6.1. Diffraction 39
III.6.2. Réfraction 40
III.6.3. L'onde optique 42
III.6.4. Vitesse de la lumière 42
III.6.5. Propagation dans la fibre 43
III.6.6. Réflexion de Fresnel 43
III.7. Constitution de la fibre optique 43
III.7.1. Âme 44
III.7.2. Gaine optique 44
III.7.3. Revêtement 44
III.7.4. Fibres de renfort 44
III.8. Les différents types de la fibre optique 44
III.8.1. Fibre multi modes 45
III.8.2. Fibre multimode à gradient d'indice 45
III.8.3. Fibre monomode : 46
III.9. Les caractéristiques de fibre optique 47
III.9.1. L'atténuation de la fibre optique 47
III.9.2 monomodes et multimodes 48
III.10. L'éclairage par fibre optique 48
III.10.1. Pourquoi utiliser la fibre optique pour l'éclairage ? 49
III.10.2. Comment fonctionne l'éclairage à fibre optique 50
III.11. L'éclairage hybride 52
III.11.1. Fonctionnement 52
III.11.2. Avantages et inconvénients 53
III.12. L'éclairage décoratif 54
Conclusion 55
CHAPITRE IV 56
PARTIE PRATIQUE 56
Introduction 56
VI.1. Les étapes de réalisation du prototype 56

VI.1.1. Normalisation 56
VI.1.1.1. La norme NBN EN 12464-1 56
VI.2. Réalisation de prototype : 60
VI.3. Résultats et mesures nécessaires 62
VI.4. Conclusion 63
Conclusion générale 64
Références Bibliographiques 65
Annexe 70

Liste des figures

Figure I.1 : carte du monde de l'ensoleillement moyen annuel……..…..…4

Figure I.2 : Carte de l'irradiation en Algérie (mois de juillet) ……..….. 5

Figure I.3 : Inclinaison des rayons lumineux par rapport au sol…….……....6

Figure I.4 : Classification des divers rayonnements électromagnétiques……..……..…8

Figure I.5 : Les composantes du rayonnement solaire……..…….…… 9

Figure I.6 : Les possibilités d'intégration solaire architecturale……..…..……11

Figure I.7 : Capteur plan de type vitré…….…… 12

Figure I.8 : Capteurs solaires plans sans vitrage……..…… 13

Figure II.1 : éclairage et vision……...……. 15

Figure II.2: Sources lumineuses diurnes……..…….……... 16

Figure II.3: Rayonnement visible direct……...……17

Figure II.4: position du soleil…….…….……. 18

Figure II.5: hauteur du soleil …….…….……. 18

Figure II.6 : azimuth du soleil ……....…. 18

Figure II.7: diagramme solaire……...…….…. 19

Figure II.8: variation de l'éclairement au cours de la journée……...……. 19

Figure II.9 : pourcentage du rayonnement intercepté par une paroi en fonction de l'angle d'incidence en fonction de l'angle d'incidence……. 20

Figure II.10 : Les masques solaires…….…. 25

Figure II.11: Exemple de masque solaire……..... 25

Figure II.12: Lampe incandescente…….……..…… 29

Figure II.13: lampe fluorescent……..…….……. 30

Figure II.14: lampes incandescentes "halogène"…….…….…... 31

Figure II.15: lampes LED…….……...…. 32

Figure III.1 : fibre optique ……..……. 34

Figure III.2 : principe de guidage de la lumière dans une fibre optique…….…. 39

Figure III.3 : Le principe qui est utilisé pour guider la lumière dans la fibre…….. 41

Figure III.4 : une onde électromagnétique…….…….. 42

Figure III.5 : la réflexion en optique géométrique……..……. 43

Figure III.6 : Constitution de la fibre optique……. 44
Figure III.7 : la fibre multimode à saut d'indice……. 45
Figure III.8: La fibre multimodes à gradient d'indice…… 46
Figure III.9 : La fibre monomode……. 47
Figure III.10: les différents types d'atténuation de pertes……. 48
Figure III.11 : L'éclairage par fibre optique……. 49
Figure III.12 : fonctionnement de l'éclairage à fibre optique……. 52
Figure III.13 : Les tubes lumineux sont parfois utilisés en place des câbles à fibres optiques pour canaliser la lumière dans un bâtiment……. 53
Figure III.14 : éclairage décoratif…… 55
Figure VI.1 : modelé miniature d'une salle de soins…… 60
Figure VI.2 : Un support pour les câbles de fibre…… 61
Figure VI.4 : les câbles de fibre multimode……. 61
Figure VI.3 : prototype…… 62

Liste des tableaux

Tableaux (1.1) : Durée d’ensoleillement et énergie reçue dans chaque Régions en Algérie

Liste des Nomenclature

P (bar) : la pression.

θ (°) : l'élévation du soleil sur l'horizon (90° au zénith).

Z (m) : l'altitude.

G : L'intensité

n_1 est l'indice de réfraction du premier milieu (celui du rayon d'incidence)

n_2 est l'indice de réfraction du deuxième milieu (celui du rayon réfracté)

i1 est l'angle d'incidence

i_2 est l'angle de réfraction

C : Célérité de la lumière

Δn : la différence d'indice normalisé

Nc : saut d'indice de cœur

Ng : saut d'indice de gaine

N_1 : Indice du cœur de la fibre

N_2 : Indice entre les deux fibres

d : le diamètre du cœur de la fibre,

λ : la longueur d'onde de la lumière utilisée,

ON : l'ouverture numérique de la fibre.

X : Le rendement d'une fibre

Introduction générale

Introduction générale

L'éclairage joue un rôle essentiel dans les centres de soin, contribuant à la création d'un environnement favorable à la guérison et au bien-être des patients. Traditionnellement, les systèmes d'éclairage utilisent des sources lumineuses conventionnelles telles que les ampoules incandescentes, les lampes fluorescentes ou les LED. Cependant, l'évolution des technologies a ouvert la voie à de nouvelles approches innovantes, notamment l'éclairage par fibre optique.

Ce mémoire propose d'explorer les avantages et les possibilités offertes par l'éclairage par fibre optique dans les centres de soin. En utilisant la lumière naturelle et en exploitant les propriétés uniques des fibres optiques, cette technologie présente des perspectives prometteuses pour améliorer l'expérience des patients et du personnel et optimiser l'environnement de soin.

Pour atteindre cet objectif, nous avons scindé notre mémoire en 4 chapitres :
Le premier chapitre "Soleil et Énergie" explore le rôle central du soleil en tant qu'une source d'énergie inépuisable. Nous examinerons le potentiel solaire, en évaluant la quantité d'énergie solaire disponible dans différentes régions du globe. Ensuite, nous plongerons dans le rayonnement solaire, en comprenant sa composition Enfin, nous aborderons l'architecture solaire, en explorant les stratégies de conception qui optimisent l'utilisation de la lumière pour des applications énergétiques. Ce chapitre servira de base pour comprendre l'importance de l'énergie solaire et ses applications dans divers secteurs.

Le deuxième chapitre "l'éclairage" examine l'importance de l'éclairage dans notre environnement quotidien. Nous étudierons les différentes sources d'éclairage naturel, telles que la lumière du soleil et le ciel, et nous discuterons des paramètres qui influencent son efficacité, tels que l'orientation des fenêtres et les obstacles environnants. Ensuite, nous aborderons l'éclairage artificiel, nous explorerons les différentes sources d'éclairage artificiel et Les différents types d'éclairage artificiel.

Le troisième chapitre a été consacré à "la fibre Optique", celle-ci est considérée comme une technologie révolutionnaire qui offre des avantages uniques en termes de transmission de la lumière, Nous commencerons par examiner le principe de fonctionnement de la fibre optique et la constitution de la fibre optique, en analysant les matériaux utilisés et les différentes couches qui composent cette fibre, ensuite nous aborderons les différents types de fibres optiques disponibles. En fin la fibre optique offre des opportunités fascinantes dans le domaine de l'éclairage (naturel et hybride).

Le quatrième chapitre a été consacré à la réalisation d'un prototype, Lors de la réalisation du prototype d'éclairage par fibre optique, il est essentiel de suivre un processus bien défini, cela comprend des étapes telles que la normalisation, en se référant à la norme NBN EN 12464-1 qui établit les exigences d'éclairage pour les lieux de travail, y compris les établissements médicaux.

CHAPITRE I
SOLEIL ET ÉNERGIE

Introduction

Malheureusement, la consommation énergétique mondiale augmente au détriment de l'environnement, d'une part, et en utilisant des sources non renouvelables, d'autre part. Les énergies fossiles, telles que le charbon, le pétrole et le gaz naturel, sont exploitées de manière abusive. Ces sources d'énergie sont polluantes et limitées. Aujourd'hui, la communauté scientifique reconnaît la responsabilité de cette consommation dans le réchauffement climatique qui risque d'avoir des effets dramatiques sur les équilibres physiques, économiques, sociaux et politiques de notre planète. Pour assurer la sécurité énergétique et le développement économique et social des populations, le recours à des énergies propres devient incontournable. Les énergies renouvelables, en particulier l'énergie solaire, devraient être privilégiées en tenant compte de la sécurité de l'approvisionnement et de la protection de l'environnement. Ce choix est motivé par le fait que la quantité d'énergie solaire reçue chaque jour par la planète est 5 fois supérieure à la totalité des consommations quotidiennes humaines en énergie nucléaire, charbon, bois, fioul, gaz et hydraulique. L'Algérie, qui fait partie de cette planète, dispose d'un potentiel solaire exceptionnel avec ses 3500 heures d'ensoleillement par an, le plus élevé sur la rive méditerranéenne. Par exemple, l'énergie solaire thermique atteint 169 440 TWh/an, soit l'équivalent de 38 000 milliards m3/an, représentant près de 4 fois la consommation énergétique mondiale.

L’Algérie est classée comme l’un des pays les plus pourvus en énergie solaire mais également un pays dont la base énergétique est essentiellement constituée par les hydrocarbures. Toutefois, les énergies renouvelables ne représentent malheureusement qu’un faible pourcentage dans le bilan énergétique national. [1]

Les énergies renouvelables en générale, l’énergie solaire en particulier, représentent une des sources les plus prometteuses pour répondre aux besoins énergétiques mondiaux. L’énergie solaire a l’avantage d’être propre et renouvelable. Son développement et son utilisation pourraient alléger l’utilisation des sources d’énergies fossiles classiques (pétrole, gaz naturel, charbon). [2]

I.1.Généralités sur le soleil :

Abondante, inépuisable et non polluante, ce sont ces caractéristiques qui ont suscité l'intérêt a l'énergie solaire, malgré le cout d'exploitation lourd au départ (couts de l'installation que ça soit photovoltaïque, thermique ou hybride), qui fait qu'elle n'est pas totalement gratuite [3].

I.1.1. Le soleil :

Le soleil est une sphère avec une matière extrêmement chaude et gazeuse avec un diamètre de $1{,}39 \cdot 10^{9} mm$, et est à distance moyenne de $1{,}49 \cdot 10^{11} mm$ de la terre. Comme vu de la terre, le soleil tourne autour de son axe une fois toutes les quatre semaines, cependant il ne tourne pas comme un corps solide ; une rotation est faite en 27 jours à l'équateur eten 30 jours aux régions polaires [4]. Il est considéré comme un corps noir avec une température effective de$5777K$, et rayonne principalement dans le visible et le proche infrarouge (de 300nm à 1200 nm) avec un maximum aux environs de500nm. Cette énergie est produite par les réactions de fusion dans le soleil et est filtrée par l'atmosphère. Le rayonnement solaire apporte sur terre une énergie de 2000 à $2500 KWh/mm^2$ par an, ce qui est supérieur à la totalité des ressources fossiles jamais découvertes (Voir Figure 1). La quantité d'énergie exploitable de ces ressources malheureusement "non renouvelables" ne représente que 0,5 % de ce que nous recevons chaque année par rayonnement solaire [5].

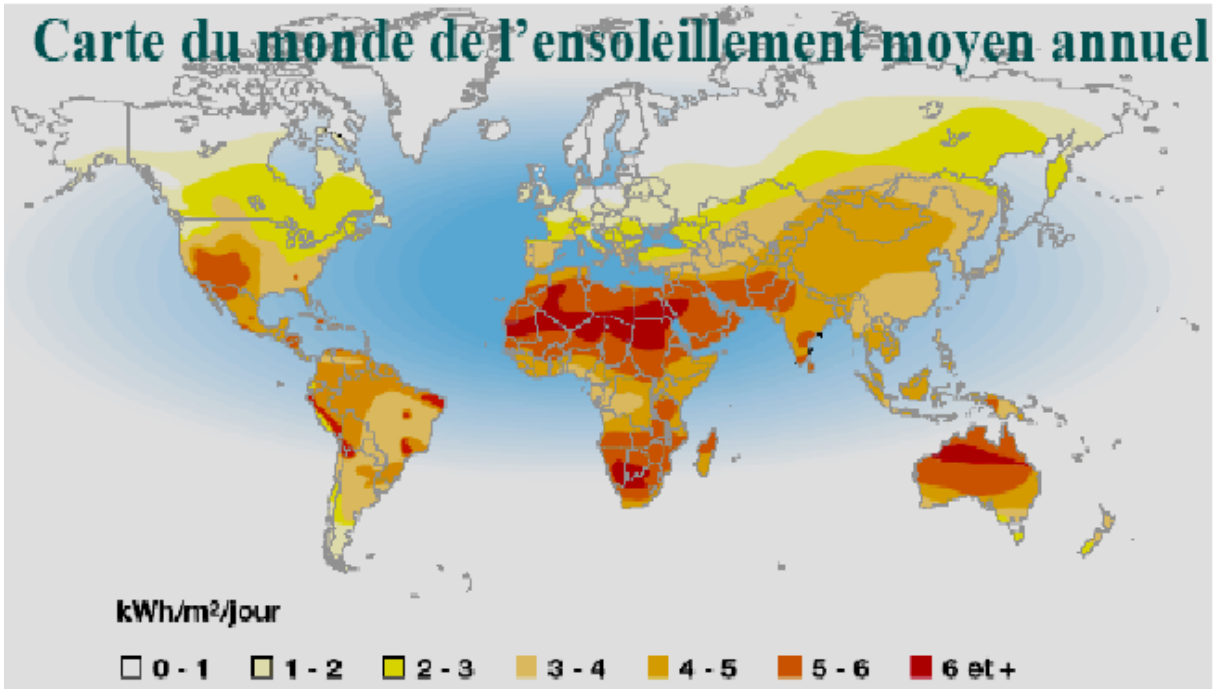


Figure I.1 : carte du monde de l'ensoleillement moyen annuel [6]

I.2.Potentiel solaire

De Part sa situation géographique, l'Algérie dispose du plus grand gisement solaire du bassin méditerranéen. La durée moyenne d'ensoleillement du territoire algérien dépasse les 2000 heures annuelles, pour atteindre près de 3500 heures d'ensoleillement dans le désert du Sahara. Le total d'énergie reçue est estimé à 169 400 TWh/an, soit 5000 fois la consommation d'électricité annuelle du pays.[7]

Tableaux (1.1) : Durée d'ensoleillement et énergie reçue dans chaque Régions en Algérie

Régions	Région côtière	Hauts plateaux	Sahara
Durée moyenne d'ensoleillement (heures/an)	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue (KWh/m²/an)	1700	1900	2650

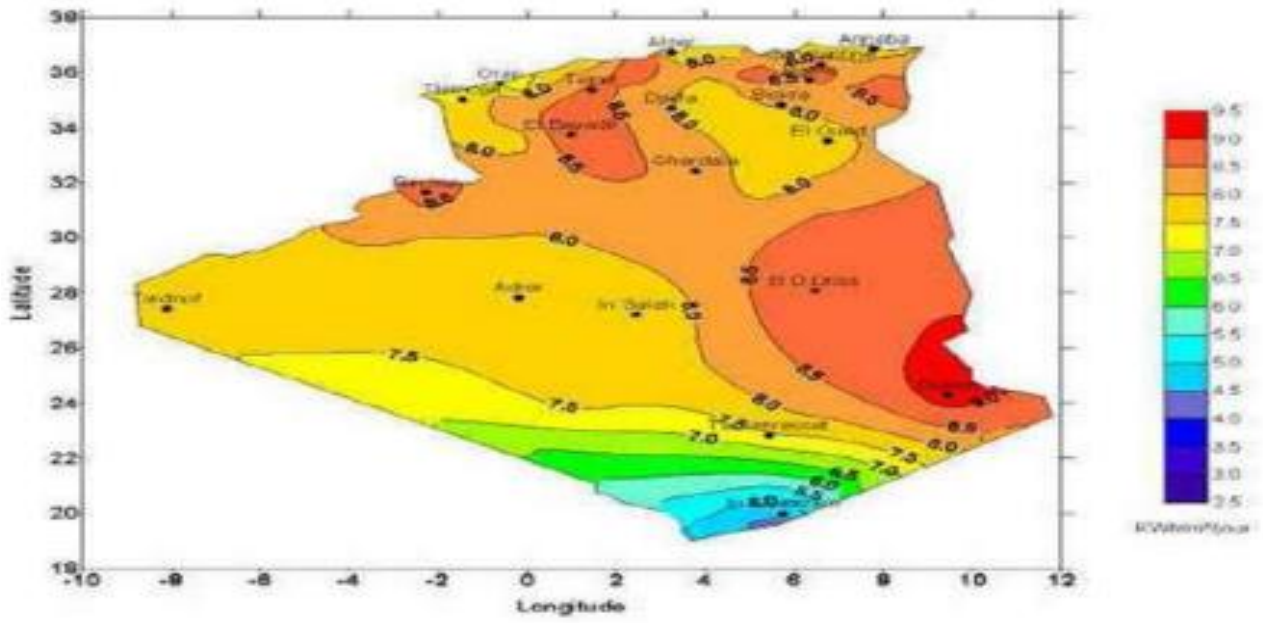


Figure I.2 : Carte de l'irradiation en Algérie (mois de juillet) [8]

I.3.Rayonnement Solaire :

La surface du soleil se comporte comme un corps noir à la température d'environ 5800 K. Son rayonnement solaire est constitué de photons dont la longueur d'onde s'étend de l'ultraviolet (0.2µm) à l'infrarouge lointain (4µm) avec un maximum d'énergie pour 0,5µm. On utilise la notion Air Masse afin de caractériser le spectre solaire en termes d'énergie émise [8]. L'énergie totale transportée par le rayonnement solaire sur une distance soleil terre

(150millions de kilomètres) est de l'ordre de 1350W/m² dans l'espace hors atmosphère terrestre (Figure 3). Lorsque le rayonnement solaire traverse l'atmosphère, il subit une atténuation et une modification de son spectre, à la suite de phénomènes d'absorption et de diffusion dans les gaz, l'eau et les poussières. Ainsi, la couche d'ozone absorbe une partie du spectre lumineux provenant du soleil, et en particulier une partie des ultraviolets dangereux pour la santé. Le nombre d'air masse (AM) qui permet de tenir compte de l'épaisseur de l'atmosphère traversé par les rayons solaires suivant l'inclinaison du soleil est calculée par : [9]

$$AM = \frac{P}{1.013} \times \frac{1}{\sin\theta} e^{z/7800} \qquad \text{----------(1)}$$

Ainsi, au niveau de la mer (z=0 m) et (p=1.013 bar), donc on a :

$$AM = \frac{1}{\sin\theta}$$

Et on dit qu'on a les conditions AM1 lorsque le soleil est au zénith, AM2 lorsqu'on a une inclinaison de 30°. Hors atmosphère à haute altitude ($z \approx \infty$), on est dans les conditions AM0.

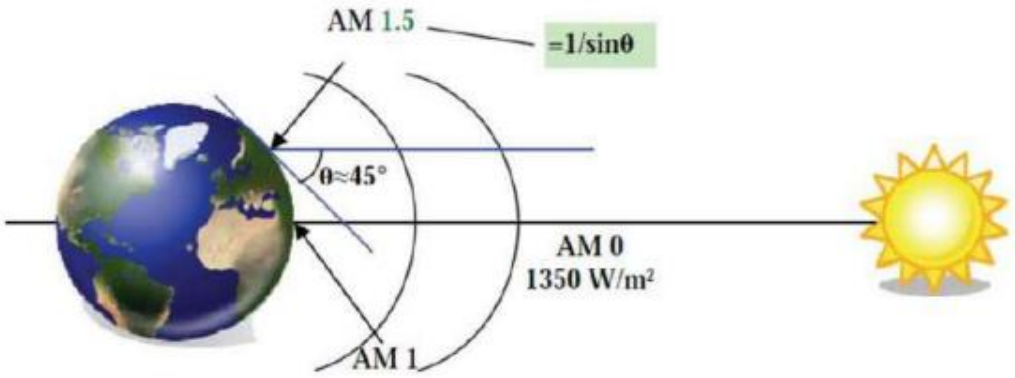


Figure I.3 : Inclinaison des rayons lumineux par rapport au sol.[9]

Le rayonnement solaire direct reçu au niveau du sol (à θ=90° d'inclinaison) atteint 1000 W/m² du fait de l'absorption dans l'atmosphère (AM1). Cette valeur change en fonction de l'inclinaison des rayons lumineux par rapport au sol. Plus l'angle de pénétration θ est faible, plus l'épaisseur atmosphérique que les rayons auront à traverser sera grande, d'où une perte d'énergie conséquente. Le spectre standard le plus étudié est AM1.5G, 'G' signifiant global car il tient compte à la fois des radiations directes et diffusés qui concerne tous les rayonnements dont la trajectoire entre le soleil et le point d'observation ne sont pas géométriquement rectiligne et qui sont dispersé ou réfléchi par l'atmosphère ou bien le sol, par opposition à AM1.5D qui ne tient compte que des radiations directes. AM1.5G donne une

irradiation de 970 W/m², mais a été arrondi à 1kW/m². L'intensité G (kW/m²) reçue à la surface de la terre peut être calculée grâce à la formule empirique suivante [9] :

$$G = 1.353(0.7^{AM})^{0.678}$$

I.3.1. Caractéristiques du rayonnement solaire

C'est Le flux d'énergie qui atteint le soleil se présente sous forme d'ondes électromagnétiques de différentes fréquences. Parmi ces fréquences, on retrouve la lumière visible, l'infrarouge et l'ultraviolet, qui sont bien connues dans le spectre électromagnétique. Près de la moitié du rayonnement solaire que reçoit notre planète est comprise dans la plage de 0,4 μm à 0,7 μm, qui peut être détectée par l'œil humain et est connue sous le nom de lumière visible. L'autre moitié du rayonnement se situe principalement dans la partie infrarouge du spectre, avec une petite partie dans l'ultraviolet. Pour quantifier la quantité de rayonnement solaire que nous recevons, nous utilisons un instrument appelé pyranomètre.

I.3.2. Aspects énergétiques du rayonnement solaire

Le rayonnement solaire subit de nombreuses variations et désintégrations aléatoires à travers l'atmosphère ; réflexion atmosphérique, absorption moléculaire, Diffusion moléculaire et aérosols (poussières, gouttelettes...).

Au niveau du sol, à cause de la diffusion, une partie du rayonnement est diffuse (c'est-à dire isotrope). L'autre partie dite directe est anisotrope. [10]

I.3.3. Les différents types de rayonnement :

Les êtres humains sont exposés à une grande variété de sources d'énergie naturelles et artificielles qui émettent un rayonnement sur plusieurs bandes du spectre électromagnétique. Le rayonnement se propage à grande vitesse dans le vide. Ils peuvent être considérés comme des ondes ou des particules se déplaçant en ligne droite. Le rayonnement électromagnétique est caractérisé par sa vitesse, sa fréquence et sa longueur d'onde.

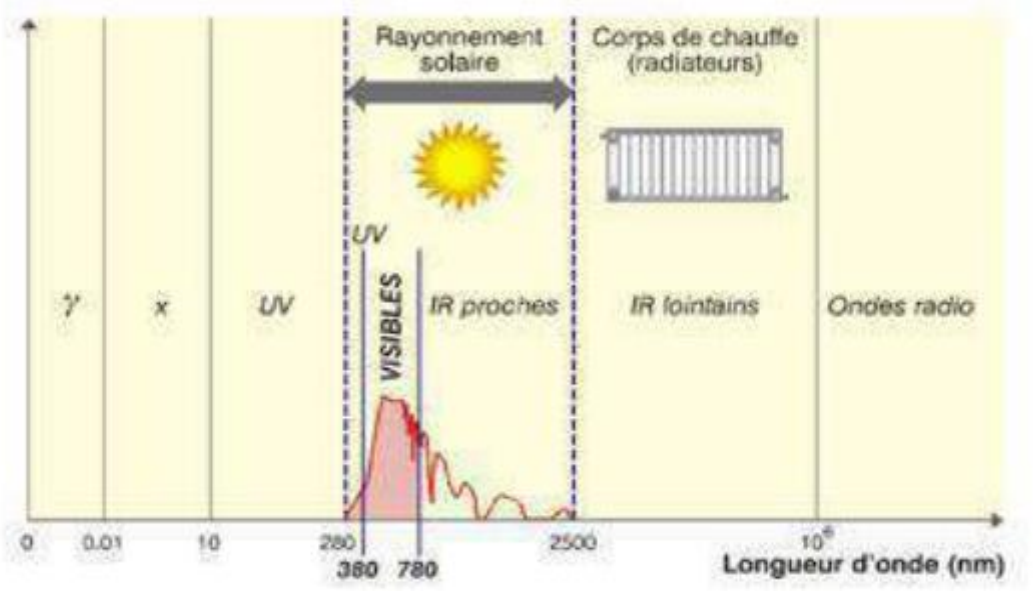


Figure I.4 : Classification des divers rayonnements électromagnétiques [11]

❖ **Rayonnement direct**

C'est le rayon venant directement du soleil avec peu de changement de direction. Cela peut être vu comme étant affecté par le vent, mais pas beaucoup. La réduction de la chaleur peut être ressentie les jours de vent. En surface, lorsqu'il y a un vent fort, la chaleur n'a pas un effet aussi fort. L'une des principales caractéristiques de ce rayonnement est qu'il peut projeter une certaine ombre à partir de n'importe quel objet Opaque l'intercepte.

❖ **Rayonnement diffus**

Est le rayonnement émis par des obstacles (nuages, sol, bâtiments) et provient de toutes les directions. La part du rayonnement diffus n'est pas négligeable et peut atteindre 50% du rayonnement global (selon la situation géographique du lieu). Le rayonnement global sur la terre et sa part de rayonnement diffus varie au cours de l'année. [11]

❖ **Rayonnement réfléchi**

C'est celui qui reflète la surface de la terre. Tout le rayonnement solaire qui nous parvient n'est pas absorbé par la surface, mais une partie est déviée. Cette quantité de rayonnement qui est déviée de la surface est appelée albédo. L'albédo terrestre augmente fortement en raison de l'effet du changement climatique et de la fonte des calottes glaciaires polaires. Les surfaces horizontales ne reçoivent aucun type de rayonnement réfléchi car elles ne voient aucune surface terrestre. Le contraire est le cas avec le rayonnement solaire diffus. Dans ce cas, ce sont les surfaces verticales qui reçoivent le plus de rayonnement réfléchi. [11]

❖ **Rayonnement global** :

Le rayonnement global correspond à la somme des composantes du rayonnement solaire définit précédemment.

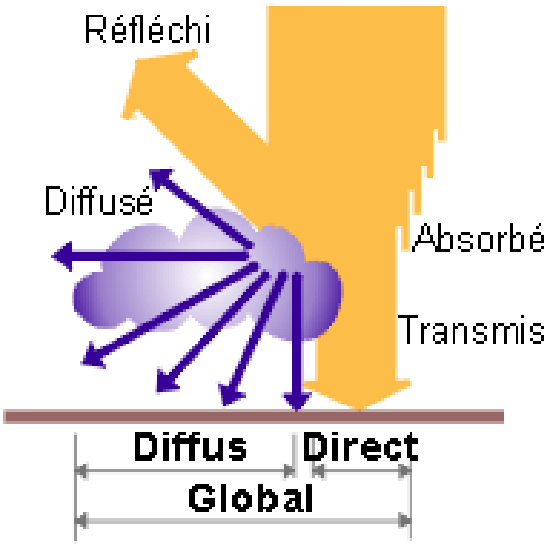


Figure I.5 : Les composantes du rayonnement solaire [11]

I.4. L'architecture solaire

L'architecture solaire, climatique, bioclimatique… autant de vocabulaires différents pour une même vision, procurent chacun une partie intégrante d'une économie de l'énergie renouvelable. D'autres termes insistent plutôt sur l'utilisation de l'énergie solaire, comme la maison solaire, l'architecture solaire, l'habitat solaire, l'habitat solarisé.… En se référant à la démarche traditionnelle, en général le principe essentiel de tous ces vocabulaires est de « bâtir avec le climat ou avec ses éléments comme le soleil » dans l'optique de la conservation d'énergie. [12]

I.4.1. Définition de l'architecture solaire

L'architecture solaire est une architecture qui intègre au mieux l'exploitation de l'énergie solaire dans le bâtiment afin d'y accroitre le confort des occupants ainsi que les performances environnementales (énergétiques, etc.), économique, social et des ambiances physiques architecturales (thermiques, visuelles, etc.). [13]

La qualité d'intégration architecturale dépend, entre autres, du contrôle et de la cohérence des systèmes solaires des points de vue fonctionnels, constructif et formel (esthétique) [14]

I.4.2. La relation entre l'architecture de l'habitat et l'apport solaire :

L'apport solaire est la quantité d'énergie solaire qui pénètre dans un bâtiment par les fenêtres, les portes, les murs et le toit. Cet apport peut être utilisé pour chauffer la maison en hiver, mais il peut également entraîner une surchauffe en été s'il n'est pas bien contrôlé.

La relation entre l'architecture de l'habitat et l'apport solaire est très importante, car elle peut avoir un impact significatif sur l'efficacité énergétique et le confort thermique de la maison, l'architecture de l'habitat peut jouer un rôle important dans la gestion de l'apport solaire. Par exemple, l'orientation du bâtiment par rapport au soleil peut influencer la quantité d'énergie solaire qui pénètre dans la maison. Une maison bien orientée peut maximiser l'apport solaire en hiver pour réduire les besoins en chauffage, tout en minimisant l'apport solaire en été pour éviter la surchauffe. Donc, la conception de l'enveloppe du bâtiment, y compris l'isolation, le type de vitrage et la ventilation, peut également affecter l'apport solaire et l'efficacité énergétique de la maison. Une conception de l'enveloppe efficace peut réduire la quantité d'énergie nécessaire pour chauffer ou refroidir la maison, en maximisant l'utilisation de l'apport solaire tout en minimisant les pertes de chaleur ou de froid.

I.4.3. Intégration de l'énergie solaire à l'architecture et les différents capteurs existants

I.4.3.1. Intégration de l'énergie solaire à l'architecture

Effectivement, l'intégration de l'énergie solaire à l'architecture permettrait sous certaines conditions de concevoir des bâtiments mieux adaptés à leur site, en relation directe avec l'environnement extérieur, dans le respect des lois de la nature et favorisant le confort de ses occupants. Ce constat n'est pas sans rappeler que l'intégration de l'énergie solaire en architecture appartient à une tradition architecturale qui demeure " certainement vénérable " [15] qui a longtemps fait partie des environnements de travail.

L'intégration de l'énergie solaire à l'architecture sous-tend des dimensions environnementales, économiques, d'autre plus proprement architecturales, relatives aux ambiances physiques.[15]

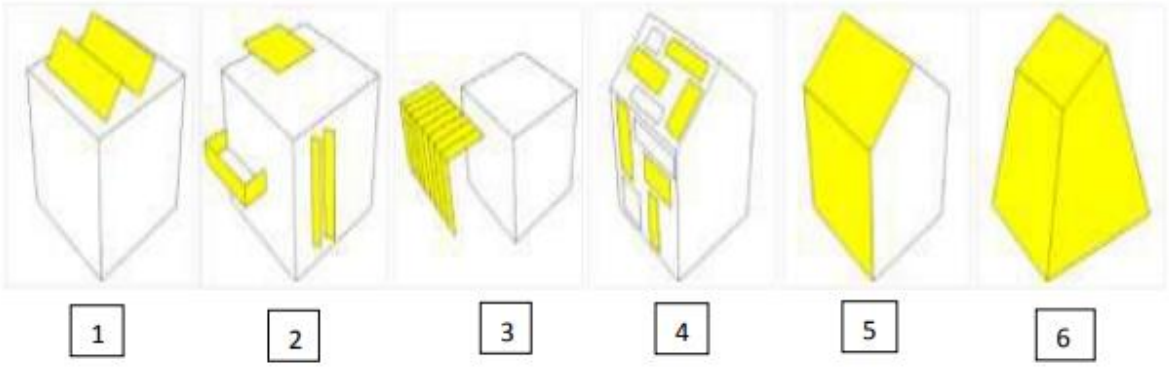


Figure I.6 : Les possibilités d'intégration solaire architecturale [11]

I.4.3.2Les différents capteurs existants

Il existe non seulement de nombreuses façons de fournir de l'énergie solaire, mais aussi différentes méthodes de capture de l'énergie solaire à partir du rayonnement incident. La liste ci-dessous présente les types de capteurs solaires les plus courants :

- Capteurs plans de types vitrés.
- Capteurs plans sans vitrage.
- Capteurs à plaque perforée sans vitrage.
- Capteurs solaires à passage retour.
- Capteurs solaires à concentration.
- Capteurs solaires à air.
- Capteurs solaires intégrés.
- Capteurs solaires à circulation de liquide.
- Systèmes à réflecteur cylindre-parabolique.
- Systèmes de centrale à tour.
- Capteurs solaires fixes à concentration.
- Capteurs sous vide.

Mais entre tous ces captures solaires les plus utilisés sont :

A. Capteurs plans de types vitrés

Les collecteurs plats de type verre sont largement utilisés et il existe deux formes de collecteurs à circulation de liquide et de collecteurs d'air. Ces capteurs sont les mieux adaptés pour applications à température modérée nécessitant des températures comprises entre 30 et 70°C, et/ou applications nécessitant de la chaleur en hiver. Les collecteurs hydropiques sont le plus souvent utilisés pour chauffer l'eau chaude dans les maisons et les entreprises, pour

chauffer les bâtiments et pour chauffer les piscines intérieures. Collecteurs d'air pour le chauffage des bâtiments, la ventilation de l'air et le séchage des récoltes. Dans ce type de capteur, un absorbeur plan transforme, de façon efficace, les rayons solaires en chaleur. Afin de réduire au minimum la perte de chaleur, la plaque est située entre un vitrage (vitre plane ou matériau transparent) et un panneau isolant. Le vitrage est choisi de telle sorte que le maximum de rayons solaires le traversent et atteignent l'absorbeur.



Figure I.7 : Capteur plan de type vitré [16]

B. Le capture plane non vitré

Actuellement en Amérique du Nord, les capteurs à panneaux plats non vitrés ont la plus grande surface d'installation annuelle de tous les capteurs solaires. N'étant pas isothermes, ces capteurs sont mieux adaptés aux applications à basse température (inférieures à 30°C). Jusqu'à présent, le principal marché a été le chauffage des piscines extérieures, mais il en existe d'autres, notamment le chauffage saisonnier des piscines intérieures, le préchauffage de l'eau de lavage des voitures et le chauffage des eaux usées. Le chauffage de l'eau dans les régions éloignées et les emplacements saisonniers tels que les camps d'été représentent également des marchés potentiels pour de tels capteurs.

Les capteurs plans sans vitrage sont habituellement fabriqués en un plastique noir qui a été stabilisé afin de résister aux rayons ultraviolets. Comme ces capteurs ne possèdent pas de vitrage, une grande partie de l'énergie solaire est absorbée. Cependant, parce qu'ils ne sont

pas isothermes, une grande partie de la chaleur absorbée est perdue lorsqu'il y a du vent et que la température extérieure n'est pas assez chaude. Ils transfèrent si bien la chaleur de l'air (et provenant de l'air) qu'ils peuvent réellement « saisir » la chaleur au cours de la nuit lorsqu'il fait chaud et qu'il y a du vent à l'extérieur.



Figure I.8 : Capteurs solaires plans sans vitrage.[17]

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la situation d'énergies renouvelable solaires dans le monde et dans l'Algérie, le soleil et le potentiel solaire. Nous avons mentionné aussi le rayonnement solaire et ces caractéristiques, ces aspects énergétiques et les différents types de rayonnement.

Nous avons défini l'architecture solaire qui intègre au mieux l'exploitation de l'énergie solaire dans le bâtiment, et on a expliqué La relation entre l'architecture de l'habitat et l'apport solaire.

CHAPITRE II
L'ÉCLAIRAGE

Introduction

Une meilleure visibilité, la création d'une atmosphère ou la mise en valeur d'éléments spécifiques ne sont que quelques-uns des aspects de l'illumination intégrés dans la pratique artistique de l'éclairage. Qu'il soit utilisé dans le design d'intérieur ou les installations extérieures, l'éclairage est une technique polyvalente appliquée dans divers domaines tels que l'architecture, le cinéma, le théâtre, la photographie, pour n'en citer que quelques-uns. Des bureaux aux espaces privés et publics comme les rues, les maisons, l'éclairage fait ressortir les meilleures caractéristiques de n'importe quel objet ou lieu. Différentes sources lumineuses peuvent être utilisées pour obtenir un éclairage, notamment des ampoules à incandescence, des lampes à arc, des LED et des tubes fluorescents. En ce qui concerne la qualité de la lumière, la consommation d'énergie et la durabilité, chaque option présente des avantages et des inconvénients. Le design d'intérieur et l'architecture sont fortement influencés par l'éclairage, qui a la capacité de façonner l'ambiance, d'accentuer les caractéristiques et de créer un intérêt visuel. Facette souvent négligée mais essentielle dans ce domaine, l'éclairage se révèle exceptionnellement polyvalent et percutant.

Cependant, l'utilisation excessive ou inappropriée de l'éclairage peut également avoir des impacts négatifs sur l'environnement et la santé, notamment en termes de gaspillage d'énergie et de pollution lumineuse. C'est pourquoi il est important de considérer l'éclairage de manière responsable et d'opter pour des solutions durables et économes en énergie.

II.1. L'éclairage naturel

D’une manière générale, l'éclairage naturel est défini comme étant « l'utilisation de la lumière du jour pour éclairer les tâches à accomplir » [18]. 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.

L’éclairage naturel reste un choix prépondérant dans nombre de situations et de modes de vie. Il faut différencier deux types de sources de lumière naturelle : la lumière naturelle directe et la lumière naturelle diffuse. Ainsi, le soleil fournit un éclairage direct, puissant et changeant, alors que le ciel est une source de lumière plutôt diffuse et stable.

L’utilisation de l’éclairage naturel apporte de nombreux avantages tant Physiologiques que psychologiques. La lumière fournie par le soleil et le ciel est rayonnée sur tout le spectre, ce qui rend la couleur des objets réelle. La lumière naturelle ne consomme pas d’énergie. La quantité de lumière disponible varie en fonction du jour de l’année, de l’heure et des

conditions climatiques ; dans un certain nombre de cas, la lumière naturelle peut être suffisante pour éclairer convenablement nos intérieurs.

La lumière naturelle n'est cependant pas parfaite : elle change constamment d'intensité et de couleur. Il peut donc être difficile d'éclairer, de manière stable, un local uniquement à l'aide de celle-ci Elle peut atteindre de très fortes valeurs de luminance et créer un certain éblouissement (par exemple, si les rayons directs du soleil pénètrent dans un local). Il pourra donc être nécessaire de prévoir des moyens de protection vis-à-vis de cette source. [19]

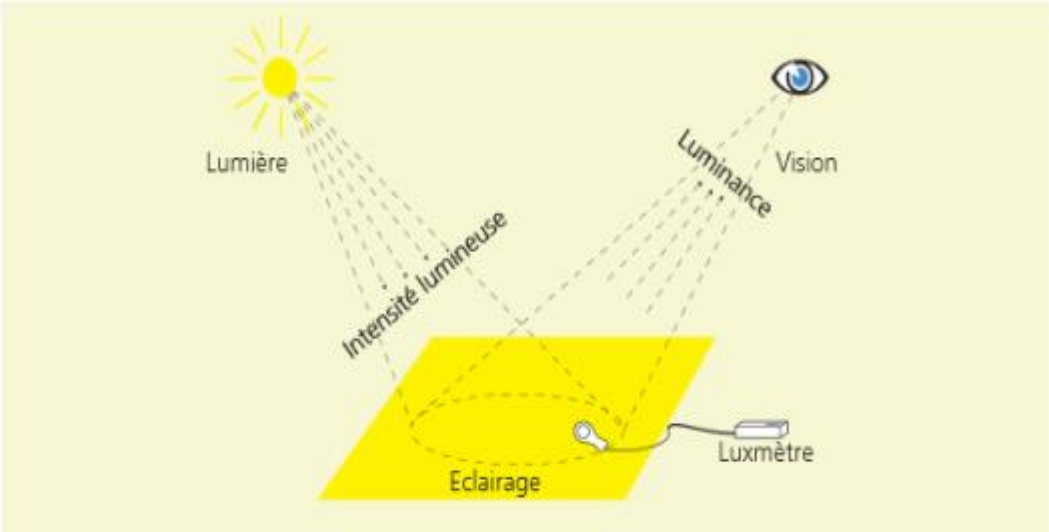


Figure II.1 : éclairage et vision[20]

II.1.1. Les sources d'éclairage naturel

Avant de répertorier les sources de l'éclairage naturel, voyons d'abord la définition du mot « source ». Du point de vue de la physique, une source est « un convertisseur qui transforme une énergie en un rayonnement » [21] Comme nous le savons tous, les gens sont exposés à diverses sources d'énergie naturelle, et ces énergies naturelles émettent un rayonnement sur plusieurs bandes de fréquences du spectre électromagnétique. À cette fin, ils doivent être classés, car il y a des "sources de lumière nocturne », qui émettent un rayonnement électromagnétique durant la nuit et sont à l'origine de la vision dite « scotopique », tel que la lune et les étoiles ; il existe également des « sources lumineuses diurnes » qui émettent un rayonnement électromagnétique pendant la journée et sont à l'origine de la vision dite « photopique ».

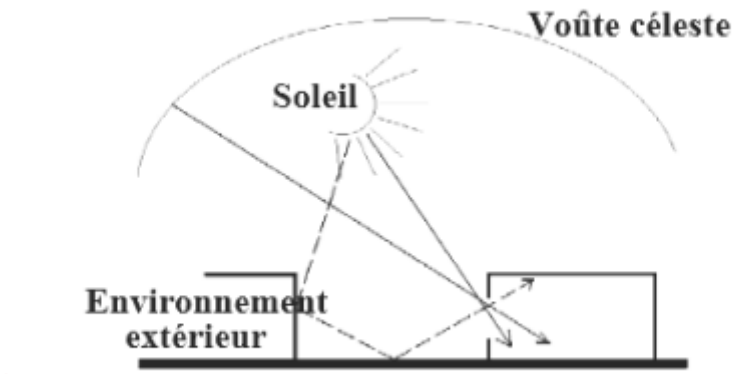


Figure II.2: Sources lumineuses diurnes. [21]

En ce qui nous concerne, seulement à la source de la journée, nous serons intéressés par cette étude. Ces matériaux permettent aux humains de comprendre clairement leur environnement et de terminer différentes tâches et activités qui affectent leur vie.

Par conséquent, nous divisons la source de la lumière du jour en deux catégories : sources directes et sources indirectes.

II.1.1.1 Les sources lumineuses diurnes directes :

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

- **Source primaire :** La « source primaire » est une source de lumière qui émet de la lumière qu'elle a elle-même produite. Elle est visible et isolée de toute autre source lumineuse. [21] Le Soleil est une source primaire de la lumière naturelle diurne et il est à l'origine du rayonnement visible direct appelé « lumière solaire ». Quant à cette dernière, elle est définie par J. BELL et W. BURT comme étant « la partie de l'irradiation solaire qui atteint la surface terrestre sous forme de rayons parallèles et qui résulte d'une atténuation sélective par l'atmosphère » [22]

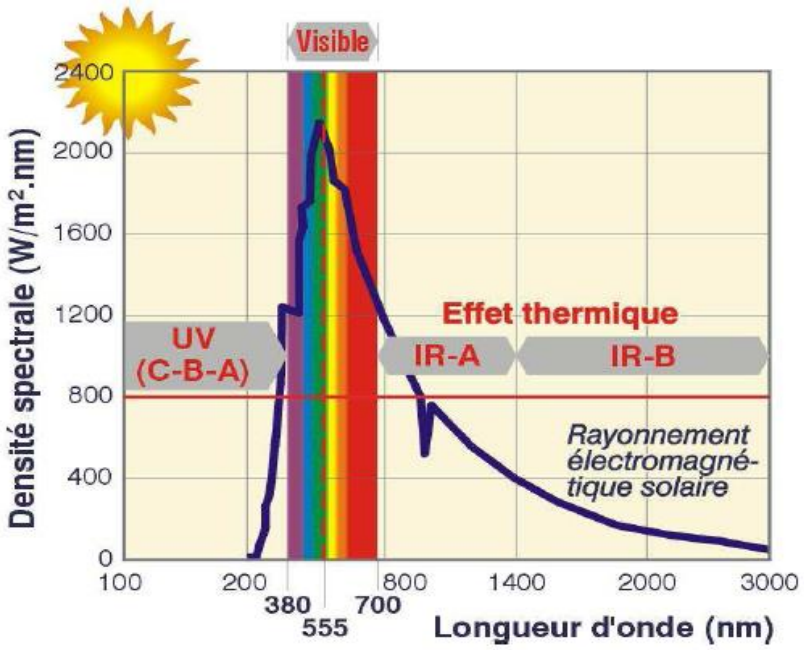


Figure II.3: Rayonnement visible direct[23]

Cette composante de la lumière naturelle est prépondérante sous un ciel clair et dispense un flux considérable qui s'avère facile à capter et à diriger, de même qu'elle présente une dynamique intéressante et peut être utilisée en tant qu'énergie lumineuse et thermique. Par contre, le rayonnement solaire direct est souvent une source d'éblouissement et parfois de surchauffe du bâtiment. En plus, sa disponibilité est épisodique et dépend de l'orientation des ouvertures et du type du climat lumineux. D'autre part, la lumière solaire qui est une lumière directive donne des ombres propres et portées très contrastées qui peuvent être souvent gênantes pour l'exécution d'une tâche visuelle pointue. Tous ces paramètres doivent être pris en considération lors de la conception d'un projet d'éclairage naturel afin d'aboutir à une stratégie à la fois efficace et économique.[11]

- La position du soleil :

La position du soleil dans le ciel à un moment déterminé est caractérisée au moyen de deux coordonnées :

-La hauteur du Soleil qui est l'angle que fait la direction du Soleil avec le plan horizontal. Elle se compte de 0° à 90° à partir de l'horizon vers la voûte céleste.

-L'azimut solaire qui est l'angle créé entre le plan vertical passant à la fois par le Soleil et par le lieu considéré, et le plan vertical N-S. Cet angle vaut 0° au sud et est conventionnellement positif vers l'ouest et négatif vers l'est.

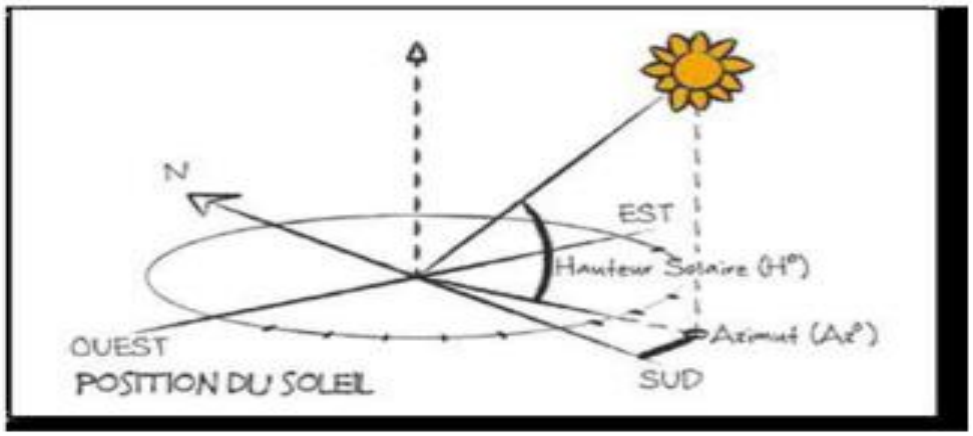


Figure II.4: position du soleil [24]

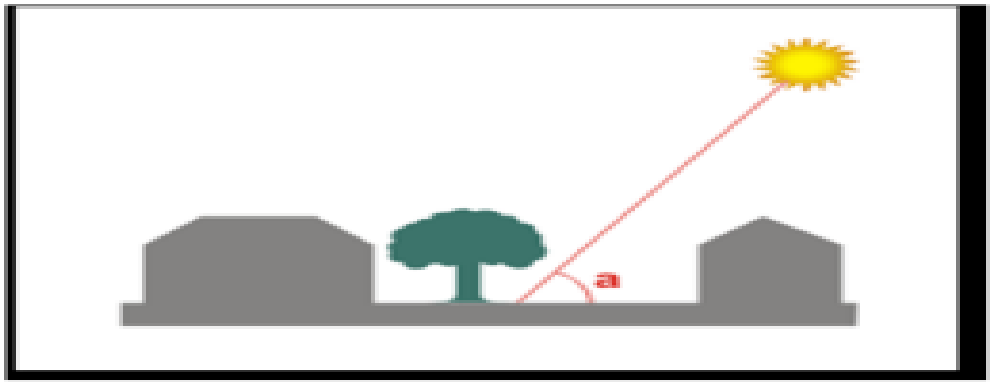


Figure II.5: hauteur du soleil [25]

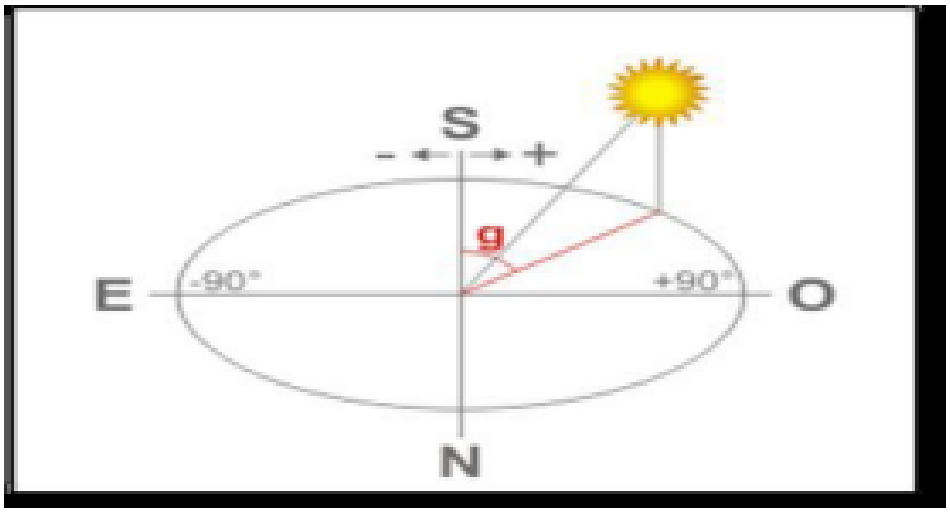


Figure II.6 : azimuth du soleil [25]

- Le diagramme solaire :

Pour plus de clarté, on représente généralement la course solaire par un diagramme en coordonnées rectangulaires. Le diagramme solaire est une représentation plane en coordonnées locales de la trajectoire du soleil, perçu depuis un point de la surface terrestre. Cette représentation graphique constitue un outil facile pour repérer le trajet du soleil à travers le ciel.

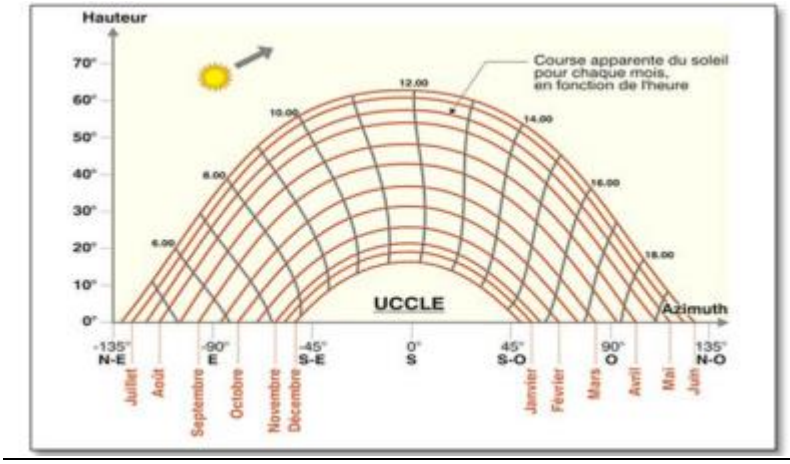


Figure II.7: diagramme solaire [25]

- La position du soleil sur la lumière :

Étude de la variation de l'éclairement au cours de la journée d'été :

Quelle que soit la saison, on peut constater, qu'au coucher du soleil, l'éclairement diminue. La lumière réapparaît chaque matin au lever du soleil. Plus le soleil est haut dans le ciel, plus l'éclairement est élevé.[11]

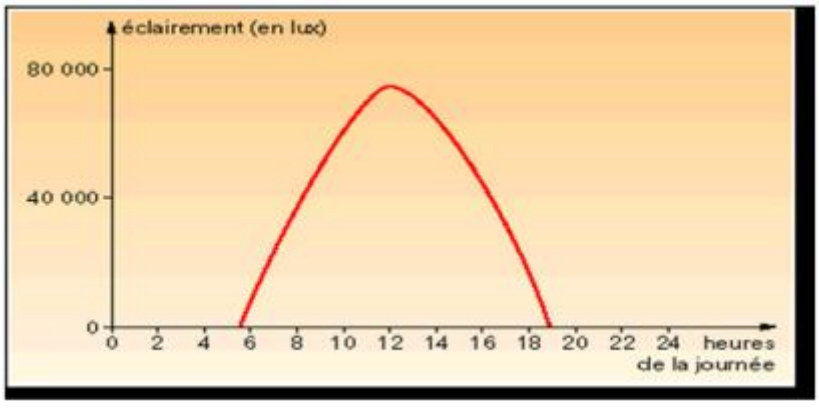


Figure II.8: variation de l'éclairement au cours de la journée [26]

- L'irradiation solaire incidente :

L'angle que font les rayons du soleil avec une surface détermine la densité énergétique que reçoit cette surface. Puisque le rayonnement solaire arrive sur la terre sous forme d'un faisceau parallèle, une surface perpendiculaire à ces rayons intercepte une densité importante d'énergie. Et si on incline la surface à partir de cette position perpendiculaire, son éclairement diminue. Le tableau ci-dessous donne les pourcentages de lumière interceptée par une surface pour différents angles d'incidence. [11]

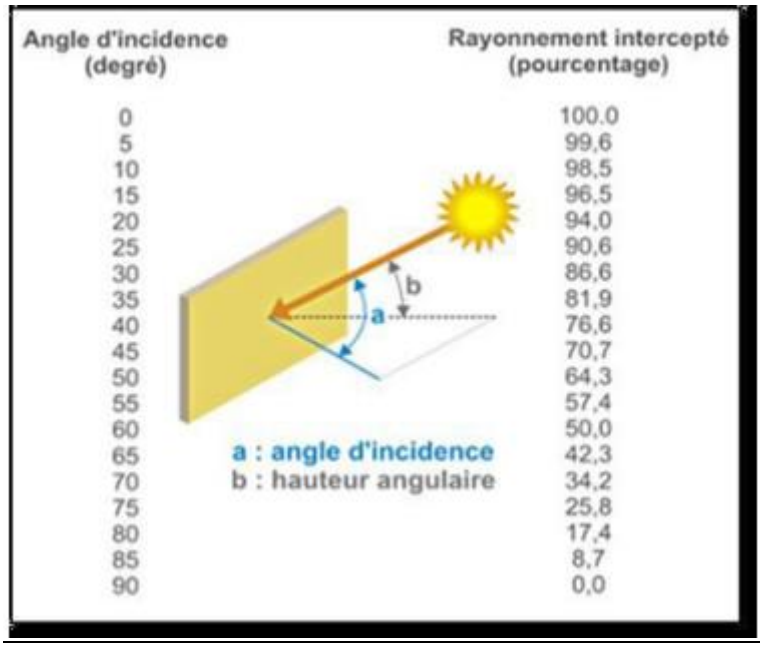


Figure II.9 : pourcentage du rayonnement intercepté par une paroi en fonction de l'angle d'incidence en fonction de l'angle d'incidence.[25]

❖ **Sources secondaires**

Une « source secondaire » est une source de lumière qui n'est visible que lorsqu'elle est éclairée par une source primaire [22], telle la voûté céleste qui est éclairée par le rayonnement solaire dont une partie (environ 25%), qui est absorbée et réémise par l'atmosphère, constitue ce que les spécialistes appellent la lumière diffuse du ciel. Selon J. BELL et W. BURT [22] : « la lumière du ciel est la partie de l'irradiation solaire qui atteint la surface terrestre et qui résulte de la diffusion par l'atmosphère ».

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

De l'avis de L. MUDRI [27]. Les répartitions spectrales de la lumière solaire et de la lumière diffuse par le ciel sont différentes à cause des composantes de ces deux sources. En effet, la voûte céleste est composée d'un voile plutôt uniforme et de nuages, qui sont des formations non uniformes et variables, qui sont à l'origine de la composition spectrale du rayonnement diffus. Ainsi, la luminosité du ciel et la qualité de la lumière qu'il émet dépendent essentiellement de la composition de l'atmosphère, de son épaisseur, de la présence de particules en suspension…etc. « Climat lumineux ».

II.1.1.2. Sources lumineuses diurnes indirectes

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

Tous les corps opaques excepté les corps noirs, interceptent le rayonnement solaire et le réfléchissent mais la quantité de la lumière réfléchie, dépend du facteur de réflexion de la surface, c'est-à-dire de son albédo. Quant à la couleur de la lumière réémise, elle correspond à la couleur de l'objet (si l'objet est éclairé en lumière blanche).[11]

II.1.2. Les paramètres influençant l'éclairage naturel

La lumière naturelle n'est ni ne fixe ni toujours égale dans sa qualité et son intensité, elle dépend du type du ciel, le moment de l'année, l'heure, l'orientation et l'inclinaison de l'ouverture et de l'environnement.

II.1.2.1. Influence du moment de l'année

Pour des conditions de ciel clair avec le soleil, le 15 juin à 13 heures universelles, le niveau d'éclairement simulé dans un cas de base atteint 55 000 lux à proximité de la fenêtre. Mais ces valeurs d'éclairement très élevées ne concernent qu'une bande étroite le long de la façade, ce qui est lié à la hauteur du soleil qui atteint 62° le 15 juin à 13 heures. Par contre, le 15 décembre, l'éclairement est compris entre 14 000 et 11 000 lux sur plus de la moitié du local. Au fond de l'espace, les valeurs atteintes sont de 750 lux le 15 juin et 1 600 lux le 15 décembre.
De l'été à l'hiver, le rayonnement solaire direct pénètre plus en profondeur dans le local mais le niveau d'éclairement à proximité de la fenêtre diminue progressivement. [28]

II.1.2.2. Influence de l'heure du jour

Par ciel clair avec le soleil, la répartition lumineuse varie fortement d'une heure à l'autre et d'un point à l'autre du local. La lumière disponible augmente jusqu'à la mi-journée, puis diminue. Pour la journée du 15 décembre, par exemple, les valeurs d'éclairement obtenues à 9heurs, sont comprises entre 2 600 lux près de la fenêtre et 400 lux au fond du local ; tandis qu'à 13heurs, l'éclairement vaut 11 000 lux sur plus de la moitié du local et 1 600 lux au fond. Le rayonnement solaire direct induit une tache de lumière qui évolue, au cours de la journée, depuis le mur Ouest du local vers le mur Est. [28]

II.1.2.3. Influence des ouvertures

La source primaire de la lumière à l'intérieur d'un local, est la fenêtre. Une ouverture sur la façade exerçant un rôle prédominant dans la propagation et la distribution de la lumière, par le biais de :

- Sa dimension : la dimension de l'ouverture à une relation proportionnelle avec la disponibilité de l'éclairage naturel à l'intérieur. Ainsi les éléments constitutifs de la fenêtre modifient-ils la quantité lumineuse, sans pour autant négliger le matériau constitutif des ouvertures. Car ces derniers absorbent une partie de la lumière du jour, L'idéal pour recevoir un bon éclairage est de maximiser les apports lumineux en diminuant l'impact visuel des châssis et en augmentant la surface du vitrage
- Sa forme : la logique dit : plus la surface des fenêtres est implorante, plus l'éclairage naturel est élevé. Sans négliger le risque de l'éblouissement, le but est donc d'optimiser l'efficacité lumineuse des fenêtres.

  Dans le cas ou deux fenêtres, ayants la même surface vitrée mais pas la même configuration, on remarquera alors une variation de l'clairement et de la répartition de la lumière au sein de l'espace interne. Idem si l'une est horizontale et l'autre est à la verticale avec une superficie vitré identique.

  Et cela nous prouve que la forme de l'ouverture influente sur la répartition des rayons lumineux dans un local. [11]
- Sa position : l'emplacement des fenêtres joue un rôle dans le bon éclairement de la totalité ou la majeure partie d'un espace pour mieux étier ces dires, donnant l'exemple suivant : si on prend une fenêtre, qu'on change de hauteur à chaque fois, on aperçoit un changement d'éclairement dans le local, c'est-à-dire chaque la quantité de lumière change selon la hauteur de l'ouverture. [11]

- Son orientation : Les ouvertures orientées vers le Sud offrent donc la meilleure situation puisqu'elles captent un maximum de rayons solaires en hiver et durant l'intersaison

  En été, il est plus facile de se protéger du soleil au Sud puisqu'il est plus haut dans le ciel. La façade Sud apparaît donc comme l'orientation privilégiée pour capter la lumière naturelle. Lorsque le ciel est couvert, le rayonnement lumineux est diffusé dans toutes les directions. Les baies vitrées verticales captent donc la lumière de manière similaire, indépendamment de leur orientation. Par contre, lorsque le ciel est clair, l'orientation de la baie vitrée influence directement la quantité de lumière captée. Ainsi, une baie vitrée perpendiculaire aux rayons solaires captera beaucoup plus de lumière que les autres orientations. [28]

  Les espaces orientées vers le Nord bénéficient toute l'année d'une lumière égale et du rayonnement solaire diffus. Pendant l'été, elles peuvent devenir une source d'éblouissement, difficile à contrôler car le soleil est bas. Il est judicieux de placer des ouvertures vers le Nord lorsque le local nécessite une lumière homogène, peu variable ou diffuse, ce qui est préférable pour certaines activités comme un atelier de peinture, par exemple.

  Les espaces orientées vers l'Est profitent du soleil le matin mais le rayonnement solaire est alors difficile à maîtriser car les rayons sont bas sur l'horizon. L'exposition solaire y est faible en hiver mais elle permet d'apporter des gains solaires au moment où le bâtiment en a le plus besoin. Par contre, en été, l'orientation Est présente une exposition solaire supérieure à l'orientation Sud.

  Une orientation Ouest assure une insolation directe en soirée, un éclairage doux et chaleureux. Toutefois, il y a un risque réel d'éblouissement et les gains solaires ont tendance à induire des surchauffes. En effet, les vitrages tournés vers l'Ouest apportent des gains solaires l'après-midi, au moment où le bâtiment est depuis longtemps en régime.

  Une orientation Sud entraîne un éclairement important, une lumière plus facile à contrôler et d'un ensoleillement maximal en hiver, ce qui est souvent l'idéal. En effet, en hiver, le soleil bas pénètre profondément dans la pièce tandis qu'en été, la hauteur solaire est plus élevée et la pénétration du soleil est donc moins profonde. En été, les apports solaires sur une surface verticale sont également nettement inférieurs au Sud qu'à l'Est ou à l'Ouest. [28]

II.1.2.4 Influence de l'environnement

Chaque lieu spécifique développe sa propre identité dans sa région et son climat général. Le beau soleil du côté est de la montagne disparaît rapidement la nuit. La pente ouest montre un excellent coucher de soleil, mais le soleil est en retard. Le creux de la vallée a reçu une courte période de soleil direct que le sommet de la montagne. Terrestre, végétation, soldat naturel et urbain. De plus, à l'exception des autres, les données météorologiques de chaque endroit sont caractérisées par le microclimat.

Par conséquent, la lumière disponible en dépend Construction en jouant différents paramètres : le soulagement du terrain, Structure avancée, coefficient de réflexion du sol, végétation, ... Ces éléments ne doivent pas être négligés, la présence d'un gratte-ciel, d'un lac ou d'un arbre peut radicalement transformer la lumière d'un espace. Lors de la conception d'un bâtiment, il est donc important de mesurer l'impact de l'environnement existant sur le nouvel édifice afin de profiter au mieux des possibilités offertes par le terrain pour capter la lumière.

- Le relief du terrain : peut provoquer de l'ombre sur un bâtiment ou au contraire favoriser son ensoleillement. L'éclairement d'un site en pente dépend de la géométrie solaire ainsi que de l'orientation et de l'inclinaison du terrain. Les pentes Sud jouissent d'une meilleure insolation que les terrains plats. Il faut prendre en compte les caractéristiques naturelles du site et tirer profit du profil du terrain, que l'on pourra au besoin remanier localement. [29]
- Masque solaire : On appelle "masque solaire" tout corps empêchant le rayonnement solaire d'atteindre une surface que l'on désire ensoleiller. En ville et en hiver, il est parfois difficile de capter quelques rayons solaires à cause des bâtiments voisins qui leur font écran.

La quantité d'énergie solaire reçue en un endroit dépend souvent de l'ombrage des bâtiments avoisinants. En Belgique, en hiver, le soleil est bas sur l'horizon. Tous les masques de l'environnement, immeubles ou grands arbres, qui interceptent le soleil pendant cette période gêneront grandement l'utilisation de la lumière naturelle.

L'effet de rue est caractérisé par le masque solaire que créent les bâtiments situés de l'autre côté de la rue. Il dépend de la hauteur de ces constructions et de la distance qui sépare les deux côtés de la rue. [29]

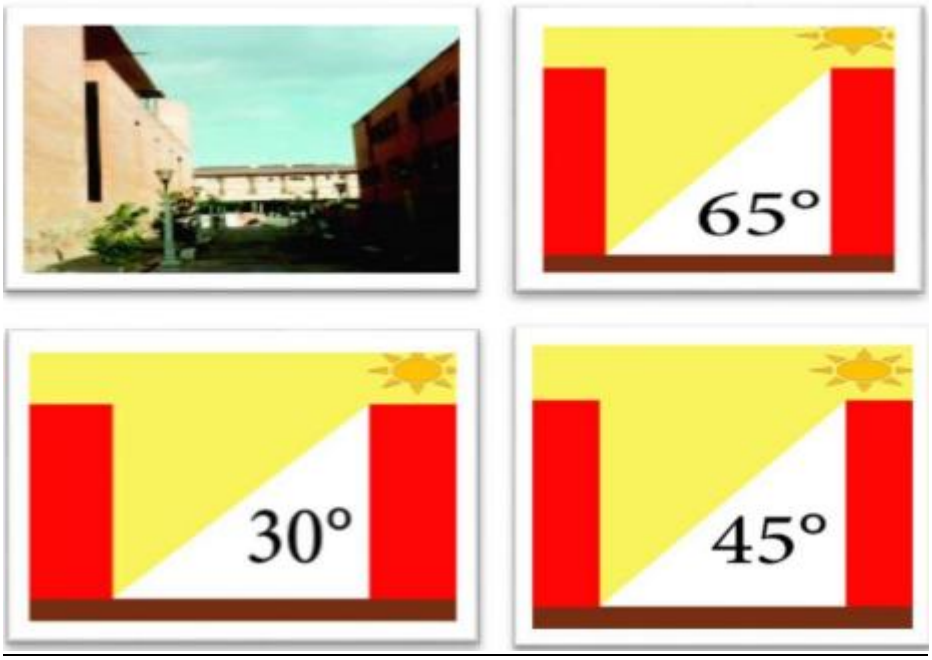


Figure II.10 : Les masques solaires. [30]

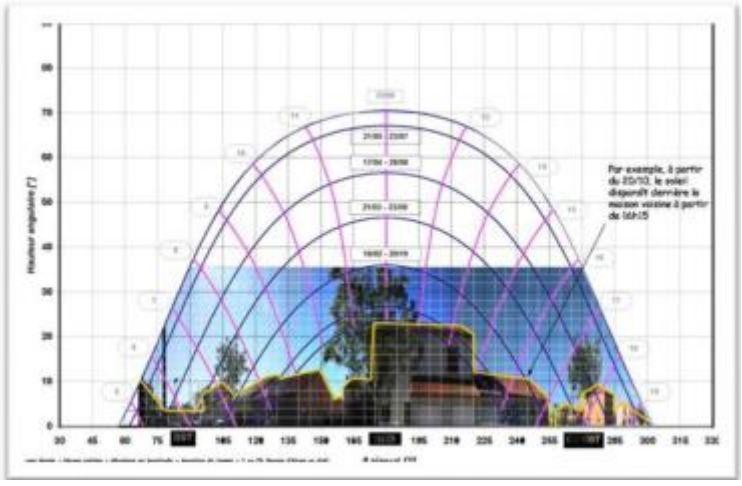


Figure II.11: Exemple de masque solaire.[31]

Pour profiter au maximum de la lumière naturelle, il importe de ne pas négliger le facteur de réflexion des surfaces extérieures environnant le bâtiment. En effet, des surfaces claires et réfléchissantes augmentent la quantité de lumière qui peut pénétrer dans le bâtiment.[29]

Des surfaces réfléchissantes placées au sol telles qu'un dallage brillant ou un plan d'eau peuvent contribuer à capter davantage de lumière. Ainsi, l'eau, en réfléchissant le ciel et l'environnement, intensifie l'impression lumineuse d'un lieu.[29]

L'emploi de matériaux réfléchissants peut également influencer l'exposition effective d'un bâtiment. Un édifice orienté au nord et doté de larges vitrage clair pour tirer parti de la

lumière naturelle peut se trouver dans une situation sud si on construit en face de lui un bâtiment équipé de vitrages réfléchissants, précisément pour se protéger de l'ensoleillement. A l'évidence, les conditions de confort du premier bâtiment sont profondément modifiées par la construction du second. [29]

- Des éléments liés au bâtiment lui-même : tels que des murs de refends, des surplombs, des light shelves, peuvent aussi provoquer un ombrage en fonction de leur taille, de leur réflectivité et de leur orientation. La mise en place d'auvents ou de surplombs fixes destinés à réduire les problèmes d'éblouissement et de surchauffe pénalisera bien sûr la quantité de lumière captée par le bâtiment. En général, il est souhaitable en Belgique que les angles d'obstruction ne dépassent pas 45° pour l'angle horizontal et 25° pour l'angle vertical. [29]

- La végétation : se distingue des autres écrans parce qu'elle peut être saisonnière, ce qui est le cas des arbres à feuilles caduques, et que par ailleurs elle ne possède qu'une opacité partielle. Elle se contente de filtrer la radiation lumineuse plutôt que de l'arrêter.[29]

II.2. L'éclairage artificiel

Depuis l'invention de l'ampoule à incandescence au XIXe siècle par Thomas Edison, l'éclairage artificiel s'est développé dans tous les secteurs : éclairage routier, éclairage des logements et des bureaux, éclairage décoratif, etc. L'éclairage artificiel présente l'avantage d'être continuellement disponible, à la condition d'être alimenté en énergie. Quelle que soit l'heure du jour ou de la nuit, il est possible de s'éclairer. Mais l'éclairage artificiel a également ses limites car, ayant besoin d'énergie pour fonctionner, il entraîne nuisances, pollution été puisement des ressources naturelles. De plus, s'il est mal utilisé (trop de lumière, flux mal dirigé, etc.), il sera source de pollution lumineuse. [19].

L'éclairage artificiel est l'éclairage qui est produit artificiellement à l'aide de lampe et de projecteurs. La source de lumière artificielle n'est produite que lorsqu'on allume. La lumière incandescente émet selon un spectre continu et possède de ce fait la capacité de restituer fidèlement les couleurs des objets. Avec la lumière du jour, elle constitue une référence dans la perception de notre environnement et pour notre vie quotidienne. Nous y sommes sans doute attachés car c'est une lumière chaude qui se rapproche de celle du soleil. [11]

II.2.1. Les sources de l'éclairage artificiel

Certaines solutions semblent avoir été appliquées avec succès en ce qui concerne la lumière. Il semble que la combinaison de la lumière naturelle et de différents types d'éclairage artificiel, étudiée de manière complémentaire, se révèle plutôt heureuse.

A travers ce point nous allons essayer de donner un aperçu sur les différentes sources de lumière artificielle ainsi que leurs caractéristiques.[32]

II.2.1.1. Les différents types d'éclairage artificiel

A. L'éclairage direct

L'éclairage direct ne possède pas d'intermédiaire. Ainsi, la lumière émise arrive directement sur la surface à éclairer. L'avantage principal réside donc dans la consommation qui s'en trouve réduite (le plus économe en énergie), car il n'y pas de phénomène de réflexion sur une partie indirecte. La déperdition de lumière est ainsi très faible. [33]

Les types de L'éclairage direct :

- L'éclairage direct général uniforme : Il est destiné à illuminer la pièce dans son ensemble. Pour une bonne luminosité, la lumière est homogène, évitant les phénomènes d'éblouissement et de contrastes. C'est lui qui donnera l'ambiance de la pièce.[33]
- L'éclairage direct général orienté : Qui permet d'illuminer un espace précis en dirigeant le luminaire de manière spécifique. On parlera d'éclairage directionnel s'il est utilisé pour valoriser certains espaces de la maison, à visée décorative. Il sera réalisé à l'aide de spots.[33]
- L'éclairage direct ponctuel permet : Comme son nom l'indique, d'éclairer une surface précise. Il sera souvent équipé d'un interrupteur, voire d'un détecteur de présence pour éviter qu'il ne soit allumé à outrance. Il permet avant tout un éclairage d'appoint et de précision.[33]

B. L'éclairage indirect

L'éclairage indirect utilise le phénomène de réflexion. La lumière produite est réfléchie sur une surface comme le plafond, mais aussi le mur ou le sol. L'avantage principal est d'obtenir une lumière atténuée et plus douce, ce qui évite l'éblouissement, les contrastes et les ombres. Cependant, ce type d'éclairage présente quelques inconvénients. Tout d'abord, la consommation d'électricité sera plus importante.[33]

C. L'éclairage mixte

L'éclairage mixte, comme son nom l'indique, mélange éclairages direct et indirect en divisant le faisceau lumineux en deux. La partie directe du faisceau éclaire la surface sans intermédiaire et la partie indirecte éclaire la surface après avoir été réfléchie. Plus l'éclairage direct est prédominant, moins la consommation est importante. L'avantage de ce type d'éclairage est d'illuminer toute la pièce avec un minimum de sources lumineuses différentes. Cependant, il est moins précis et consommera toujours plus d'énergie que l'éclairage direct. [33]

II.2.2. Les différents types de lampes

Les lampes d'éclairage se divisent en quatre grandes familles :

- Les incandescentes classiques.
- Les fluorescentes.
- Les incandescentes halogènes.
- Les LED.

II.2.2.1.Les incandescentes classiques

Les lampes à incandescence sont constituées principalement de filaments de tungstène chauffés à une température élevée de 2400°C. Le tungstène a été choisi en raison de sa température de fusion élevée :3655°C.

Pour éviter la consommation du filament, placez-le dans une ampoule remplie d'un gaz inerte (argon ou azote krypton) à l'abri de l'oxygène de l'air. Les ampoules en verre contenant un gaz neutre sont claires, dépolies ou opalescentes, selon la qualité de diffusion de la lumière souhaitée.

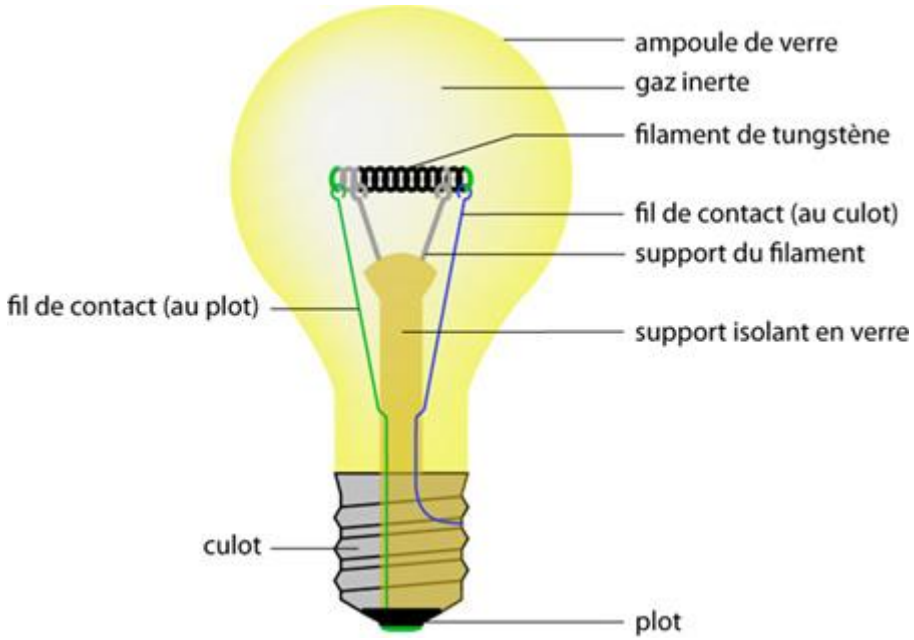


Figure II.12: Lampe incandescente [34]

II.2.2.2. Lampes fluorescentes

La lampe fluorescente est également connue sous le nom de lampe fluo-compacte qui est l'abréviation de lampe fluorescente compacte, est une lampe fluorescente qui a été adaptée pour un usage domestique. Pour cela, on a réduit la taille du néon qui est maintenant enroulé au-dessus d'un culot qui contient un ballast électronique nécessaire à l'allumage. Elles ont donc exactement le même fonctionnement que les tubes fluorescents habituels. Cependant, ce type d'ampoules ne fournit toute sa puissance d'éclairage qu'après plusieurs minutes et son spectre n'est pas agréable pour la vision. Il arrive même que les lampes fluo-compactes créent des migraines. Au niveau de la gestion des déchets, cette lampe est dangereuse puisqu'elle contient du mercure, métal hautement toxique et écotoxique.[35]

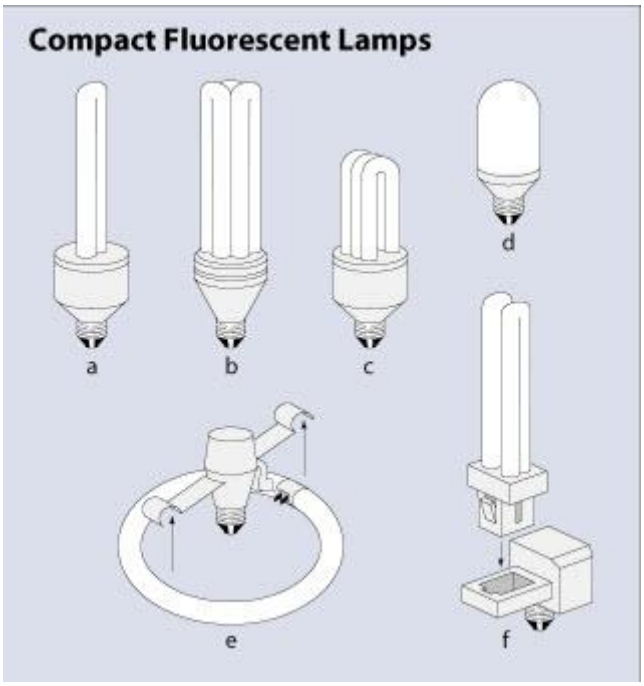


Figure II.13: lampe fluorescent [36]

II.2.2.3. Les lampes incandescentes halogènes

En termes de luminosité, l'ampoule halogène est 20 à 30 % plus efficace qu'une ampoule à incandescence et permet des économies d'énergie de 30 à 50 %. Sa luminosité (proche de celle du soleil) de 20 lm/W est bien adaptée pour la lecture ou les travaux minutieux. Mais pour cette technologie aussi, 93 % de l'énergie consommée est transformée en chaleur et, à l'usage, son coût est très élevé. Un gaz de la famille des halogènes (fluor, brome ou iode) présent dans l'ampoule se combine avec le tungstène "vaporisé" et se dépose sur le filament. C'est l'augmentation de la température qui améliore le rendement sa durée de vie (2 000 à 4 000 heures).[37]



Figure II.14: lampes incandescentes "halogène" [38]

II.2.2.4. Les lampes diodes électroluminescente LED

Une Diode électroluminescente (DEL), communément appelée aussi LED (de l'anglais Light Editing Diode), est un composant électronique transformant l'électricité en lumière**.** Leurs grandes forces sont dues au fait que les DEL permettent de produire de la lumière avec une très faible tension (quelques volts) à un très bon rendement lumière / énergie. Aussi, elles ne chauffent presque pas et ont une très longue durée de vie. Elles permettent le remplacement des lampes à incandescence de 40 W et moins.

Créées en 1962, les DEL sont restées pendant longtemps cantonnées à l'utilisation en tant que voyant lumineux, typiquement, sur un appareil électronique, une DEL allumée indique que l'appareil est sous tension. Aujourd'hui les progrès techniques permettent d'envisager l'utilisation des DEL comme source lumineuse. Le principal avantage des DEL est leur durée de vie exceptionnelle (100 000 heures), avec un nombre de cycles marche/arrêt très élevé. [37]



Figure II.15: lampes LED [39]

Conclusion

En conclusion, l'éclairage est un élément crucial de notre vie quotidienne, qui peut avoir un impact significatif sur notre bien-être et notre efficacité. Il est important de comprendre les différents aspects de l'éclairage pour créer des espaces fonctionnels, confortables et esthétiquement agréables, tout en réduisant l'impact environnemental de la consommation d'énergie.

CHAPITRE III

LA FIBRE OPTIQUE DANS LA LITTÉRATURE

Introduction

La fibre optique, une technologie largement utilisée dans le domaine des communications, trouve également une application intéressante dans le domaine de l'éclairage. Grâce à ses caractéristiques uniques, la fibre optique offre des possibilités d'éclairage créatives et innovantes, suscitant l'intérêt des concepteurs, des architectes et des amateurs d'éclairage.

Dans le domaine de l'éclairage, la fibre optique permet de transporter la lumière d'une source à une autre, en utilisant des câbles flexibles composés de fibres de verre ou de plastique. Contrairement aux ampoules traditionnelles, qui nécessitent un espace pour être installées et diffusent la lumière à partir d'un seul point, la fibre optique offre une flexibilité et une adaptabilité considérables.

L'utilisation de la fibre optique dans l'éclairage permet de créer des effets lumineux uniques, tels que des faisceaux lumineux concentrés, des éclairages directionnels ou des éclairages à distance. En utilisant des câbles de différentes longueurs et épaisseurs, il est possible de diriger la lumière dans des endroits difficiles d'accès ou de l'acheminer vers des zones où une installation traditionnelle serait complexe.

De plus, la fibre optique présente l'avantage de ne pas générer de chaleur ni d'émission électromagnétique, ce qui en fait une option sûre pour l'éclairage de certaines zones sensibles. Elle peut être utilisée dans des environnements humides ou corrosifs, ainsi que dans des espaces restreints où l'installation de sources de lumière conventionnelles serait difficile.

L'éclairage par fibre optique offre également des possibilités esthétiques intéressantes. Les câbles peuvent être intégrés de manière discrète dans des structures, des meubles ou des éléments architecturaux, créant ainsi des effets lumineux subtils et élégants. De plus, la possibilité de jouer avec la couleur de la lumière en utilisant des filtres spéciaux permet d'obtenir des ambiances lumineuses variées et personnalisées.

III. La fibre optique :

III.1. Définition :

Une fibre optique est un fil [40] dont l'âme, très fine, en verre ou en plastique, a la propriété de conduire la lumière et sert pour la fibroscopie, l'éclairage ou la transmission de données numériques. Elle offre un débit d'information nettement supérieur à celui des câbles coaxiaux et peut servir de support à un réseau « large bande » par lequel transitent aussi bien la télévision, le téléphone, la visioconférence ou les données informatiques. Le principe de la fibre optique date du début du XXe siècle mais ce n'est qu'en 1970 qu'est développée une fibre utilisable pour les télécommunications, dans les laboratoires de l'entreprise américaine Corning Glass Works (actuelle Corning Incorporâtes)

Entourée d'une gaine protectrice, la fibre optique peut être utilisée pour conduire de la lumière entre deux lieux distants de plusieurs centaines, voire milliers, de kilomètres. Le signal lumineux codé par une variation d'intensité est capable de transmettre une grande quantité d'information. En permettant les communications à très longue distance et à des débits jusqu'alors impossibles, les fibres optiques ont constitué l'un des éléments clés de la révolution des télécommunications. Ses propriétés sont également exploitées dans le domaine des capteurs (température, pression, etc.), dans l'imagerie et dans l'éclairage.

Fibres en verre spécial très pur, long et fin et pas plus que l'épaisseur des cheveux. Beaucoup de ces fibres sont collectées dans des faisceaux à l'intérieur de câbles optiques et sont utilisées pour transmettre des signaux lumineux à de très longues distances.

Les fibres optiques ont un noyau en verre ou en plastique, sont hautement transparentes et sont encapsulées dans un boîtier appelé gaine.

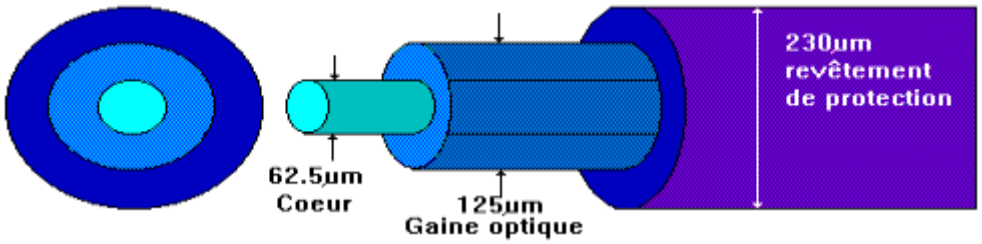


Figure III.1 : fibre optique [40]

III.2. Histoire :

Les fibres optiques sont basées sur le principe du guidage de la lumière par réfraction, et le physicien Daniel Colladon l'a fait. Daniel Colladon et Jacquet Pajné ont expliqué à Paris au début des années 1840, scientifiquement, sans que la lumière passe de l'air à l'eau, le faisceau tombant se briserait plus près de la colonne à la surface de l'eau, et John Tende a ensuite inclus une explication de ce principe lors de ses conférences publiques à Londres après 12 ans.

En 1870 : peu de temps avant l'invention de Bell, le physicien anglais, John Tyndall, confronté au même problème, suggère une solution en démontrant que la lumière peut être guidée par un jet d'eau. Cette expérience se base sur le « principe de la réflexion totale » utilisé actuellement pour les fibres optiques.

En 1880 : l'américain Alexander Graham Bell développe le « photophone » grâce auquel on peut transmettre des signaux vocaux à l'aide de la lumière. Cette indène trouva pas

l'application parce que Les influences climatiques et la visibilité réduisaient la qualité de la transmission.

En 1962 : La possibilité de fabriquer des lasers à l'aide des matériaux semi-conducteur est reconnue. Parallèlement, on développe les éléments de réception : diodes semi-conductrices. Il suffisait alors de trouver un milieu adéquat de transmission capable de réunir émetteur et récepteur.

On pensa d'abord à des guides circulaires et réfléchissants qui comportaient de complexes systèmes de lentilles.

En 1966 : Charles et George suggèrent d'utiliser des fibres en verre pour guider des ondes. Ces fibres auraient dû avoir des affaiblissements maximaux de 20 dB/km. En médecine, on utilisait déjà dans les années cinquante les fibres de verre pour la transmission d'image vidéo sur de très courtes distances.

En 1970 : la firme Corning Glass Works, fabrique aux Etats-Unis defibres Optiques à saut d'indice et obtient des affaiblissements inférieurs à 20 dB/km pour une longueur d'onde de 633 nm.

En 1972 : on atteint 4dB/km pour des fibres optiques à gradient d'indice. Les premiers câbles optiques téléphoniques sont mis en service sur des bâtiments de guerre américains.

En 1976 : Western Electric (USA) réalise les premiers essais d'un système à Câble optique sur sa propriété à Atlanta.

En 1977 : les premiers essais sur le terrain sont effectués par Bell Systèmes, à Chicago, sur une distance de 2,5 km et par General Téléphone, à Long Beach, sur une distance de 9 km**.**

Depuis 1978 : le CERN, à Genève, utilise un câble à fibres optiques résistant au rayonnement à partir de cette époque, commence l'utilisation mondiale de cette nouvelle technologie.

En 2005 : La fibre optique s'est dans une première phase limitée à l'interconnexion des centraux téléphoniques, seuls justifiables de son énorme débit. Avec la baisse des couts entrainée par sa fabrication en masse et les besoins croissants des particuliers en très haut débit.

Actuellement, plus d'un million de kilomètres de fibres optiques, utilisant la technologie Siémens, ont été installés dans 24 pays. Dans le futur on installera principalement des fibres optiques monomodes.[41]

III.3. Utilisation :

- En communication **:** Les fibres optiques peuvent être utilisées comme moyen de communication filaire et de connexion de réseaux informatiques car elles sont flexibles et peuvent être regroupées sous forme de fils. Ils sont particulièrement utiles pour les communications longue distance car la lumière se déplace à travers des fibres minces plutôt que des fils. Pour permettre des communications à longue portée, le signal optique par canal est modulé et transmis le long de la fibre à des débits allant jusqu'à 111 Gbps, bien que généralement 10 ou 40 Gbps dans les systèmes déployés. En juin 2013, des chercheurs ont démontré une transmission de 400 Gbps sur un seul canal en utilisant OPM.

  Chaque fibre peut transporter de nombreux canaux indépendants, chacun utilisant une longueur d'onde de lumière différente (multiplexage par répartition en longueur d'onde). Le débit de données par fibre (à l'exclusion du débit de données d'octet commun) est le débit de données par canal, moins FEC et multiplié par le nombre de canaux (généralement jusqu'à 80 dans les systèmes à densité commerciale (WDM) à partir de 2008). Le record de bande passante mono cœur de 2011 était de 101 Tbps [11]

- Dans les capteurs : La fibre a de nombreuses utilisations en télédétection. Dans certaines applications, les capteurs sont eux-mêmes des fibres optiques. Dans d'autres cas, une fibre est utilisée pour connecter un capteur sans fibre optique au système de mesure. Selon l'application, les fibres peuvent être utilisées en raison de leur petite taille, du fait qu'elles ne nécessitent pas d'alimentation électrique à distance ou parce que de nombreux capteurs peuvent être multiplexés sur la longueur de la fibre en utilisant différentes longueurs d'onde de lumière pour chaque capteur. , ou en détectant A propos du délai dans le temps lorsque la lumière passe avec les fibres à travers chaque capteur. Le temps de retard peut être déterminé à l'aide d'un dispositif tel qu'un réflex mètre de champ optique (réflectomètre).

  Les fibres optiques peuvent être utilisées comme capteurs pour mesurer la contrainte, la température, la pression et d'autres quantités en modifiant les fibres de sorte que la propriété de mesure module la densité, la phase, la polarisation, la longueur d'onde et le temps de transit de la lumière dans la fibre. Les capteurs sont les moins complexes, car ils n'ont besoin que d'une source et d'un détecteur simples. Une caractéristique particulièrement intéressante de tels capteurs optiques est qu'ils peuvent, si nécessaire,

fournir une détection répartie sur des distances allant jusqu'à un mètre. En revanche, des mesures locales élevées peuvent être fournies en intégrant des éléments de capteur miniatures avec une pointe de fibre. Celles-ci peuvent être réalisées par diverses techniques de micro et nano fabrication, de sorte qu'elles ne dépassent pas les limites microscopiques de la pointe de la fibre, permettant à de telles applications d'insérer des vaisseaux sanguins dans les vaisseaux sanguins via une aiguille hypodermique.[42]

Les capteurs à fibre optique externes utilisent un câble à fibre optique, généralement de type multi mode, pour transmettre la lumière contenue à partir d'un capteur optique ou d'un capteur électronique connecté à un émetteur optique. Un grand avantage des capteurs externes est leur capacité à atteindre des endroits inaccessibles. Un exemple est la mesure de la température à l'intérieur des moteurs à réaction en utilisant des fibres pour transmettre le rayonnement à un pyromètre à rayonnement à l'extérieur du moteur. Des capteurs externes peuvent être utilisés de la même manière pour mesurer la température interne des transformateurs électriques, là où des champs électromagnétiques extrêmes rendent impossibles d'autres techniques de mesure. Des capteurs externes mesurent les vibrations, la rotation, le déplacement, la vitesse, l'accélération, le couple et la torsion. Une version à semi-conducteurs du gyroscope a été développée, utilisant des interférences lumineuses. Un gyroscope à fibre optique (FOG) n'a pas de pièces mobiles et exploite l'effet Signac pour détecter la rotation mécanique. [42]

Les utilisations courantes des capteurs à fibre optique incluent les systèmes de sécurité avancés pour la détection des intrusions. La lumière est transmise le long d'un câble de capteur à fibre optique placé sur une clôture, un pipeline ou un câble de communication, et le signal de retour est surveillé et analysé pour détecter les perturbations. Ce signal est traité numériquement pour détecter les perturbations et envoyer une alerte en cas de violation.

Les fibres optiques sont largement utilisées comme composants de capteurs photochimiques et de biocapteurs.[43]

- Le transfert d'énergie : Les fibres optiques peuvent être utilisées pour transmettre de l'énergie en utilisant une cellule photovoltaïque pour convertir la lumière en électricité [44]. Bien que cette méthode de transfert d'énergie ne soit pas aussi efficace que les méthodes traditionnelles, elle est particulièrement utile dans les cas où un conducteur

non métallique est souhaitable, comme s'il est utilisé à proximité d'appareils IRM, qui produisent de forts champs magnétiques.[45]. Un autre exemple est le fonctionnement de l'électronique dans les éléments d'antenne haute puissance et l'instrumentation utilisée dans les équipements de transmission haute tension.

- Autres utilisations :

  Dans le domaine médical, des procédures microchirurgicales sont effectuées et les parties internes du corps peuvent être vues (telles que la gastroscopie)

  Dans le domaine des communications. C'est le domaine plus large qui comprend des dizaines d'applications telles que les applications de communication, les téléviseurs et autres.

  Dans le domaine du génie génétique, où il est possible de décoder le code génétique et de prévenir les maladies génétiques telles que le diabète, le syndrome de Down et l'anémie....

  Dans le domaine militaire, où il est difficile de les espionner et de retirer le signal... Dansle trouve également dans la fourrure de l'ours car la fourrure de l'ours lui fournit non seulement une isolation thermique, mais les poils de la fourrure agissent comme un énorme groupe de fibres optiques qui réfléchissent les rayons ultraviolets.

  Dans le domaine de l'enseignement, faire des opérations arithmétiques.[11]

III.4. Mécanisme opérationnel :

La fibre optique est un isolant cylindrique qui transmet la lumière selon son axe pendant tout le processus de réflexion interne. La fibre se compose d'un noyau entouré d'une couche couverte, tous deux en matériaux isolants. Pour réduire le signal lumineux dans le noyau, le coefficient de réfraction dans le noyau devrait être plus élevé que le coefficient de réfraction dans le matériau d'isolation. La limite entre la fibre du fil principal et la couche d'isolation est soit surprenante dans l'indicateur d'étape ou progressive dans l'indicateur progressif.[46]

III.5. Principe de fonctionnement de la fibre optique

La fibre optique est un guide d'onde qui exploite les propriétés réfractrices de la lumière. Elle est habituellement constituée d'un cœur entouré d'une gaine. Le cœur de la fibre a un indice de réfraction légèrement plus élevé (différence de quelques millièmes) que la gaine et peut donc confiner la lumière qui se trouve entièrement réfléchie de multiples fois à l'interface entre les deux matériaux (en raison du phénomène de réflexion totale interne) [47]

L'ensemble est généralement recouvert d'une gaine plastique de protection (figure II.2).

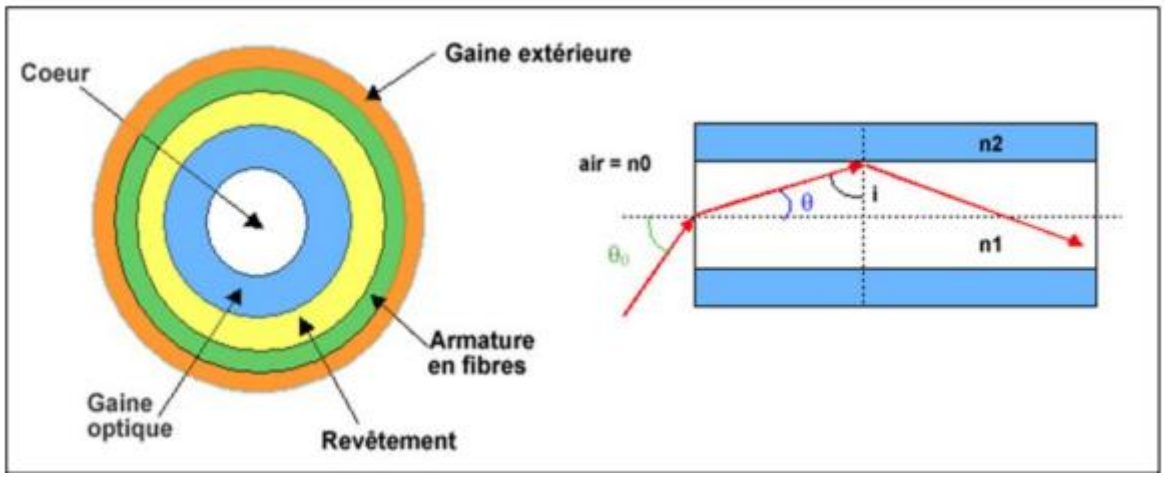


Figure III.2 : principe de guidage de la lumière dans une fibre optique.[47]

Lorsqu'un rayon lumineux entre dans une fibre optique à l'une de ses extrémités avec un angle adéquat, il subit de multiples réflexions totales internes. Ce rayon se propage alors jusqu'à l'autre extrémité de la fibre optique sans perte, en empruntant un parcours en zigzag. La propagation de la lumière dans la fibre peut se faire avec très peu de pertes même lorsque la fibre est courbée. Une fibre optique est souvent décrite selon deux paramètres.

Le premier est la différence d'indice normalisé, qui donne une mesure du saut d'indice entre le cœur et la gaine : $\Delta n = 1 - \frac{n_c}{n_g}$ (III.1)

Le second est l'ouverture numérique de la fibre (N.A. pour Numerical Aperture). Concrètement, ce paramètre est le sinus de l'angle d'entrée maximal de la lumière dans la fibre pour que la lumière puisse être guidée sans perte.

Cet angle est mesuré par rapport à l'axe de la fibre :

$$\text{N. A.} = \sin\theta_{max} = \sqrt{n_c^2 + n_g^2} \qquad \text{(III.2)}$$

III.6. Notions relatives à la fibre

III.6.1. Diffraction

La diffraction des rayons X sur monocristal nous a permis de vérifier les structures, déterminer les paramètres de maille et orienter les germes afin de contrôler l'axe de croissance des

fibres. Ces mesures ont été réalisées au Centre Commun de Diffractométrie H. LONG-CHAMBON de l'Université Claude BERNARD Lyon1 et le diffractomètre utilisé est un ENRAF-NONIUS CAD4, les radiations employées sont Kα du Molybdène et Kα de Cuivre.

Les fibres ont été directement montées sur le diffractomètre. Les paramètres de maille et les matrices d'orientation ont été trouvées à partir de la méthode des moindres carrés après recherche aléatoire sur 25 réflexions complètes aux grands angles, en utilisant les raies Kα du Molybdène. Comme les fibres sont des monocristaux très stables, le temps de mesure a été de 90 secondes après le balayage préliminaire de 8°/min. Des contrôles d'intensité ont été faits toutes les 100 réflexions et toutes les heures. Les calculs ont été réalisés sur un VAX 3100. Les corrections d'absorption ont été réalisées à l'aide des programmes PSI et EAC du logiciel SDP développé par ENRAF NONIUS [48].

III.6.2. Réfraction

La fibre optique est basée sur le principe de la réfraction de la lumière. C'est un guide d'onde qui se constitue de plusieurs couches de matériaux, ces derniers sont dits diélectrique et peuvent être soit du verre, soit du plastique. Ces matériaux sont transparents et ont des indices de réfraction différents, ce qui permet de confiner la lumière au voisinage du centre. Le phénomène de transmission par fibre optique s'appuie sur un processus de réfraction et de réflexion. C'est une transmission qui dépend ainsi du passage d'une radiation électromagnétique dans un média transparent.

Lorsqu'un faisceau lumineux heurte obliquement la surface qui sépare deux milieux plus ou moins transparents, il se divise en deux : une partie est réfléchie tandis que l'autre est réfractée, c'est à dire transmise dans le second milieu en changeant de direction. L'indice de réfraction est une grandeur caractéristique des propriétés optiques d'un matériau. Il est obtenu en divisant la vitesse de la lumière dans le vide par la vitesse de cette même onde dans le matériau. Plus l'indice est grand, et plus la lumière est lente.[49]

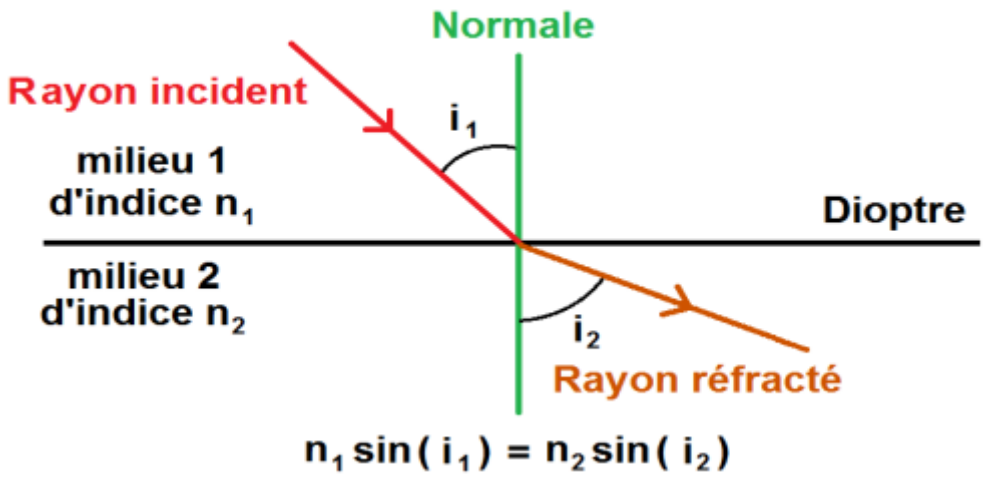


Figure III.3 : Le principe qui est utilisé pour guider la lumière dans la fibre [50]

Loi de Snell-Descartes : Elle établit une relation entre l'angle d'incidence, l'angle de réfraction et les indice de réfraction des milieux :[49]

Loi de Des cartes :

$$N1.\sin(i_1) = N2.\sin(i_2) \qquad \text{(III.3)}$$

Indice de réfraction du milieu 1 — Indice de réfraction du milieu 2

A partir de cette relation, on isole ce que l'on cherche. Si on cherche n1 ou n2, c'est simple :

$$\eta 1 = \frac{\eta 2 \sin(i_2)}{\sin(i_1)} \eta 2 = \frac{\eta 1 \sin(i_1)}{\sin(i_2)} \qquad \text{(III 4)}$$

Si on cherche i_1 ou i_2 en revanche, il faut faire deux étapes : isoler le sinus, puis faire arcsin (Aussi noté sin-1), la fonction réciproque de sinus : [45]

$$\sin(i_1) = \frac{\eta 2 \sin(i_2)}{\eta 1} i1 = \sin^{-1}\left(\frac{\eta 2 \sin(i2)}{\eta 1}\right) \qquad \text{(III 4)}$$

$$\sin(i2) = \frac{\eta 1 \, sin(i1)}{\eta 2} \qquad \text{(III 5)}$$

Et pour i2 :

$i2 = \sin^{-1}(\frac{\eta 1 \sin(i_1)}{\eta 2})$ (III 6)

III.6.3. L'onde optique

C'est une onde électromagnétique qui se propage dans la fibre caractérisée par :[51]

- ✓ Un champ électrique E
- ✓ Un champ magnétique H.
- ✓ Une direction de propagation

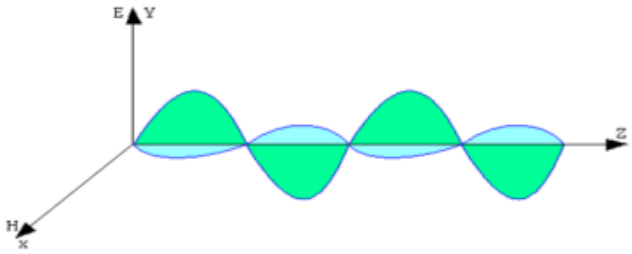


Figure III.4 : une onde électromagnétique [51]

III.6.4. Vitesse de la lumière

La vitesse de la lumière dans le vide, habituellement notée c, est une constante physique de l'univers qui est importante dans plusieurs domaines de la physique. L'étude de la lumière et de sa vitesse remonte à l'Antiquité. Des philosophes et des scientifiques, en s'appuyant sur des arguments théoriques ou des observations, affirment que sa vitesse est infinie, alors que d'autres prétendent que non. C'est en 1676 qu'OleRømer démontre qu'elle est finie. Les scientifiques s'attachent ensuite à déterminer sa valeur par divers moyens. Vers la fin du XXe siècle, sa valeur exacte est établie à 299 792 458 mètres par seconde (environ 300 000 km/s) note 1 à la suite d'un accord international.

La lumière se répand dans des matériaux transparents tels que le verre et l'air moins rapidement que c. Le rapport entre c et la vitesse de la lumière dans une matière v est appelé la présomption de réfraction n de cette matière (n = c/v). Par exemple, le phénomène de réfraction de la lumière visible lors du passage à travers le verre est généralement égal à environ 1,5, ce qui signifie que la lumière se déplace dans le verre à une vitesse de v = c/1,5 ≈ 200,000 km/s, et l'air est égal à 1.0003, donc la vitesse de la lumière visible dans l'air est d'environ 90 km/s de moins que c. [11]

Célérité de la lumière : C = 299 792 km.s-1 ≈ 300 000 km.s-1

$N = \frac{C}{V} \Rightarrow V = \frac{1}{N} C$ (III.7)

III.6.5. Propagation dans la fibre

La propagation des rayons optiques se fait par la réflexion successive sur l'interface cœur-gaine.

Pour que les rayons injectés dans la fibre soient totalement réfléchis par l'interface cœur-gaine, il est nécessaire que l'angle d'incidence soit supérieur à l'angle critique, cette condition impose l'existence à l'entrée de la fibre d'un cône d'acceptante (angle en sommet $2è_{Acc}$), à l'intérieur du quel tout rayon injecté se propage par réflexion totale.[52]

III.6.6. Réflexion de Fresnel

Les coefficients de Fresnel, introduits par Augustin Jean Fresnel (1788-1827), interviennent dans la description du phénomène de réflexion-réfraction des ondes électromagnétiques à l'interface entre deux milieux, dont l'indice de réfraction est différent. Ils expriment les liens entre les amplitudes des ondes réfléchies et transmises par rapport à l'amplitude de l'onde incidente.[11]

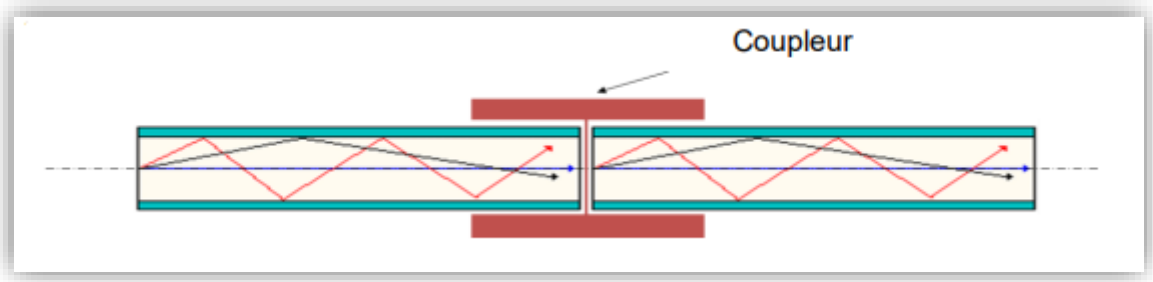


Figure III.5 : la réflexion en optique géométrique [11]

En % de la puissance de l'incidente :

$R_F = 100 \left[\frac{N_1 - N_2}{N_1 + N_2}\right]$ (III.8)

III.7. Constitution de la fibre optique

Un câble fibre est composé d'une âme, d'une gaine optique, d'un revêtement, de fibres de renfort et d'une gaine de câble.[53]

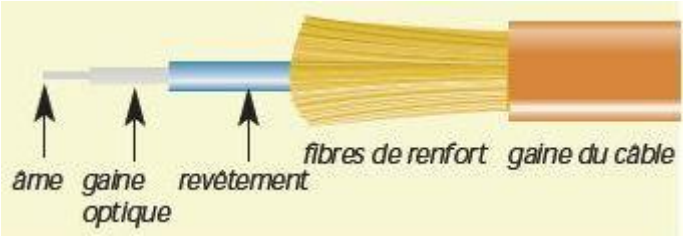


Figure III.6 : Constitution de la fibre optique [43]

III.7.1. Âme

Support physique qui transporte les signaux optiques entre une source de lumière et un équipement récepteur. L'âme est constituée d'un fil continu de verre ou de plastique, caractérisé par son diamètre externe dont la taille est exprimée en micromètres (µm). Plus l'âme épaisse, plus elle peut transporter de lumière. Tous les câbles fibre optique sont calibrés en fonction du diamètre de leur âme. Les trois calibres de fibre multimode les plus courants sont 50 µm, 62,5 µm et 100 µm. [53]

III.7.2. Gaine optique

Fine couche qui entoure l'âme de la fibre, et sert de barrière pour retenir les ondes lumineuses et provoquer la réfraction. Elle permet aux données de circuler sur toute la longueur du segment de fibre.[53]

III.7.3. Revêtement

Couche de plastique qui entoure l'âme et sa gaine, destinée à renforcer l'âme, à absorber les chocs et à offrir une protection supplémentaire contre les courbures excessives du câble. L'épaisseur des revêtements est exprimée en micromètres (µm) et peut aller de 250 à 900 µm. [53]

III.7.4. Fibres de renfort

Aident à protéger l'âme contre l'écrasement et les tensions excessives lors de l'installation. Il peut s'agir de fibres de Kevlar® de fils renforcés, de tubes remplis de gel, etc. [53]

III.7.5. Gaine du câble :

Couche extérieure standard de n'importe quel câble**.** [53]

III.8. Les différents types de la fibre optique

Il existe deux types de fibre monomode et multimodes. Les fibres multimodes, à leur tour, peuvent être divisées en :

III.8.1. Fibre multi modes

Le cœur et la gaine présentent des indices de réfraction différents et constants. Le passage d'un milieu vers l'autre est caractérisé par un saut d'indice. Le faisceau lumineux injecté à l'entrée de la fibre va atteindre la sortie en empruntant des chemins optiques différent ce qui se traduit par des temps de propagation différents et donc un étalement du signal transmis. (Figure III.7)

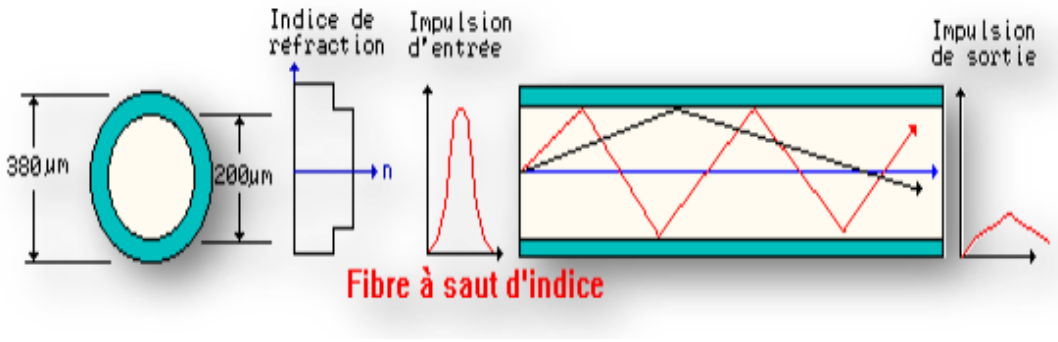


Figure III.7 : la fibre multimode à saut d'indice [11]

Les différents rayons empruntent des trajectoires différentes leurs chemins optiques et leurs temps de propagation sont différents. Il en résulte donc une dispersion intermodale. Pour diminuer cet effet, le profil d'indice de cœur peut être modifie de telle sorte a créé un « gradient d'indice ».

Fibre à saut d'indice :

- Cœur de diamètre (2a) et d'indice de réfraction (n_1)
- Entourée d'une gaine optique extérieure de diamètre(2b) et d'indice de réfraction(n_2) <(n_1)
- Indice peu différent et doit être de l'ordre de 1.5
- Rôle actif de la gaine dans la propagation
- Le rayon est dans ce cas guide par réflexion totale au niveau de l'interface cœur-gaine

III.8.2. Fibre multimode à gradient d'indice

Le cœur se caractérise par un indice variable qui augmente progressivement de n1 à l'interface gaine-cœur jusqu'à n2 au centre de la fibre. Là aussi les rayons lumineux vont emprunter des chemins différents, mais un choix judicieux du profil d'indice du cœur permet de tendre vers des temps de parcours voisins et donc réduire l'étalement du signal (Figure III.8)

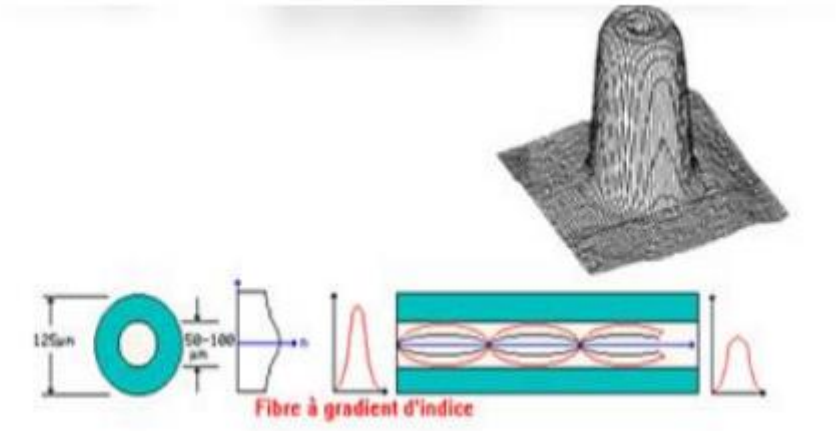


Figure III.8: La fibre multimodes à gradient d'indice [11]

Fibre à gradient d'indice :

- Le cœur n'est plus homogène : la valeur de l'indice décroît depuis l'axe jusqu'à l'interface
- Les rayons guides suivent une trajectoire d'allure sinusoïdale
- La gaine d'indice (n2) n'intervient pas directement mais élimine les rayons trop inclinés.

III.8.3. Fibre monomode :

Dans une fibre monomode, on obtient un seul mode grâce à la très faible dimension du cœur (diamètre de 10 µm et moins). Ainsi le chemin de la lumière est imposé. Le nombre de modes se propageant dans une fibre optique est donné par la relation suivante :

$$m = \frac{2d}{\lambda}.ON \qquad \text{(III 8)}$$

En choisissant d suffisamment faible, il est possible d'avoir un seul mode de propagation (m=1 fibre monomode). Le chemin de propagation est ainsi unique et parallèle à l'axe de la fibre (fig.29). Théoriquement le signal injecté en entrée va atteindre la sortie sans aucune déformation. C'est ce type de fibre qui présente les plus grandes performances mais son coût est relativement élevé par rapport aux fibres multimode.

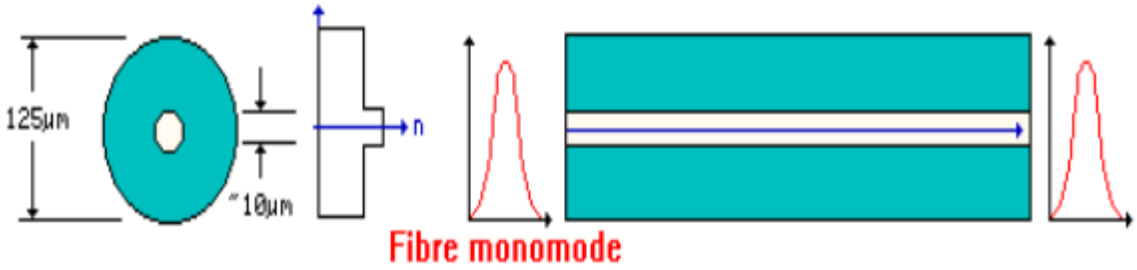


Figure III.9 : La fibre monomode [11]

La fibre monomode dont le cœur est si fin que le chemin de propagation des différents modes est pratiquement direct. La dispersion modale devient quasiment nulle. La bande passante transmise est presque infinie (>10 GHz/Km). Cette fibre est utilisée essentiellement pour les communications à grande distance.

Le petit diamètre du cœur (10um) nécessite une grande puissance d'émission, donc des diodes au laser qui sont relativement onéreuses. [7]

Fibre monomode :

- Aucune dispersion intermodale
- Importance considérable dans les transmissions à grande distance
- Une fibre monomode est à saut d'indice

III.9. Les caractéristiques de fibre optique

III.9.1. L'atténuation de la fibre optique

Il s'agit de l'affaiblissement du signal au cours de la propagation. Le faible affaiblissement du signal lumineux est d'ailleurs un des principaux avantages de cette technologie. Depuis les années 70, les fabricants de fibre travaillent d'arrachepied pour réduire les pertes durant le transport des communications optiques.[54]

Si les réseaux fibre sont en train de remplacer progressivement les réseaux cuivrés, c'est notamment grâce à cet affaiblissement du signal peu important. Pour être plus concret, prenons l'exemple de l'ADSL. Lorsque l'on réalise une éligibilité ADSL, le débit auquel on est éligible varie ; il varie justement du fait de la distance à laquelle nous nous trouvons du DSLAM.[54]

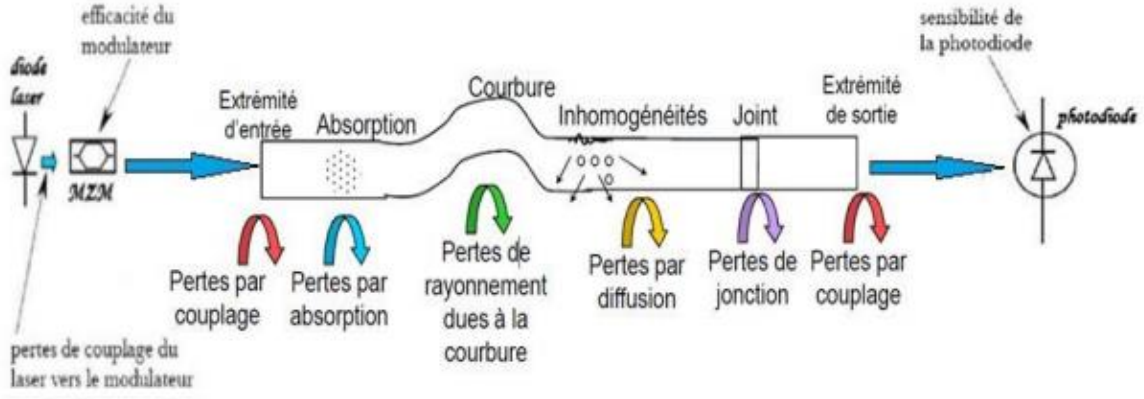


Figure III.10: les différents types d'atténuation de pertes.[49]

III.9.2 monomodes et multimodes

Ces dernières sont les premières à avoir été introduites sur le marché. Elles sont en général utilisées pour des transports de données sur de courtes distances et pour des bas débits. On l'aura compris, même pour les fibres multimodes les plus récentes, il est impossible de les utiliser pour créer un réseau sur de longues distances.

A contrario, les fibres monomodes sont utilisées pour de longues distances et offrir de plus hauts débits. En anglais, on les désigne souvent avec le sigle SMF ; Single Mode Fibre.[54]

III.10. L'éclairage par fibre optique

La fibre optique peut être utilisée pour transmettre la lumière d'une source à un emplacement distant pour l'éclairage ainsi que les communications. En fait, les fibres sont conçues non seulement pour transmettre la lumière, mais aussi pour briller le long de la fibre elle-même, de sorte qu'elle ressemble à un tube de néon. Les applications pour l'éclairage à fibre optique sont nombreuses, généralement basées sur l'utilisation des attributs spéciaux de la fibre ainsi que de ses caractéristiques uniques. [55]

L'éclairage à fibre optique utilise une fibre optique (fibre flexible en verre ou en plastique) pour transmettre la lumière d'une source lumineuse à un emplacement éloigné. Il est composé

d'un noyau et d'un revêtement qui piègent la lumière, permettant à la lumière de parcourir de longues distances.[56]



Figure III.11 : L'éclairage par fibre optique [57]

III.10.1. Pourquoi utiliser la fibre optique pour l'éclairage ?

L'utilisation de la fibre pour l'éclairage à distance présente de nombreux avantages, dont certains sont plus importants pour des types particuliers d'applications que d'autres.[55]

- ✓ Éclairage sans chaleur : Étant donné que la source lumineuse est distante, la fibre transmet la lumière mais isole la chaleur de la source lumineuse du point d'éclairage, une considération importante pour l'éclairage d'objets délicats, tels que dans les expositions de musées, qui pourraient être endommagés par la chaleur ou une lumière intense. [55]
- ✓ Sécurité électrique: L'éclairage sous-marin tel qu'utilisé dans les piscines et les fontaines ou l'éclairage dans des atmosphères dangereuses peut être effectué en toute sécurité avec un éclairage à fibre optique, car la fibre est non conductrice et l'alimentation de la source lumineuse peut être placée dans un endroit sûr. Même de nombreuses lumières sont à basse tension. [55]
- ✓ Mise en lumière précise : La fibre optique peut être combinée avec des lentilles pour fournir une lumière soigneusement focalisée sur des taches extrêmement petites,

populaires pour les expositions de musées et les présentoirs de bijoux, ou simplement éclairer une zone spécifiée avec précision.[55]

- ✓ Durabilité : L'utilisation de la fibre optique pour l'éclairage permet un éclairage beaucoup plus durable. La fibre optique, en plastique ou en verre, est à la fois solide et flexible, beaucoup plus durable que les ampoules fragiles.[55]
- ✓ Le look du néon : La fibre qui émet de la lumière sur toute sa longueur, généralement appelée fibre émettant des bords, a l'apparence de tubes au néon pour l'éclairage décoratif et les enseignes. La fibre est plus facile à fabriquer et, comme elle est en plastique, elle est moins fragile. Étant donné que l'éclairage est distant, il peut être placé à l'une ou aux deux extrémités de la fibre et les sources peuvent être plus sures car ce sont des sources à basse tension.[55]
- ✓ Varier la couleur : En utilisant des filtres colorés avec des sources de lumière blanche, l'éclairage par fibre optique peut avoir de nombreuses couleurs différentes et en automatisant les filtres, faire varier les couleurs dans n'importe quelle séquence préprogrammée. [55]
- ✓ Installation simplifiée : L'éclairage à fibre optique ne nécessite pas l'installation de câbles électriques sur le localisateur de lumière, puis l'installation de luminaires encombrants avec une ou plusieurs ampoules sur place. Au lieu de cela, une fibre est installée à l'emplacement et fixée en place, peut-être avec un petit objectif de focalisation, un processus beaucoup plus simple. Souvent, plusieurs fibres peuvent utiliser une seule source de lumière, simplifiant encore plus l'installation. [55]
- ✓ Entretien Facile : L'éclairage dans des zones difficiles d'accès comme les hauts plafonds ou les petits espaces peut rendre difficile le changement de sources lumineuses. Avec la fibre, la source peut se trouver dans un endroit facilement accessible et la fibre dans n'importe quel endroit éloigné. Changer la source n'est plus un problème.[55]

III.10.2. Comment fonctionne l'éclairage à fibre optique

L'éclairage à fibre optique utilise la fibre optique comme "conduit de lumière", transmettant la lumière d'une source à travers la fibre vers un emplacement éloigné. La lumière peut être émise par l'extrémité de la fibre créant un petit effet de projecteur (également appelé "lueur d'extrémité") ou émise de l'extérieur de la fibre sur toute sa

longueur, ressemblant à un néon ou un tube fluorescent (également appelé “lueur latérale”).[55]

La source de lumière est généralement appelée "illuminateur à fibre optique" et se compose d'une source de lumière vive et souvent de certaines optiques pour focaliser efficacement la lumière dans la fibre. Les sources doivent être lumineuses, de sorte que les lampes halogènes à quartz ou aux halogénures métalliques au xénon sont couramment utilisées. Les fibres plus petites peuvent également utiliser des LED qui couplent très efficacement la lumière dans les fibres mais n'atteignent pas les niveaux de luminosité des autres lampes.[55]

Les fibres optiques utilisées pour l'éclairage sont similaires aux fibres utilisées dans les communications, mais optimisées pour transmettre de la lumière et non des signaux à grande vitesse. Les fibres sont constituées d'un noyau qui transmet la lumière et d'une gaine optique qui emprisonne la lumière dans le noyau de la fibre. Contrairement aux fibres de communication qui utilisent de petits noyaux pour maximiser la bande passante, les fibres d'éclairage utilisent de gros noyaux avec des gaines minces pour maximiser le couplage de la lumière de l'illuminateur dans la fibre. Les fibres émettant latéralement ont une interface rugueuse entre le noyau et la gaine pour disperser une partie de la lumière hors du noyau sur toute la longueur de la fibre pour créer un aspect éclairé cohérent similaire aux tubes de néon.[55]

Les fibres d'éclairage peuvent être en verre, tout comme les fibres de communication, ou en plastique. Si les fibres sont en verre, elles sont généralement de très petit diamètre et beaucoup sont regroupées dans un seul câble gainé pour fournir une transmission lumineuse suffisante. Des fibres plastiques de plus grand diamètre sont également utilisées, peut-être plus couramment, car elles sont peu coûteuses et plus faciles à installer, mais elles ont une perte de lumière plus élevée et ne peuvent pas supporter une température aussi élevée, limitant parfois l'apport de lumière d'une source.[55]

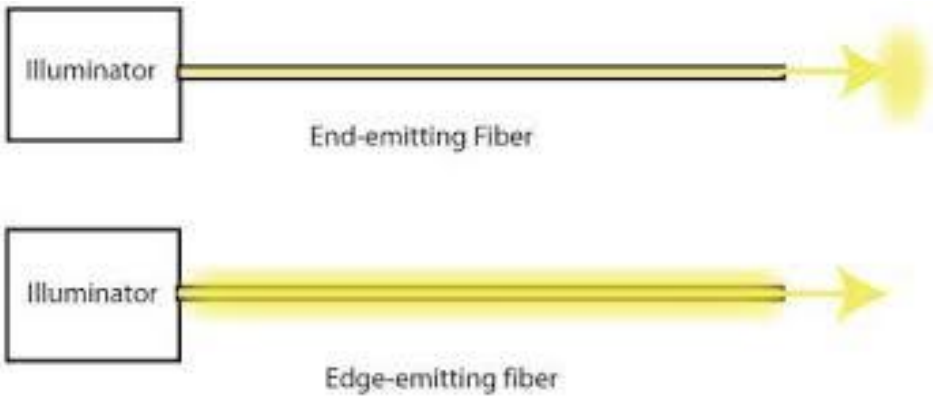


Figure III.12 : fonctionnement de l'éclairage à fibre optique [55]

III.11. L'éclairage hybride

L'éclairage hybride est une méthode d'éclairage qui mélange l'utilisation de la lumière solaire et de la lumière artificielle pour éclairer les espaces intérieurs. La lumière solaire est canalisée par des faisceaux de câbles à fibres optiques, et cette lumière est complétée par un certain type d'éclairage artificiel. S'il fait beau dehors, la majorité de l'éclairage du bâtiment provient du Soleil. Cependant, si le Soleil est bloqué, il y a des cellules photoélectriques qui détectent les niveaux de lumière inférieurs et augmentent la quantité de lumière artificielle pour compenser le manque. [58]

Les systèmes d'éclairage hybrides combinent généralement quatre technologies différentes en un seul système efficace. Les technologies utilisées comprennent des dispositifs pour collecter la lumière naturelle, générer de la lumière artificielle, transporter la lumière là où elle est nécessaire et contrôler les quantités de lumière naturelle et artificielle utilisées.[59]

III.11.1. Fonctionnement

L'éclairage hybride apporte de la lumière naturelle dans les bâtiments grâce à une ou plusieurs antennes paraboliques installées sur le toit. Ces antennes peuvent pivoter pour suivre le Soleil dans le ciel. Elles font environ 1 mètre de diamètre et recueillent la lumière incidente sur les miroirs. La lumière collectée est ensuite canalisée dans l'immeuble par des tiges de fibres optiques épaisses et transparentes, composées de plastique. Ces tiges de fibres optiques sont constituées de noyaux en plastique qui transmettent la lumière naturelle dans le bâtiment et sont câblées de façon similaire au câblage électrique.[59]

Avant d'entrer dans la pièce, la lumière est acheminée par des luminaires (des extrémités du fil de fibre optique en forme d'ampoule) qui diffusent doucement la lumière, ce qui permet d'éclairer environ 100 mètres carrés d'espace intérieur.[58]

Dans certains cas, des tubes lumineux, comme celui de la figure 1, sont utilisés. Ils diffèrent des câbles à fibres optiques car ils ne sont que de grands tubes en plastique, recouverts d'un vernis réfléchissant qui fait rebondir la lumière dans la pièce.



Figure III.13 : Les tubes lumineux sont parfois utilisés en place des câbles à fibres optiques pour canaliser la lumière dans un bâtiment.[60]

III.11.2. Avantages et inconvénients

Les avantages de l'éclairage hybride sont particulièrement perceptibles par une journée ensoleillée. Lorsque la lumière naturelle entre dans un espace, le besoin d'un éclairage artificiel est presque entièrement éliminé. Cela permet de réaliser des économies d'énergie considérables, qui réduisent les coûts énergétiques. En outre, ces systèmes fournissent de la lumière visible tout en bloquant les rayonnements ultraviolet et infrarouge. Cela signifie que l'éclairage hybride ne chauffe pas un bâtiment autant que les ampoules incandescentes ou fluorescentes.[58] De plus, l'exposition à la lumière naturelle du Soleil peut réduire les symptômes de la dépression, car il a été démonté que la lumière du Soleil augmente la production de sérotonine dans le cerveau.[61]Même si le coût initial de l'installation d'un système d'éclairage hybride est bien plus élevé que celui de l'installation d'éclairage traditionnel, le système se rentabilise au fil du temps en termes d'économies d'énergie. Grâce à ces systèmes, le coût annuel de l'éclairage d'un bâtiment peut être réduit par 25%, rendant ainsi le temps de récupération assez rapide [62]y a aussi moins d'ampoules à remplacer, car une bonne partie de la lumière provient du Soleil. Le principal inconvénient de ce type d'éclairage est que les câbles qui transportent la lumière à l'intérieur du bâtiment

absorbent une fraction de cette lumière. Cela signifie que les câbles ne peuvent transporter la lumière que jusqu'à une distance limitée avant qu'elle nécessite d'être amplifiée. C'est pourquoi l'éclairage hybride ne fonctionne que dans les pièces à proximité du toit. Cela signifie que l'éclairage hybride trouve plus d'applications dans les magasins, les écoles et autres bâtiments publics où l'éclairage artificiel est largement utilisé pendant la journée. À la maison, où la lumière artificielle est largement utilisée le soir, les lucarnes ou les ampoules efficaces sont probablement une meilleure option. [58]

III.12. L'éclairage décoratif

L'éclairage décoratif est une technique d'éclairage utilisée dans le domaine de la décoration d'intérieur pour créer une ambiance esthétique et mettre en valeur les éléments décoratifs d'un espace. Il s'agit d'un aspect important de la conception d'intérieur qui permet de créer des effets visuels, d'ajouter de la profondeur et de souligner les caractéristiques architecturales.

L'éclairage décoratif utilise différents types de luminaires tels que des lampes suspendues, des appliques murales, des lampadaires, des spots, des réglettes lumineuses, des lampes de table, des guirlandes lumineuses, des bougies, etc. Ces luminaires sont choisis en fonction du style et de l'ambiance recherchés, ainsi que des caractéristiques spécifiques de l'espace à éclairer.

L'objectif principal de l'éclairage décoratif est de créer une atmosphère agréable, de mettre en valeur les objets d'art, les meubles, les éléments architecturaux et les détails décoratifs d'une pièce. Il peut également être utilisé pour délimiter des zones, créer des contrastes et des jeux de lumière, ainsi que pour influencer l'humeur et l'émotion des occupants d'un espace.

L'éclairage décoratif peut être utilisé dans différents environnements tels que les maisons, les restaurants, les hôtels, les boutiques, les salles d'exposition, les galeries d'art, les espaces évènementiels, etc. Il peut être ajusté en termes d'intensité, de direction, de couleur et de température de couleur pour créer des effets spécifiques et répondre aux besoins et aux préférences des occupants de l'espace.



Figure III.14 : éclairage décoratif [63]

Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté la fibre optique, son historique et son développement au cours des années. Ensuite on a discuté les composants de fibre optique et l'utilisation de la fibre optique et ses différents types.

À la fin, on a décrit l'utilisation de la fibre optique dans l'éclairage, son fonctionnement et ses divers emplois dans l'éclairage.

CHAPITRE IV
PARTIE PRATIQUE

Introduction

L'éclairage joue un rôle essentiel dans les centres de soins, créant une atmosphère apaisante et confortable pour les patients tout en facilitant les tâches des professionnels de la santé. Dans cette optique, un nouveau prototype d'éclairage par fibre optique a été développé pour répondre aux besoins spécifiques de ces établissements médicaux.

L'éclairage par la fibre optique dans les centres de soins repose sur un système de fibres optiques flexibles et de haute qualité, capable de diffuser la lumière de manière uniforme et contrôlée. Contrairement aux sources de lumière traditionnelles, telles que les ampoules, ce système offre une lumière douce et sans éblouissement, ce qui est particulièrement important dans les environnements médicaux sensibles.

On va réaliser un prototype basé sur la fibre optique, l'un des principaux avantages de ce prototype réside dans sa capacité à s'adapter aux besoins spécifiques de chaque zone du centre de soins. Les fibres optiques peuvent être acheminées vers des endroits précis, permettant ainsi un éclairage ciblé et personnalisé. Par exemple, dans les zones de repos des patients, la lumière peut être ajustée pour créer une ambiance chaleureuse et relaxante, favorisant ainsi le rétablissement et le bienêtre des patients et du personnel.

VI.1. Les étapes de réalisation du prototype

VI.1.1. Normalisation

Il est utile de connaitre les niveaux d'éclairage recommandés en fonction de l'ergonomie de travail (confort pour les tâches de travail).

Dans la norme NBN EN 12464-1, on établit une nomenclature dans laquelle on retrouve pour différents locaux des bâtiments du tertiaire, entre autres, le paramètre suivant :[64]

- Le niveau d'éclairement moyen Em à respecter au niveau de la tâche

VI.1.1.1. La norme NBN EN 12464-1

La norme n'englobe pas tous les locaux repris dans l'hôpital. Pour cette raison, on effectuera une corrélation entre la norme EN 12646-1 et les recommandations de l'AFE *(Association Française de l'Éclairage)* dans les institutions de soins de santé.[64]

A. Salle à usage général

Type d'intérieur, tâche ou activité	Em (lux)	Plans de référence
Salle d'attente	200	Au niveau du sol.
Couloir : pendant le jour	100	Au niveau du sol.
Couloir : pendant la nuit	50	Au niveau du sol.
Salle de jour	200	Au niveau du sol.

B. Salle réservée au personnel

Type d'intérieur, tâche ou activité	Em (lux)	Plan de référence
Bureau du personnel	500	0.7 m du sol.
Salle de détente	**300**	0.85 m du sol par défaut.

C. Chambres de malade, de maternité

Type d'intérieur, tâche ou activité	Em (lux)	Plan de référence
Éclairage général	100	Au niveau du sol.
Éclairage de lecture	300	Au niveau du liver
Examens simples	300	Au niveau du lit.
Examens simples	1000	Au niveau du lit.
Examens simples	5	Au niveau du sol ou de la tête du patient suivant l'importance de la surveillance.
Examens simples	200	Au niveau du lavabo et WC.

C. Salle d'examens (général)

Type d'intérieur, tâche ou activité	Em (lux)	Remarques	Plan de référence
Éclairage général	500	$4000\ K \leq TCP \leq 5000\ K$	0.85 m du sol par défaut.
Examen et traitement	1000	-	0.85 m du sol par défaut.

d. Salle d'examen des yeux

Type d'intérieur, tâche ou activité	Em (lux)	Remarques	Plan de référence
Éclairage général	500	4000 K ≤ TCP ≤ 5000 K	0.85 m du sol par défaut.
Examen de l'extérieur des yeux	1000	-	A hauteur des yeux.
Test de lecture et de vision des couleurs sur panneaux	500	-	Au niveau d'un plan vertical de lecture.

e. Salle d'examen des oreilles

Type d'intérieur, tâche ou activité	Em (lux)	Plan de référence
Éclairage général	500	0.85 m du sol par défaut.
Examen des oreilles	1000	Au niveau de la tête du patient.

f. Salle d'examen au scanner, IRM

Type d'intérieur, tâche ou activité	Em (lux)	Plan de référence
Éclairage général	300	0.85 m du sol par défaut.
Scanners avec agrandissement de l'image et systèmes de télévision	50	Au niveau du patient.

g. Salle d'accouchement

Type d'intérieur, tâche ou activité	Em (lux)	Plan de référence
Éclairage général	300	0.85 m du sol par défaut.
Examen et traitement	1000	Au niveau du bassin de la patiente.

9. Salle de traitement (général)

Type d'intérieur, tâche ou activité	Em (lux)	Plan de référence
Dialyse	500	Au niveau de la zone à traiter.
Dermatologie	500	
Salle d'endoscopie	300	
Salle de pose des plâtres	500	
Bain médicaux	300	
Massage et radiothérapie	300	

h. Salle d'opération

Type d'intérieur, tâche ou activité	Em (lux)	Plan de référence
Salle de préparation et de réveil	500	0.85 m par défaut.
Salle d'opération	1000	0.85 m par défaut.
Champ opératoire	10 000 à 100 000	Champ opératoire.

i. Unités de soins intensifs

Type d'intérieur, tâche ou activité	Em (lux)	Plan de référence
Éclairage général	100	Au niveau du sol.
Examens simple	300	Au niveau du lit.
Examens et traitement	1000	Au niveau du lit.
Surveillance de nuit	20	Au niveau de la tête du patient.

j. Cabinets dentaires

Type d'intérieur, tâche ou activité	Em(lux)	Remarques	Plan de référence
Éclairage général	500	Éclairage non éblouissant pour le patient.	0.85 m au niveau du sol.
Sur le patient	1000	-	-
Cavité opératoire	-	Exigences spécifiques décrites dans la norme EN ISO 9680	
Appariement à la couleur des dents	-	Exigences spécifiques décrites dans la norme EN ISO 9680	

VI.2. Réalisation de prototype :

A. partie 1 : modelé miniature d'une salle de soins

Une partie de bois a des dimensions de 35 cm de longueur, 20 cm de largeur et 22 cm de hauteur. Sa surface totale est de 700 cm², tandis que son volume est de 15 400 cm³. Ce prototype de bois intègre également des câbles de fibre optique, ce qui lui permet de transformer de la lumière à travers ses fibres, offrant ainsi un éclairage original et innovant.



Figure VI.1 : modelé miniature d'une salle de soins

B. partie 2 : Un support pour les câbles de fibre.

Le support est fabriqué à partir d'une planche en bois solide mesurant 22 cm de longueur, 12,5 cm de largeur et d'une épaisseur d'environ 2 cm. Le support est conçu pour maintenir les câbles de fibre optique de manière organisée.



Figure VI.2 : Un support pour les câbles de fibre.

C. partie 3 : les câbles de fibre optique

Des câbles fibre optique multimode de 20 cm

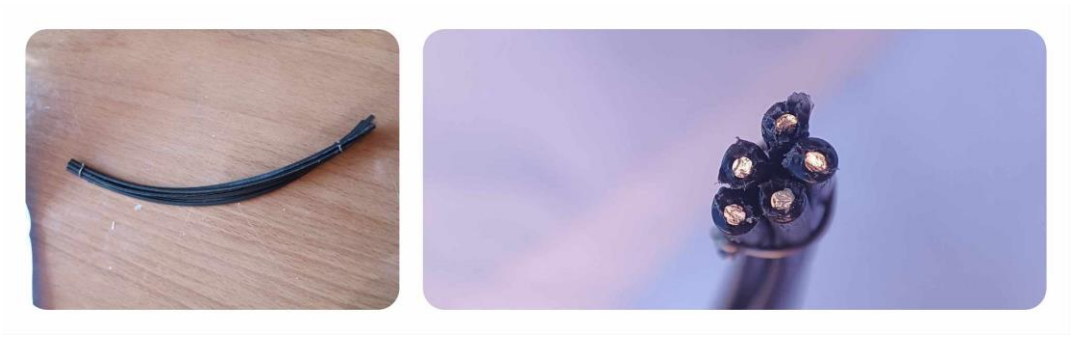


Figure VI.3 : les câbles de fibre multimode

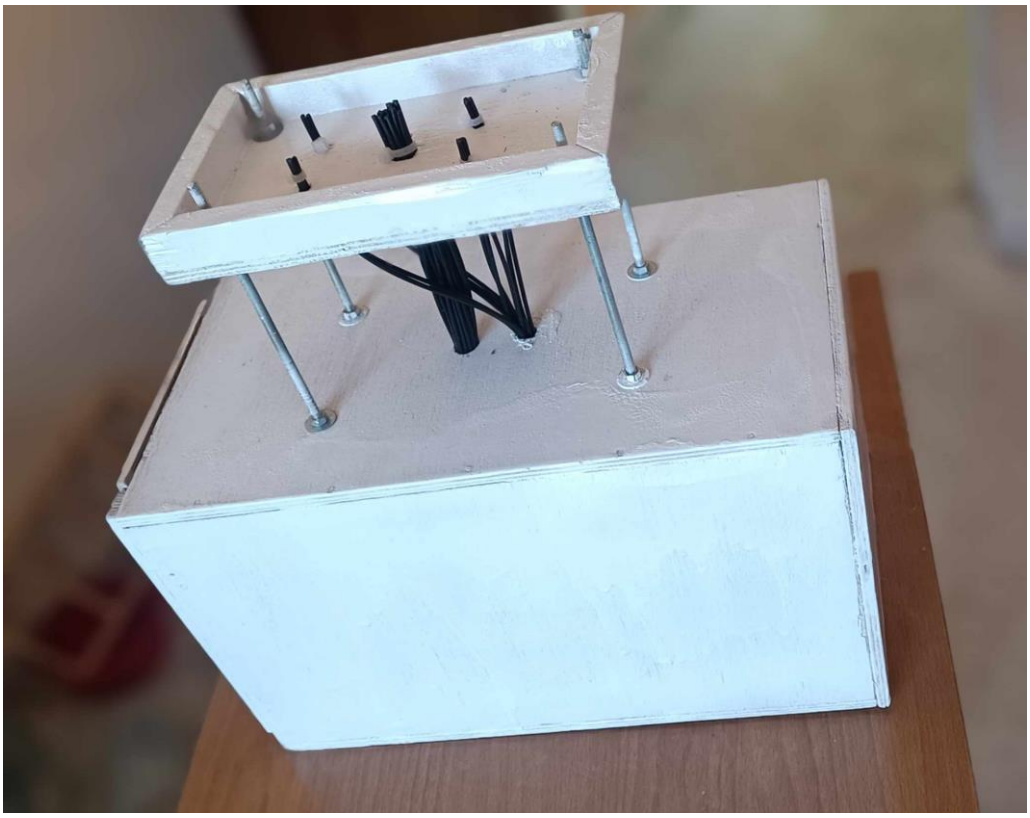


Figure VI.4 : prototype

VI.3. Résultats et mesures nécessaires

Pour un Chambre de malade, la quantité de lumière dans la pièce sombre Lux 0→3 Lors de la rencontre de la source lumineuse avec l'appareil 337Avec 20 cm nous avons constaté que la valeur de la lumière couverte par une source est de337 lux.

La longueur du segment de fibre optique 23 cm en isolant toute la lumière de la pièce et Correspondant à une pièce pour animaux de compagnie nous avons mesuré et trouvé la valeur Est de 179 lux Nous avons interviewé 2 morceaux daté l'expérience mesuré et montré le résultat 300 lux Le rendement d'une fibre est 53.11% de la valeur totale dirigée en multiplions la fibre nous trouvons 89,02 % de la valeur totale

Efficacité lumineuse

337→100

179→X

X=$\frac{17900}{337} = 53{,}11\%$

337→100

300→X

X=$\frac{30000}{337} = 89{,}02\%$

VI.4. Conclusion

En conclusion, la réalisation du prototype d'éclairage par fibre optique nécessite une approche rigoureuse, allant de la normalisation à la réalisation effective du prototype, en passant par des résultats et des mesures appropriées. Ce prototype offre une solution novatrice et personnalisée pour répondre aux besoins spécifiques des établissements de santé, en offrant un éclairage adapté, confortable et efficace pour le bien-être des patients et le bon fonctionnement des professionnels de la santé.

Conclusion générale

Conclusion générale

En conclusion, ce mémoire a examiné de manière l’utilisation de l'éclairage par fibre optique dans les centres de soins, tout en mettant en évidence ses avantages significatifs pour améliorer l'environnement lumineux. Les résultats obtenus ont souligné la capacité de cette technologie à fournir une lumière naturelle et uniforme, favorisant une atmosphère apaisante pour les patients et une meilleure visibilité pour les procédures médicales. De plus, l'éclairage par fibre optique permet des économies d'énergie et offre des possibilités d'innovation esthétique. Cependant, des défis tels que les coûts initiaux et la maintenance spécialisée doivent être pris en compte. Pour l'avenir, l'accent devrait être mis sur l'amélioration de l'efficacité énergétique, l'optimisation du design et l'exploration de nouvelles applications. En résumé, ce mémoire apporte une contribution précieuse à la compréhension de l'éclairage par fibre optique dans les centres de soins, et offre des perspectives prometteuses pour son développement et son utilisation future dans ce domaine.

Références Bibliographique

Références Bibliographiques

[1] S. A. Hakem, N. Kasbadji. Merzouk, M. Merzouk, « Performance journalières d'un chauffe-eau solaire », Revue des Energies Renouvelables, CICME'08Sousse, pp153-162, 2008.

[2] R. Abdssemed, « Modélisation et simulation des machines électriques », électrotechnique, technosup, les filières technologiques des enseignements supérieurs, édition ellipses, 2011.

[3] A. T. Singo, « système d'alimentation photovoltaïque avec stockage hybride pour l'habitat énergétiquement autonome », Thèse Doctorat de l'université Henri Poincaré, Nancy-l,2010.

[4] L. BROMAN, J.A. DUFFIE, and E. LINDBERG, « A Concentrated Course in Solar Thermal Process Engineering », 2*eeeeeeee*, Inc. ISES Solar World Congress, 1991.

[5] O. DERUELLE, « Mise au point d'un système de spectroscopie pour mesurer des sections efficaces neutroniques applicables à un possible développement du nucléaire comme source d'énergie », Thèse de Doctorat en sciences, Université de Paris XI ; pp.9-12, 2002.

[6] https://www.researchgate.net/figure/Carte-du-monde-de-lensoleillement-moyen-annuel-11_fig1_267720997 05/02/2023

[7] https://www.neal-dz.net/ 05/02/2023

[8] M. Stéphane PETIBON, "Nouvelles architectures distribuées de gestion et de conversion de l'énergie pour les applications photovoltaïques", Thèse de doctorat, Université de Toulouse, Janvier 2009.

[9] Nichiporuk OLEKSIY, "Simulation, fabrication et analyse de cellules photovoltaïques à contacts arrière interdigités", Thèse de doctorat, L'institut national des sciences appliquées.

[10] J, Bernard. Energie solaire calculs et optimisation, Ellipse Edition Marketing. (2004).

[11] LAHRECH Fadwa et YAMANI Bachira '' éclairage naturel par la fibre optique cas d'étude : crèche '' mémoire mestre 2022.

12] Emilie.B, 'éléments de conception architecturale', mémoire de magister de l'université de Québec, Canada 2013.

[13] Fernandez, P., & Lavigne, P. Concevoir des bâtiments bioclimatiques : fondements & méthodes, le moniteur. Paris, 2009.

[14] Munari Probst, M.C., Roecker, C. (2012), Solar energy systems in architecture: integration criteria and guidelines, IEA SHC Task 41 Solar energy and architecture.

15] Heschong, L. (1981). Architecture et volupté thermique (H. Guillaud, Trans.).

[16] https://www.lepanneausolaire.net/ le 04 juillet 2023

[17] https://www.energie-solaire.com/ le 04 juillet 2023

[18] 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 le12 février 2023.

[19] A. Deneyer P. D., 2011. Centre scientifique et technique de la construction.

[20] Stefan Gasser, Daniel Tschud L'éclairage intérieur – efficacité énergétique

[21] « Les sources primaires et les sources secondaires de la lumière » dans Encyclopédie

[22] J. BELL & W. BURT in ROUAG, Djamila. Sunlight problems within new primary school classrooms in Constantine. Thèse de Doctorat. Constantine : Université Mentouri, Avril 2001, p 143.

[23] https://www.guide-clea.fr/clea_projet/climat/ LE 05 juillet 2023

[24] www.energieplus-lesite.be Le 27 février 2023

[25] www.energieplus-lesite.be Le 27 février 2023

[27] 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 1-4.

[28] Djaariri Boutheina et Djermane Houda « Optimiser l'éclairage naturel pour le confort visuel Dans une école d'architecture » Mémoire Master II 2015 – 2016

[29] https://energieplus-lesite.be/theories/eclairage12/physique-lumiere/eclairage-naturel-et-ses-variations/ Le 25 février 2023

[30] http://www.logismarket.fr: 26 février 2023

[31] http://www.definergie.fr/ 26 février 2023

[32] Mlle NAFA EL Djouher « Évaluation de l'éclairage naturel dans les salles de lecture. Cas d'étude : SALLE DE LECTURE DE LA BIBLIOTHEQUE PUBLIQUE DE TIZI OUZOU » Mémoire Master II 2015 – 2016

[33] LATREUCH Sid Ahmed et BENNAMA Mansour « Etude de l'éclairage des enseignes et devantures en Algérie » Mémoire Master II 2020-2021

[34] https://controverselbc.wordpress.com/types-et-usages-des-ampoules/lampes-a-incandescence/ le 05 juillet 2023

[35] https://www.superprof.fr/ressources/scolaire/physique-chimie/tout-niveau/expose-ps-7/appareil-luminescent-sorte.html#chapitre_la-lampe-fluorescente Le 27 février 2023

[36] https://www.researchgate.net/figure/Shapes-of-compact-fluorescent-lamps-CFL_fig1_221736226 le 05 juillet 2023

[37] https://controverses.sciences-po.fr/archive/ampoules/index.php/pour-debuter/les-differents-types-de-lampes/ Le 28 février 2023

[38] https://energypedia.info/ le 05 juillet 2023

[39] https://www.id-solution.fr/lampes-a-diodes-electroluminescentes-lampes-a-led/ le 05 juillet 2023

[40] Blacek Box Le Site Web Black Box. (Consulté le 24 juillet 2020).

[41] Nichiporuk OLEKSIY, "Simulation, fabrication et analyse de cellules photovoltaïques à contacts arrière interdigités", Thèse de doctorat, L'institut national des sciences appliquées de Lyon, Mai 2005.

[42] BOUTOUIL Mohamed, HAMZA REGUIG Zouhir, ''la dispersion chromatique en transmission WDM'', mémoire d'ingénieur d'état, ITOran, juin 2007.

[43] Bănică, Florinel-Gabriel (2012) ‹Chemical Sensors and Biosensors : Fundamentals and Applications ‹Chichester : John Wiley and Sons ‹Ch. 18–20‹ ISBN 978-0-470-71066-1

[44] IEEE Spectrum : electricity above glass. IEEE Spectrum. October 2005 12 2018

[45] Photovoltaic feat advances power over optical fiber - Electronic Products Archived July 18, 2011, at the Wayback Machine. 06/01/2006 Archived 06 September 2015 at the Wayback Machine.

[46] How Fiber Optics Work; How Stuff Works Archivé 6 janvier 2010 au Way back Machine.

[47] Tahi Mimouna Merabta et Chadouli Sabra (Analyse Numérique Et Etude Spectrale De Réseaux De Bragg A Fibre : Compensation De La Dispersion Chromatique Dans Une Ligne De Transmission Optique) Mémoire Master II 2018-2019

[48] BOUZINAOUI Djihad et ZAIDANE Belkisse (Etude théorique et pratique des fibres optiques de verre sio2) Mémoire Master II 2018-2019

[49] AMARI Malika et HAMRI Bellel, 'Etude et évaluation d'une chaine de transmission

[50] https://forums.futura-sciences.com/ le 06 juillet 2023

[51] Mr. MIMENE. Communication Optique. Cours de télécom. mai 2022.

[52] Etude d'une liaison de transmission par fibre optique et simulation d'un résonateur optique en anneau par Kafte Djogoo Kungwa Initelematique - Ingenieur Industriel 2016

[53] https://www.blackbox.fr/fr-fr/page/27220/Information/Technique/black-box-explique/Cables-fibre-optique/constitution-dun-cble-fibre-optique. 09 mars 2023

[54] https://www.lafibrelyonnaise.fr/caracteristiques-de-la-fibre-optique/ le 09 mars 2023

[55] https://www.thefoa.org/tech/lighting/lighting.html le 10 mars 2023

[56]https://www.lumitex.com/ le 15 mars 2023

[57] https://www.fibreopticlighting.com/fibre-optic-sensory-wall-cascade le 15 mars 2023

[58] Chris Woodford. (August 13, 2015). How does hybrid solar lighting work?

[59] Michael R. Cates. (August 13, 2015). Hybrid Lighting: Illuminating Our Future

[60] Wikimedia Commons. (August 13, 2015). Berlin Light Tube [Online]. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c4/Berlin_light_tube.jpg le 29 mars 2023

[61] WebMD Health News. (August 13, 2015). Unraveling the Sun's Role in Depression [Online]. http://www.webmd.com/mental-health/news/20021205/unraveling-suns-role-in-depression le 3 mai 2023

[62] Brighten Your Home. (August 17, 2015). Éclairage hybride à fibres optiques [Online]. http://www.brightenyourhome.net/Hybrid-Solar-Lighting.html le 15 mai 2023

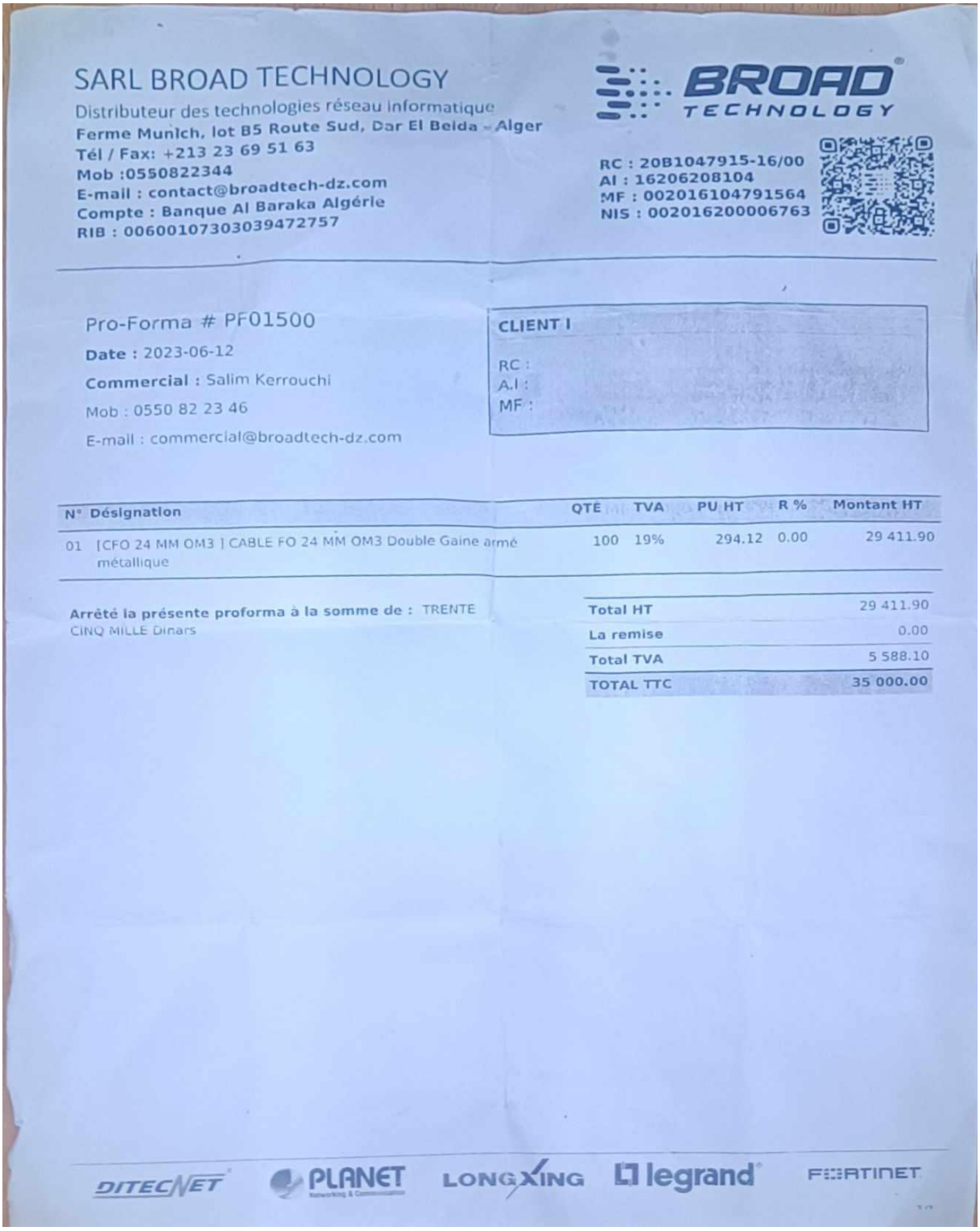
[63] https://www.interieurluminaire.fr/eclairage-decoratif.html le 16 mai 2023

[64] https://energieplus-lesite.be/donnees/eclairage4/prescriptions-par-usage/prescriptions-relatives-a-l-eclairage-en-milieu-hospitalier/#Salles_dautopsie_et_morgues le 18 mai 2023

Annexe

Annexe:

Les factures proforma



SARL BROAD TECHNOLOGY

Distributeur des technologies réseau informatique
Ferme Munich, lot B5 Route Sud, Dar El Beida - Alger
Tél / Fax: +213 23 69 51 63
Mob :0550822344
E-mail : contact@broadtech-dz.com
Compte : Banque Al Baraka Algérie
RIB : 00600107303039472757

BROAD TECHNOLOGY

RC : 20B1047915-16/00
AI : 16206208104
MF : 002016104791564
NIS : 002016200006763

Pro-Forma # PF01500

Date : 2023-06-12

Commercial : Salim Kerrouchi

Mob : 0550 82 23 46

E-mail : commercial@broadtech-dz.com

CLIENT I

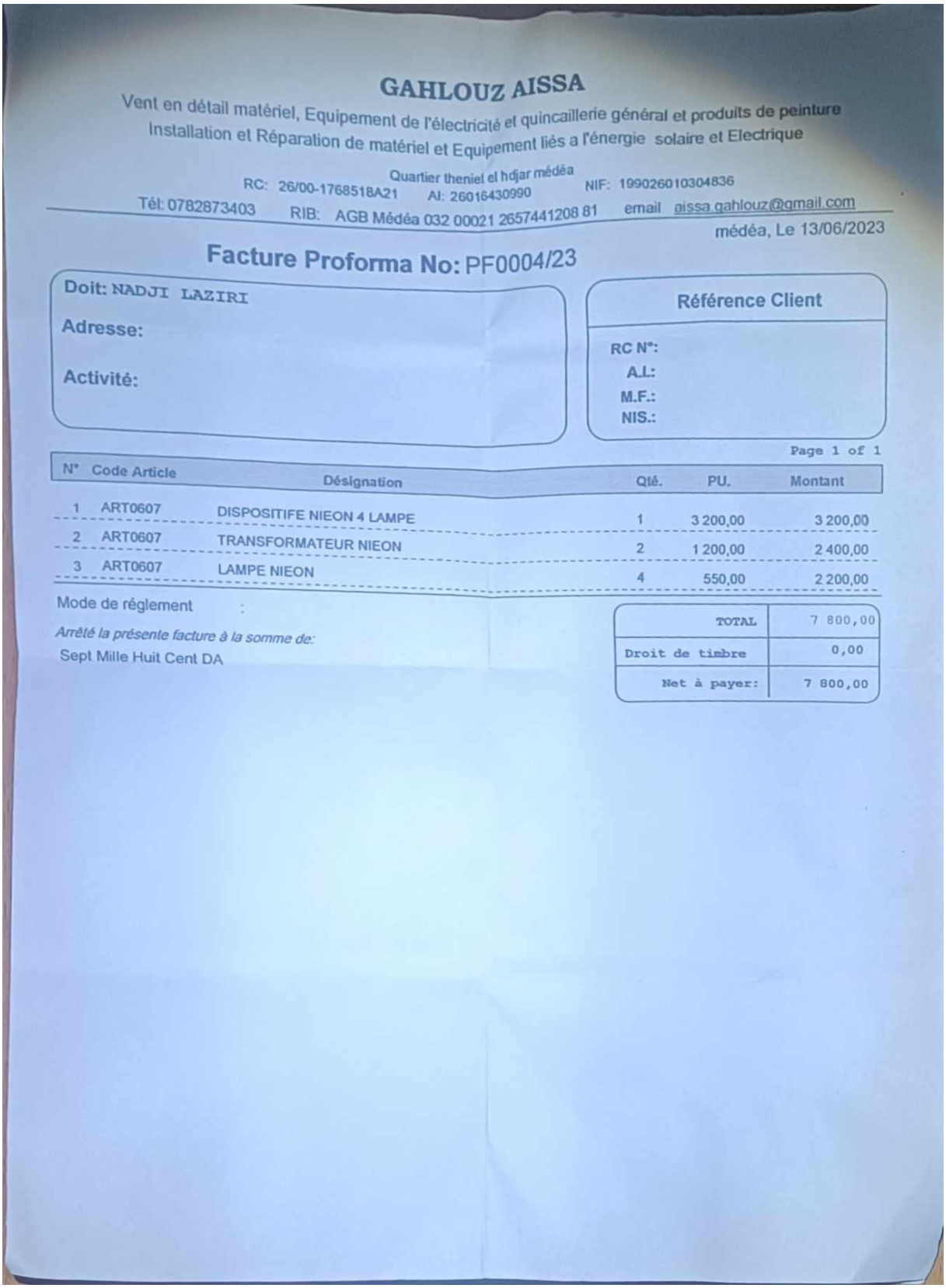
RC :
A.I :
MF :

N°	Désignation	QTÉ	TVA	PU HT	R %	Montant HT
01	[CFO 24 MM OM3] CABLE FO 24 MM OM3 Double Gaine armé métallique	100	19%	294.12	0.00	29 411.90

Arrêté la présente proforma à la somme de : TRENTE CINQ MILLE Dinars

Total HT	29 411.90
La remise	0.00
Total TVA	5 588.10
TOTAL TTC	**35 000.00**

DITECNET PLANET LONGXING legrand FORTINET



GAHLOUZ AISSA

Vent en détail matériel, Equipement de l'électricité et quincaillerie général et produits de peinture
Installation et Réparation de matériel et Equipement liés a l'énergie solaire et Electrique

Quartier theniel el hdjar médéa
RC: 26/00-1768518A21 AI: 26016430990 NIF: 199026010304836
Tél: 0782873403 RIB: AGB Médéa 032 00021 2657441208 81 email aissa.gahlouz@gmail.com

médéa, Le 13/06/2023

Facture Proforma No: PF0004/23

Doit: NADJI LAZIRI
Adresse:
Activité:

Référence Client
RC N°:
A.I.:
M.F.:
NIS.:

Page 1 of 1

N°	Code Article	Désignation	Qté.	PU.	Montant
1	ART0607	DISPOSITIFE NIEON 4 LAMPE	1	3 200,00	3 200,00
2	ART0607	TRANSFORMATEUR NIEON	2	1 200,00	2 400,00
3	ART0607	LAMPE NIEON	4	550,00	2 200,00

Mode de réglement :

Arrêté la présente facture à la somme de:
Sept Mille Huit Cent DA

TOTAL	7 800,00
Droit de timbre	0,00
Net à payer:	7 800,00