République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de l'Enseignement Supérieur et de La RechercheScientifique
Université Dr. Yahia Fares de Médéa
Faculté des technologies

memoire de fin d'études

Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'En Génie mécanique
Filière Génie civil
Présenté pour l'obtention du diplôme de master
en équipement de l'habitat

Le Thème:

Eclairage naturel par fibre optique cas d'étude :crèche

Présentée par :

LAHRECH Fedwa

YAMANI Bachira

Proposé et dirigé par:

Dr HADJA Kawther

PROMO 2021-2022

Remerciement

Avant tous, nous remercions ALLAH le tout puissant pour nous avoir donné la

Force et la patience pour mener à terme ce travail.

Au terme de cet humble travail, je tiens à remercier et à exprimer ma profonde gratitude

à MS HADJA , ma promotrice, pour le temps qu'elle nous a consacré et pour la qualité de son suivi.

Nous tenons à remercier nos familles pour leurs sacrifices.

Nous tenons à remercier également l'ensemble des enseignants du

département Génie mécanique en particulier Mr ZIRARI pour leurs rôles importants dans notre formation.

En fin, tous nos amis, A tous l'équipes SONOLGAZ en particulier Mr FANDOUCHI ; et ceux qui ont contribué de près ou de loin pour achever ce modeste travail.

Je voudrai aussi exprimer ma vive reconnaissance à toute personne ayant

contribué de prés ou de loin à l'élaboration de ce travail.

MERCI ☺

FEDWA ,BACHIRA

DEDICACE :

je dédie ce modeste travail :

A la lumière de ma vie, mon père "ABD EL KADER",A ma grande lumière qui illumine ma vie et qui me donne encore l'espoir et pour le simple fait qu'elle soit ma mère "BAYA". la douceur et la sagesse, qui ont toujours veillé sur ma réussite, je les remercie pour leur soutien et leur sacrifice, et je prie dieu pour les garder pour moi.

A mes très chères frères "MOUMAN" et "BACHIRE", qui ont consacré tous leurs efforts pour m'aider à compléter ce travail.

A mes chères sœurs ""AZIZA" et "WISSAM" pour leurs encouragement et leur amour.

A mes nièces "ritale", "celia", à qui je souhaite un avenir radieux.

A toute ma famille, paternelle "lahrache" et maternelle "azouz"

grande et petite sans exception.

A ma chère amie "achraf" que je respecte.

A tous l'équipes "SONOLGAZ","FANDOUCHI" , "BABCHIKH","CHIKHE","AZOUZ" ,"AMARI","ZMIR" , sans exception.

A ma binôme YAMANI BACHIRA et toute sa famille.

à mes meilleurs amis "hajar, ichrak ,yousrra ,malika ,amina ,nawal ,asma ,sabrina, loubna ,marwa" qui les aimaient et qui ont passé les meilleurs moments de ma vie avec eux

A tout mes amis que mon crayon l'ont oublié mais ils sont toujours présents dans mon cœur.

A tous mes amis avec qui j'ai passé mes études.

fedwa

DEDICACE:

Je dédie ce travail :

A mon cher père « SAYEH » Pour son aide et soutien et son patience, cette Aventure n'aurait certainement pas existé sans vous !A ma chère mère « MASSAOUDA »

En témoignage de mon éternelle reconnaissance, que dieu vous protège et vous Prête bonne santé et longue vie A mon cher fiancé « Kader » qui a toujours son motiver

Même dans les moments de doute. Un grand merci pour son encouragement et son soutien morale.

A mes très chères frères "YOUCEF" et "MHAMMED", qui à qui je souhaite un avenir réussi

A mes chères sœurs "MANEl", "TAKOUA ", "NADIA" "WAFA"et"AMEL", pour leurs Encouragement et leur amour. A ma cousine « maria » à qui je souhaite un avenir prospère.

A ma grand-mère « FATIHA » je les remercie pour leur soutien et leur sacrifice, et je prie dieu pour Les garder pour moi. A toute ma famille, paternelle « YAMANI » et maternelle « SOFRANI » surtout

Mes oncles « AYOUB », « MOHAMMED » et « HAMZA »qui Ont consacré tous leurs efforts pour m'aider à compléter ce travail. Grande et petite sans exception.

A ma chère amie « AMEL » que je respecte et je l'aime.

A ma binôme LAHRECHE FADWA et toute sa famille.

A tous mes amis avec qui j'ai passé mes études

Bachira

Abstract

Contemporary housing in Algeria does not meet the requirements of general comfort. Among these knowledge criteria Problem, do not support the study of lighting in the initial design.

In this work, we focused on the study and design of the fiber optic lighting system in the nursery.

Fiber optic is a modern innovation that has taken a leadership role in the telecom world as quickly as you do by moving large amounts of lighting over a long distance and there are three systems dedicated to this type of fiber lighting optical.

We were interested in natural lighting. We founded the Parans system to ensure the visual comfort and energy saving of sperm operators during the day.

Key words: solar panels, fiber optic ,natural lighting ,parans ,fiber lighting ,modal lighting ,solar radiation

Résumer

L'habitat contemporain en Algérie en Algérie ne répond pas aux exigences de confort général. Parmi ces critères de connaissances Problème, ne pas soutenir l'étude de l'éclairage dans la conception initiale.

Dans ce travail, nous nous sommes concentrés sur l'étude et la conception du système d'éclairage à fibre optique dans la crèche.

Fibre optique est une innovation moderne qui a pris un rôle de premier plan dans le monde des télécommunications aussi rapidement que vous le faites en déplaçant l'éclairage de grande quantité à une grande distance et il y a trois systèmes dédiés à ce type d'éclairage de fibre optique.

Nous nous sommes intéressés à l'éclairage naturel. Nous avons fondé le système Parans pour assurer le confort visuel et économe l'énergie des opérateurs de sperme pendant la journée.

Mot clé : les panneaux solaires ,fibre optique ,éclairage naturel , system parans ,éclairage par fibre ,éclairage moderne ,rayonnement solaire

ملخص

السكن المعاصر في الجزائر لا يفي بمتطلبات الراحة بشكل عام . من بين معايير معرفة هذه المشكلة ، عدم دعم الدراسة الإضاءة في التصميم الأول.

في هذا العمل ركزنا على دراسة وتصميم نظام الإضاءة بألياف البصرية في الحضانة.

الألياف البصرية هي إبتكارات حديثة أخذت دورا رائدا في عالم الإتصالات بسرعة كذللك لنقل الإضاءة كمية كبيرة في مسافة كبيرة وهناك ثلاثة انظمة مخصصة لهذا النوع الإضاءة بالألياف الضوئية.

كنا مهتمين من أجل الإضاءة الطبيعية أسسنا نظام برنس لضمان معايير الراحة البصرية لشاغلي المنى خلال فترة النهار.

كلمات مفتاحية :

إضاءة بالألياف، إضاءة الحديثة، الإشعاع الشمس ، parans، الألواح الشمسية، الألياف البصرية، الإضاءة الطبيعية.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE ……..... 01

Chapitre I : généralités sur l'énergie solaire

Introduction …… 03

I.1.L'ÉNERGIE SOLAIRE ……..... 03

I.1.1.Evaluation de l'énergie renouvelable en Algérie ……. 04

I.1.1.1.Potentiel solaire ……..... 04

I.1.2.Rayonnement Solaire ……. 05

I.1.2.1.Caractéristiques du rayonnement solaire ……..... 07

I.1.2.2.Aspects énergétiques du rayonnement solaire ……..... 07

I.1.2.3.Les différents types de rayonnement …….. 07

I.1.2.3.1.Rayonnement direct ……. 09

I.1.2.3.2.Rayonnement diffus …… 10

I.1.2.3.3.Rayonnement global ……..... 10

I.1.2.4.Définitions préliminaires 10

I.1.2.5.Le gisement solaire en Algérie…….. 12

I.2.Efficacité énergétique …… 13

I.2.2.Pas de performance énergétique sans efficacité énergétique …… 14

I.2.3.Mesures d'efficacité énergétique …… 14

I.2.4.Les d'efficacité énergétique actives …… 15

I.2.5.Efficacité énergétique et développement durable ……... 16

I.3.La relation entre l'architecture de l'habitat et l'apport solaire …… 17

I.3.1.Définition de l'architecture solaire ……. 17

I.3.2.Intégration de l'énergie solaire à l'architecture …….. 17

I.3.3.Dimension environnementale ……. 17

I.3.4.Dimension économique …… 17

I.3.5.Dimension des ambiances physiques architecturales …….. 18

I.3.6.Etat de lieux: Constats de l'intégration des systèmes solaires à l'architecture ... 18

I.3.7.Les principaux avantages de l'intégration des systèmes solaires ……... 18

Conclusion …….. 19

Chapitre II :l'éclairage

INTRODUCTION …… 20

II.1. la lumière ……..... 20
II.2. l'éclairage naturel …… 20
II.2.1. les sources d'éclairage naturel ……... 21
II.2.1.1.Sources lumineuses diurnes directes ……. 21
II.2.1.1.1.Source primaire …… 21
II.2.1.1.2. Sources secondaires …… 25
II.2.1.2.Sources lumineuses diurnes indirectes …… 25
II.2.2. les paramètres influençant l'éclairage naturel ……. 25
II.2.2. 1.INFLUENCE DE LA LUMIERE DU JOUR ……. 25
II.2.2.2.INFLUENCE DU MOMENT DE L'ANNEE …….. 26
II.2.2.3. INFLUENCE DU SITE ……... 27
II.2.2.4..INFLUENCE DE L'ESPACE PROPRE …….. 27
II.2.2.5..INFLUENCE DES OUVERTURES ……... 27
II.2.2.6.Ambiances lumineuses et espace architectural …… 28
II.2.3. les types d'éclairage naturel …….. 28
II.2.3.1. Eclairage zénithal …… 29
II.2.3.2.Eclairage latéral …… 29
II.2.3.2.1.Types d'éclairage latéral …… 29
II.3.l'éclairage artificiel ……. 30
II.3.1. D'où vient la lumière artificielle ?..... 31
II.3.2. Sources de l'éclairage artificiel ……. 31
II.3.3.Différents types de lampes d'éclairage artificiel …… 31
II.3.3.1. Éclairage LED Light-Emitting Diode (diode électroluminescente) …… 31
II.3.3.2. Éclairage fluorescent ……... 32
II.3.3.3. Éclairage incandescent "halogène ……... 32
II.3.3.4. Éclairage incandescent "classique" …….. 33
II.3.4. comparaison entre les différents types de lampes …… 33
II.4.1. transfert d'énergie ……. 35
II.4.2. les principaux avantages de la fibre optique ……. 36
II.5. grandeurs photométriques liés à l'éclairage …….. 36
II.5.1.Intensité lumineuse …… 36
II.5.2.Flux lumineux …… 37
II.5.3. Éclairement lumineux ……... 37

II.5.5.Luminance ……... 37
II.5.4.Relation entre Éclairement et Intensité lumineuse…….. 39
II.5.6. Relation entre Luminance et Intensité lumineuse ……. 40
Conclusion …….. 41
Chapitre III: l'éclairage par la fibre optique
Introduction ……. 42
III.1.Fibre optique ……. 42
III.1.1-Définition …… 42
III.1.1.1.Composants de fibre optique ……..... 43
III.1.2-Histoire …….. 44
III.1.3-Utilisation ……... 45
III.1.4-Parties de fibre optique …… 47
III.1.4.1.Fibre à motif unique …… 47
III.1.4.2.Fibre multi-motifs …… 48
III.1.4.3.Fibre à usage spécial……. 48
III.1.5. le mécanisme opérationnel ……..... 48
III.2.Principe de fonctionnement ……..... 48
III.2.1.Principe technique général de la fibre optique …….. 48
III.2.2 Notions sur la fibre …… 50
III.2.2.1.L'onde optique ……. 50
III.2.2.2.L'indice de Réfraction ……. 50
III.2.2.3. Propagation dans la fibre ……. 50
III.2.2.4. Réfraction de la lumière ……..... 51
III.2.2.5. Vitesse de la lumière ……. 52
III.2.2.6 .Ouverture numérique …… 54
III.2.2.7. Longueur d'onde de coupure …….. 54
III.2.2.8. Réflexion de Fresnel …… 54
III.2.4.Les différents types de fibre optique …… 55
III.2.4.1.Fibre multi modes …… 55
III.2.4.1.1.Fibre multimodes à saut d'indice …….. 55
III.2.4.1.2. Fibre multimode à gradient d'indice …… 56
III.2.4.2.Fibre monomode……... 56
III.3. Les caractéristiques de fibre optique ……..... 57

III.4. Pourquoi choisir un éclairage fibre optique ……. 63
III.4.1 : Eclairage naturel par fibre optique ……..... 63
III.4.2.les Systems d'éclairage…… 64
III.4.2.1.système de Echy ……... 64
III.4.2.1.1. PRINCIPE TECHNOLOGIQUE ……..... 65
III.4.2.1.2.Echy fournit la lumière naturelle pour …….. 68
III.4.2.2.système de Himawari ……..... 68
III.4.2.2.Transmission de la lumière du soleil par des câbles à fibres optiques ……. 69
III.4.2.3.Himawari suit toujours la trajectoire du Soleil dans le ciel aux emplacements équatoriaux, de latitudes moyennes et polaires ……. 70
III.4.2.4. Mécanisme du système d'éclairage solaire Himawari …… 71
III.4.2.3.système parans ……. 74
III.4.2.3.1.Mécanisme du système d'éclairage solaire parans……. 74
III.4.2.3.2. TYPES DE BÂTIMENTS ET ESPACES TYPIQUES ……... 77
III.4.2.3.3.OÙ UTILISE LA TECHNOLOGIE PARANS …… 77
Conclusion ……..... 78
Chapitre IV: Intégration de la fibre optique dans l'habita
Introduction ……
IV.1.Présentation du projet …….. 79
IV.1.1.Le but du projet ……. 79
IV.1.2. La Situation géographique ……... 79
IV.1.3.Conditions de base …….. 80
IV.2. Description de la crèche …… 82
IV.2.1.Éclairage naturel dans la crèche ……... 88
IV.2.2. Détails de la sélection du système parans …… 89
IV.3.calcule de système…… 91
IV.3.1.calcule de fibre …… 91
IV.3.2. Comment calculer la quantité d'éclairage nécessaire dans une pièce?..... 92
IV.3.2.1.Quelques notions d'éclairage…… 93
IV.3.2.2. Les données techniques:…….. 93
IV.3.2.3.DÉTERMINER LA QUANTITÉ D'ÉCLAIRAGE NÉCESSAIRE DANS VOTRE LA CRÉCHE …….. 96

IV.3.2.4. L'emploi des panneaux ……... 99
IV.4. Application au projet…… 104
Conclusion 109
REFERONCE BIBLIOGRAPHIQUES
ANNEXE
IMPLANTATION DES SYSTEMES D'ECLAIRAGE

Liste des figures

Figure	Désignation	Page
Figure I.1	Carte de l'irradiation en Algérie (mois de juillet)	05
Figure I.2	Inclinaison des rayons lumineux par rapport au sol.	06
Figure I.3	Représentation graphique des spectres du corps noir parfait, AM0 et AM1.5	06
Figure I.4	Classification des divers rayonnements électromagnétiques	08
Figure I.5	Les composants du rayonnement solaire	09
Figure I.6	Carte du monde de l'ensoleillent moyen annuel [10]	12
Figure I.7	Les mesures d'efficacité énergétiques passives	14
Figure I.8	Les possibilités d'intégration solaire architecturale	17
Figure II.1	Sources lumineuses diurnes	20
Figure II.2	Rayonnement visible direct	21
Figure II.3	position du soleil	22
Figure II.4	hauteur du soleil	22
Figure II.5	azimut du soleil	22
Figure II.6	diagramme solaire.	22
Figure II.7	variation de l'éclairement au cours de la journée	23
Figure II.8	pourcentage du rayonnement intercepté par une paroi en fonction de l'angle d'incidence en fonction de l'angle d'incidence	23
Figure II.9	lampes LED	30
Figure(II.10)	lampes fluorescentes	30
Figure II.11	lampes incandescent "halogène"	30
Figure. II.12	lampes incandescente "classique "	30
Figure II.13.	l'éclairage par fibre optique	32
Figure II.14.	Grandeurs photométriques	34
Figure II.15	différentes grandeurs	36
Figure II.16	Relation entre Éclairement et Intense Lumineuse	37
Figure II.17	Représentation schématique de la notion de la surface apparente(SA)	37
Figure III.1	fibre optique	43
Figure III.2	Structure d'une fibre optique	44
Figure III.3	Une conception simplifiée pour une seule - fibre feuilletée	48
Figure III.4	Fibre photovoltaïque pour un fil de messagerie allumé à une	48

	extrémité	
Figure III.5	Coefficient de Fresnel en intensité selon l'angle d'incidence du faisceau	49
Figure III.6	une onde électromagnétique [45]	50
FigureIII.7	Propagation des rayons contenus dans le cône d'acceptante	51
Figure III.8	Le principe qui est utilisé pour guider la lumière dans la fibre. [44]	51
Figure III.9	les deux types de fibre (monomode et multimode)	53
Figure III.10	Ouverture numérique	54
Figure III.11	la réflexion en optique géométrique	55
Figure III.12	La fibre multimode à saut d'indice	55
Figure III.13	La fibre multimodes à gradient d'indice	56
Figure III.14	La fibre monomode	57
Figure III.15	les différents types d'atténuation de pertes. [44]	58
Figure III.16	Atténuation de signal	58
Figure III.17	Spectre visuelle. [38]	59
Figure III.18	dispersion de signal.	59
Figure III.19	Les types de dispersion.	59
Figure III.20	Dispersion chromatique de signal.[27]	60
Figure III.21	les déférentes pertes de connecteur. [29]	61
Figure III.22	désalignement longitudinal	61
Figure III.23	désalignement angulaire. [27]	62
Figure III.24	désalignement latéral vue de côté (A) et vue d'extrémité(B).	62
Figure III.25	Installation de système echy[46]	65
Figure III.26	Consommation énergétique (commerce et bureaux)	65
Figure III.27	Le module de concentration	66
Figure III.28	les câbles des fibres optiques [46]	67
Figure III.29	fenêtre echy	67
Figure III.30	spot lumineux	67
Figure III.31	le design des fibres optiques dans l'éclairage naturel d'une maison [50].	69
Figure III.32	matériel de cette installation du système	70
Figure III.33	Procédé de surveillance solaire	71
Figure III.34	Les composants de Himawari [50]	71
Figure III.35	Convexe Lens	72

Figure III.36	acrylique dôme	72
Figure III.37	Photo sensor	72
Figure III.38	mécanisme et outils de collecte de lumière du soleil.	73
Figure III.39	les panneaux solaire SP4 SPÉCIFICATIONS DU PRODUIT [47]	74
Figure III.40	les lamps L1 SMALL L1 MEDIUM	72
Figure III.41	modèles de ce système.[47]	73
Figure III.42	TYPES DE BÂTIMENTS ET ESPACES TYPIQUES	77
Figure IV. 1	Vue par satellite du site de la crèche [33]	80
Figure IV. 2	Températures maximales ; Quantité de précipitations.	81
Figure IV.3	Précipitations mensuelles de la ville Berrouaghia	81
Figure IV. 4	Les durées d'ensoleillement- Berrouaghia	82
Figure IV.5	Plan du RDC	85
Figure IV.6	Plan du l^{er} étage	86
Figure IV.7	Plan du 2emeétage	87
Figure IV.8	coupe des Plan A-A	88
Figure IV.9	un solstice différent dans le bâtiment.	90
Figure IV.10	L'analyse de l'autonomie en lumière du jour sans et avec le système parans	90
Figure IV.11	Le système Paras fonctionne bien avec les fenêtres.	91
Figure IV.12	Transmission de la lumière à travers la fibre optique	91
Figure IV.13	PURE LIGHT HYBRID LIGHT [47]	95
Figure IV.14	Les lampes Pure Point Light et Hybrid Point Light[47]	96
Figure IV.15	Exemple de calcul d'un local.	97
Figure IV.16	Exemple d'un projet d'éclairage par la fibre optique (systèmes parans SP3 et SP4).	100
Figure IV.17	Capteur d'ensoleillement SP4-40.2	101
Figure IV.18	Exemple de fibres optiques dans un toit et une façade(effet nuit des étoiles)	102
Figure IV.19	La maquette réalisée (maison)	102
Figure IV.20	Les trous réalisés sur le toit	102
Figure IV.21	Insertion des fibres.	103
Figure IV.22	Source de lumière -lampe (LED).	103
Figure IV.23	L'éclairage décoratif obtenu (effet nuit des étoiles)	103
Figure IV.24	Panneau solaire SP4-40.2 dans le programme AutoCAD	104
Figure IV.25	Installation des plaques sur la terrasse de la crèche	105

Figure IV.26	Installation des lampes et les câbles des fibres optiques- RDC.	106
Figure IV.27	Installation des lampes et les câbles des fibres - 1er étage	107
Figure IV.28	Installation des lampes et les câbles des fibres - 2 eme étage	108

Liste des tableaux

Tableau	Désignation	Page
Tableaux (1.1)	Durée d'ensoleillement et Energie reçue se chaque Régions en Alegria	02
Tableaux (1.2)	Valeur des coefficients de trouble atmosphérique.	07
Tableaux (1.3)	Variation de la pression atmosphérique avec l'altitude	07
Tableaux (I.4)	Valeur de l'albédo du sol "ρ".	08
Tableaux (I.5)	Ensoleillement reçu en Algérie par régions climatiques.	10
Tableaux (2.1)	Le tableau ci-dessous représente un comparatif de rendement et de durée de vie des différents types de lampes d'éclairage artificiel.	30
Tableaux (3.1)	Caractéristiques des différentes fibres optiques monomodes et multimodes	57
Tableaux (3.2)	représentation caractéristique du panneau optique.	60
Tableaux (4.1)	Répartition des locaux (rez-de-chaussée)	82
Tableaux (4.2)	Répartition des locaux (1ére étage).	83
Tableaux (4.3)	Répartition des locaux (2ére étage).	83
Tableaux (4.4)	tableaux des normes algérien sur l'éclairage	93
Tableaux (4.5)	Résultats de calcul la quantité d'éclairage nécessaire dans votre la crèche (rez-de-chaussée)	97
Tableaux (4.6)	Résultats de calcul la quantité d'éclairage nécessaire dans votre la crèche (1^{er} étage)	98
Tableaux (4.7)	Résultats de calcul la quantité d'éclairage nécessaire dans votre la crèche (2^{er} étage)	99
Tableaux (4.8)	Panneaux et lampes (parans- système SP4)	100

Liste des abréviations

SIGNE	NOMINALE DE SIGNE
p	la pression atmosphérique en fonction de l'altitude
θ	l'élévation du soleil sur l'horizon (90° au zénith).
z	l'altitude
G	L'intensité reçue à la surface de la terre
I dir	rayonnement direct
a et b	Coefficients traduisant les troubles atmosphérique
φ	Le flux
τdir	Étant la transmissivité total de la couche atmosphérique pour le flux solaire incident direct
ρ	L'albédo du sol, les valeurs de ce coefficients
Idif	rayonnement diffus
Igl	rayonnement global
λ	longueur d'onde
$M\lambda T$	l'émittance monochromatique
MT	Emittance énergétique totale
Ix	Intensité énergétique
Lx	Luminance énergétique
ASA	l'Agence Spatiale Allemande
GTB	Gestion Technique du Bâtiment
PAC	Pompes à chaleur
IRC	Indice de rendu de couleurs
E	L'éclairement
I	Intensité lumineuse
θ	Angle d'incidence
L	Luminance
NA	Numéricâble Aperture
εr	La permittivité relative du milieu
μr	La perméabilité relative du milieu
ON	Ouverture numérique
λc	longueur d'onde de coupure
WDM	Wavelength **D**ivision **M**ultiplexing, ou multiplexage en longueur d'onde
RDC	rez-de-chaussée

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE :

L'existence de l'homme est intimement liée à la lumière. Cette dernière constitue un élément essentiel, générateur de vie sur terre. Elle représente une partie indéniable de notre reçu quotidien et nous influence du point de vue physique et psychologique.

Le soleil est une étoile brillante considérée comme une énorme boule incandescente d'hydrogène et d'hélium et source d'énergie renouvelable qui envoie sur la terre quasiment 18000 fois quoi couvrir la totalité des besoins de l'humanité en énergie.

De nos jours et à une échelle mondiale, un grand intérêt est porté à cette source naturelle d'énergie dans divers domaine, l'une des exploitations de cette énergie c'est l'éclairage naturel des bâtiments. Ce dernier permet d'assurer le confort visuel et joue un paramètre primordial dans l'économie d'énergie (production de bâtiment à faible consommation énergétique.

Dans ce mémoire on va exposer comment se garantissent les enjeux d'un habitat durable et sain par l'apport au maximum de ressources lumineuses naturelles au quotidien. D'après notre investigation sur terrain, dans la ville de Berroughia, l'éclairage naturel au sein des habitations influence directement la santé, le confort et le bienêtre. Dans cette mesure, on a constaté que pour avoir une habitation aux ambiances lumineuses acceptables, se pose devant nous, un problème fondamental au niveau de la visibilité lumineuse naturelle dû en grande partie à la faiblesse des performances du captage solaire et de la protection de l'éblouissement. Pour cela, nous cherchons à savoir en exergue :

Comment concevoir un habitat sain naturellement pour obtenir un confort visuel et des ambiances lumineuses adéquates dans tout projet d'habitation ?

Comment arriver à garantir techniquement la réalisation d'une ambiance intérieure adaptée aux fonctionnalités résidentielles grâce à une réalité vécue des occupants ?

Pour atteindre cet objectif, nous avons scindé notre mémoire en 4 chapitres :

-Le premier chapitre est consacré à l'étude du rayonnement solaire et le gisement solaire en Algérie a couramment utilisées dans tout domaine relatif au solaire, Faire du bâtiment une petite unité d'économie d'énergie et de production énergétique à l'aide des panneaux solaires, et maîtriser sa consommation en optimisant le fonctionnement des équipements domestiques (lampes à basse consommation,….etc.)

- Le deuxième chapitre concernant une étude théorique .Éclairer est un acte complexe, un compromis entre différentes approches, différentes sources de lumière et différents luminaires. C'est un choix économique, ergonomique et écologique mais également social et esthétique. Éclairer, c'est à la fois (donner vie, dynamiser, relier, signaler, illuminer, éclaircir, coloriser,

souligner, sécuriser...) nous essaierons de définir le concept de l'éclairage naturel, de ses sources, en passant par un aperçu sur les différentes grandeurs photométriques et enfin étudier les paramètres influents sur le confort visuel et les ambiances lumineuses d'un espace architectural

-Le chapitre trois a été consacré aux généralisations sur les fibres optiques, un bref aperçu des différents types de fibres optiques et de leurs propriétés, ainsi que des distractions de couleur et multimédia, la moitié des principaux composants de la connexion de transmission optique (émetteur, récepteur, etc.) et nous avons parlé de l'éclairage naturel moderne par des fibres optiques et de certains systèmes qui fonctionnent sur cette innovation.

-Enfin, dans le dernier chapitre nous allons procéder à l'étude et la conception d'une installation de l'éclairage naturel par fibre optique (parans) pour une crèche situer à la ville de Berrouaghia, le dimensionnement de l'éclairage (éclairement, nombre des lampes choix, de panneaux ...) pour l'installation de crèche (application de l'installation sur autocad). .

Le rôle de la lumière dans la vision et le confort de la population est maintenant connu, et de nombreuses études récentes montrent que cette lumière est liée à la physique humaine. Notez que la lumière naturelle affecte et régule de nombreuses activités physiologiques qui suivent le rythme circadien, comme les niveaux d'hormones (comme la mélatonine, la sérotonine, le cortisol), les cycles du sommeil, la structure, la température corporelle et les fonctions cardiovasculaires... Sur la base de ce qui précède, plusieurs techniques et dispositifs d'éclairage naturel sont proposés pour améliorer la qualité de la lumière dans l'espace de vie.

Chapitre I :

généralités sur l'énergie solaire

Introduction :

L'épuisement des ressources fossiles, à plus ou moins long terme, et la flambée des cours du brut, la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre rendent urgentes la maîtrise des consommations et la diversification des sources d'énergie : l'utilisation et le développement des énergies renouvelables. On considère qu'une énergie est renouvelable, toute source d'énergie qui se renouvelle assez rapidement pour être considérée comme inépuisable (d'où son nom) à l'échelle de l'homme mais aussi dans certains cas de l'humanité (solaire par exemple). Les énergies renouvelables sont issues de phénomènes naturels réguliers ou constants provoqués principalement par le Soleil (l'énergie solaire mais aussi hydraulique, éolienne et biomasse...), la Lune (énergie marémotrice, certains courants : énergie hydrolienne...) et la Terre (géothermique profonde...). Le rayonnement solaire constitue la ressource énergétique la mieux partagée sur la terre et la plus abondante : La quantité d'énergie libérée par le soleil (captée par la planète terre) pendant une heure pourrait suffire à couvrir les besoins énergétiques mondiaux pendant un an. Une partie de ce rayonnement peut être exploitée pour produire directement de la chaleur (solaire thermique)ou de l'électricité: c'est l'énergie solaire photovoltaïque. Ce mode de production ne nécessite pas de réseau de distribution.

En effet on peut produire de l'énergie électrique là où on la consomme :

- Villages, maisons isolées (un tiers de la population mondiale n'a pas accès à l'énergie électrique).
- Relais de communication,
- Pompage de l'eau
- Refuges,

I.1.L'ÉNERGIE SOLAIRE :

L'énergie solaire est l'énergie rayonnée par le soleil. Cette énergie est à l'origine de nombreux phénomènes physiques tels que la photosynthèse, le vent ou le cycle de l'eau.

Elle vient de la fusion nucléaire se produisant au cœur du soleil. Elle circule dans l'espace sous forme d'un rayonnement électromagnétique. Ce rayonnement est composé de photons, petites particules d'énergie élémentaires. [7].

« L'essentiel de l'activité climatique extérieure est directement ou indirectement liée aux rayons solaires : en effet toutes les énergies disponibles proviennent directement ou indirectement du soleil ».

De toutes les ressources énergétiques renouvelables, l'énergie solaire n'a pas besoin d'une technologie de pointe pour son utilisation. Elle est disponible à tous les niveaux du globe terrestre, naturellement à différentes intensités et son utilisation ne produit pas de pollution.

L'énergie solaire est produite et utilisée selon plusieurs procédés:

- **L'énergie solaire thermique:** qui consiste tout simplement à produire de la chaleur grâce à des panneaux sombres. On peut aussi produire avec de la vapeur à partir de la chaleur du soleil puis convertir la vapeur en électricité.
- **L'énergie solaire photovoltaïque:** qui consiste à produire directement de l'électricité à partir de la lumière à l'aide de panneaux solaires. Cette forme d'énergie est déjà exploitée dans de nombreux pays, surtout dans les pays ou les régions ne disposant pas de ressources énergétiques conventionnelles tels que les hydrocarbures ou le charbon.
- **l'énergie solaire passive:** est une autre forme d'utilisation de l'énergie solaire qui consiste à utiliser directement la lumière pour le chauffage.

I.1.1.Evaluation de l'énergie renouvelable en Algérie :

Le potentiel de l'énergie renouvelable en Algérie est le plus important d'Afrique du Nord. Le marché des énergies renouvelables est prometteur et leur promotion constitue l'un des axes de la politique énergétique et environnementale du pays. Parmi les objectifs affichés par les pouvoirs publics, le marché local doit atteindre 500 MW cette année 2010, amenant la part de l'électricité produite par les énergies renouvelables à 5% de l'électricité totale produite [42].

I.1.1.1.Potentiel solaire :

Part sa situation privilégiée, 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 [42].

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

Tableaux (1.1) : Durée d'ensoleillement et Energie reçue se chaque Régions en algéria

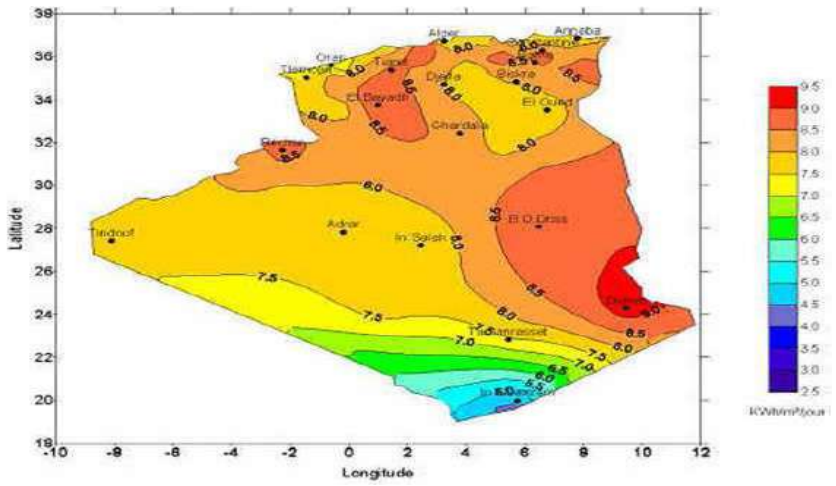


Figure (1.1) : Carte de l'irradiation en Algérie (mois de juillet)

I.1.2.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 [37]. L'énergie totale transportée par le rayonnement solaire sur une distance soleil terre (150 millions de kilomètres) est de l'ordre de 1350W/m² dans l'espace hors atmosphère terrestre (Figure I.2). 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 calculé par [39].

$$AM=\frac{p}{1.013}\times\frac{1}{\sin\theta}\,e^{\left(-\frac{\zeta}{7800}\right)} \qquad (1.1)$$

p (bar) : la pression.

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

z (m) : l'altitude.

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

$$AM=\frac{1}{\sin\theta} \qquad (1.2)$$

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≈∞), on est dans les conditions AM0.

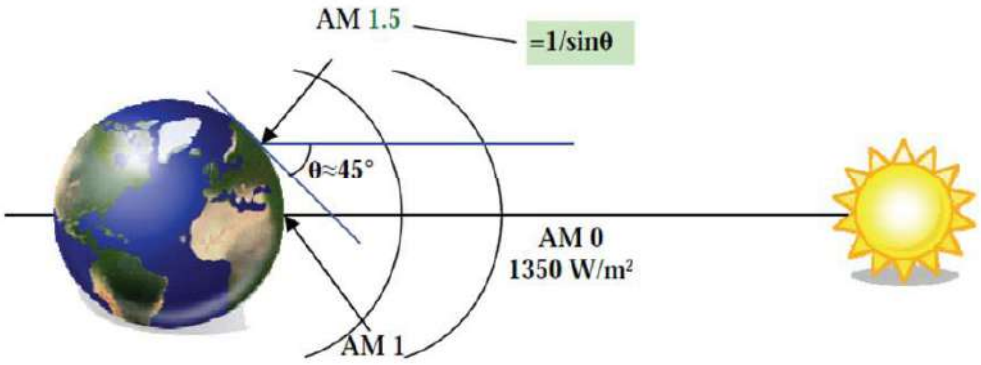


Figure (I.2) : Inclinaison des rayons lumineux par rapport au sol.[39]

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 [39] **:**

$$G = 1.353 \times (0.7^{AM})^{0.678} \qquad (1.3)$$

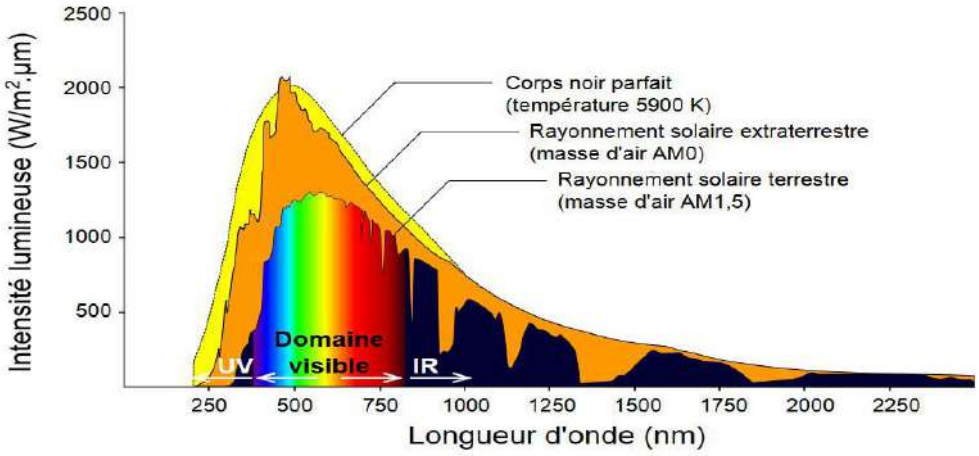


Figure (I.3) : Représentation graphique des spectres du corps noir parfait, AM0 et AM1.5 [17].

Pour une surface perpendiculaire aux rayons incidents. Les spectres du corps noir parfait, de AM0 et de AM1.5 sont représentés sur la figure (I.3). Il apparaît que la partie la plus importante du spectre solaire à la surface de la terre concerne le domaine du visible et du proche infrarouge**.**

Signalons que, outre l'influence de l'atmosphère, le flux solaire reçu sur une surface dépend de [2]:

- L'orientation et de l'inclinaison de la surface ;
- La latitude du lieu et de son degré de pollution ;
- La période de l'année ;
- L'instant considéré dans la journée ;
- La nature des couches nuageuses.

I.1.2.1.Caractéristiques du rayonnement solaire :

C'est le flux d'énergie qui est reçu par le soleil sous forme d'ondes électromagnétiques de différentes fréquences. Parmi les fréquences que l'on retrouve dans le spectre électromagnétique, nous avons la plus connue sous le nom de lumière visible, infrarouge et ultraviolette. Nous savons que près de la moitié du rayonnement solaire que reçoit notre planète une fréquence comprise entre les plages de 0.4 μm et 0.7 μm. Ce type de rayonnement peut être détecté par l'œil humain et c'est ce qui constitue la bande que nous appelons lumière visible.

L'autre moitié est principalement dans la partie infrarouge du spectre et une petite partie dans l'ultraviolet. Pour pouvoir mesurer la quantité de rayonnement que nous recevons du soleil un instrument appelé pyranomètre est utilisé**.**

I.1.2.2.Aspects énergétiques du rayonnement solaire :

Le rayonnement solaire subit un certain nombre d'altération et d'atténuations aléatoires en traversant l'atmosphère; réflexion sur les couches atmosphériques, absorption moléculaire, diffusion moléculaire et par les aérosols (la poussière, les 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 [12].

I.1.2.3.Les différents types de rayonnement :

L'homme est exposé à une grande variété de sources d'énergie naturelles ou artificielles qui émettent un rayonnement sur plusieurs bandes du spectre électromagnétique.

Les rayonnements se déplacent dans le vide à grande vitesse. On peut les considérer comme des ondes ou des particules qui se déplacent en ligne droite.

Les rayonnements électromagnétiques se caractérisent par leur vitesse, leur fréquence et leur longueur d'onde.

La figure (I.4), donne une classification de ces rayonnements en fonction de leur longueur d'onde.

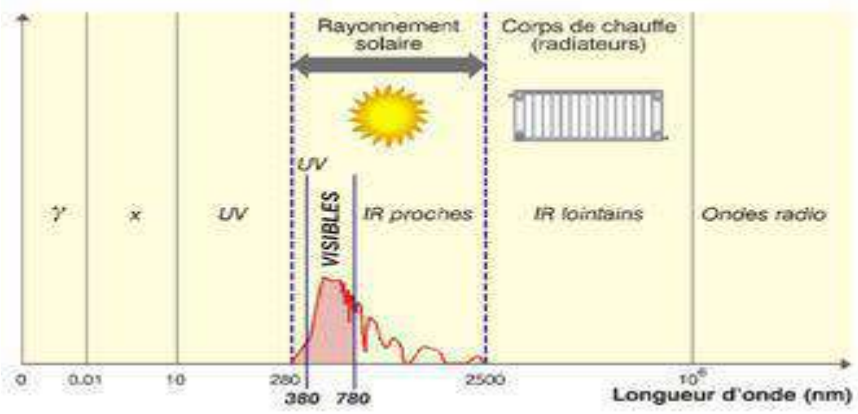


Figure I.4 : Classification des divers rayonnements électromagnétiques

- ***Le rayonnement direct :***

Il s'agit de celui qui il vient directement du soleil et subit peu de changement de direction. Cela peut être vu influencé par le vent, mais pas dans une grande mesure. Une diminution de la chaleur peut être ressentie pendant les jours venteux. Sur les surfaces, la chaleur n'affecte pas aussi puissant quand il y a un régime de vent fort. Ce type de rayonnement a une caractéristique principale et c'est qu'il peut projeter une ombre définie à partir de tout objet opaque qui l'intercepte**.**

- ***Le 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.

- ***Le 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.

- ***Le rayonnement global***

qui est la somme du rayonnement direct et diffus.

Nous exposons dans ce qui suit les expressions et les principales caractéristiques des deux composantes du rayonnement global.. Prenons l'exemple d'une journée complètement ensoleillée. Ici, nous aurons un rayonnement direct qui sera supérieur au rayonnement diffus. Cependant, par temps nuageux, il n'y aura pas de rayonnement direct,



Figure I.5 : Les composants du rayonnement solaire.

L'énergie reçue au niveau du sol est plus faible que 1354 w/m2 (la constante solaire) car l'atmosphère absorbe une partie du rayonnement solaire (environ 15%) et la réémet dans toutes les directions sous forme de rayonnement diffus. L'atmosphère réfléchi une autre partie du rayonnement solaire vers l'espace (environ 6%). Le rayonnement global au niveau du sol se définit donc comme la somme du rayonnement direct et du rayonnement diffus figure (I.5) L'énergie reçue par une surface dépend en outre de la saison, de la latitude, des conditions météorologiques, du relief, de la pollution, de l'orientation de la surface considérée, etc.

I.1.2.3.1.Rayonnement direct :

L'expression du rayonnement direct pour un plan orienté vers le sud est [12,18] :

$$I\,dir = IC \times a \times \exp\left(\frac{-b}{\sin(h)} \times \frac{p}{1000}\right)\cos(i) \qquad (1.4)$$

a et b : Coefficients traduisant les troubles atmosphérique (tableau I.1)

P: la pression atmosphérique en fonction de l'altitude (tableau I.2).

Tableau I.2: Valeur des coefficients de trouble atmosphérique.

	Ciel pur	**Condition normale**	**Zone industrielles**
A	0.87	0.88	0.91
B	0.17	0.26	0.43

Tableau I.3: Variation de la pression atmosphérique avec l'altitude.

Altitude (m)	0	500	1000	1500	2000	5000
P(mbar)	1000	950	900	850	800	500

I.1.2.3.2.Rayonnement diffus :

Le rayonnement diffus provient de tous les éléments irradiés par le soleil. Le flux diffus reçu par la surface de captation se caractérise par deux composantes du flux à savoir :

$$\varphi 1 = \varphi 0 \times \left(\frac{1+\cos(b)}{2}\right) \qquad (1.5)$$

- Le flux émis par le sol (φ2), donné par l'expression :

$$\varphi 2 = \rho \times \frac{1-\cos b}{2} (Ic \times \tau \text{ dir} \times \sin(h) \times \varphi 0) \qquad (1.6)$$

-Avec:

$$\varphi\ 0 = Ic \times \sin(h) \times (0.271 - 0.2939 \times \tau \text{dir}) \qquad (1.7)$$

τdir: Étant la transmissivité total de la couche atmosphérique pour le flux solaire incident direct est donnée par [9]:

$$\tau dir = \left(\alpha \times \exp\left(\frac{-b}{\sin(h)} \times \frac{p}{1000}\right)\right) \qquad (1.8)$$

ρ: L'albédo du sol, les valeurs de ce coefficients sont données dans le tableau (I.3):

Tableau I.4: Valeur de l'albédo du sol "ρ".

Nature de sol	Neige Fraiche	Neige Ancienne	Sol Rocheux	Sol Rocheux	Forêt	Etendue D'eau
Valeur de ρ	0.8-0.9	0.5-0.7	0.15-0.25	0.07-0.14	0.06-0.20	0.05

Le flux diffus s'écrit par conséquent de la manière suivante :

$$Idif = \varphi 1 + \varphi 2 \qquad (1.9)$$

I.1.2.3.3.Rayonnement global :

Le rayonnement global sur une surface est la somme du rayonnement direct (Idir) et du rayonnement diffus (Idif), soit :

$$Igl = Idir + Idif \qquad (1.10)$$

I.1.2.4.Définitions préliminaires :

Les grandeurs physiques seront désignées selon la composition spectrale ou la distribution spatiale du rayonnement :

− Grandeur totale : elle est relative à l'ensemble du spectre ;

− Grandeur monochromatique : elle concerne seulement un intervalle spectral étroit (dλ), autour d'une longueur d'onde (λ);

− Grandeur hémisphérique: elle est relative à l'ensemble des directions de l'espace;

− Grandeur directionnelle : elle caractérise une direction donnée de la propagation.

Pendant l'étude de l'équilibre thermique d'un système, tout corps doit être considéré comme :

− Emetteur : s'il envoie un rayonnement lié à sa température (sauf s'il est parfaitement transparent) ;

− Récepteur : s'il reçoit des rayonnements émis ou réfléchis et diffusés par les corps qui l'entourent ;

-Corps opaque : c'est un corps qui ne transmet aucun rayonnement à travers lui-même, il stoppe la propagation de tout rayonnement dès sa surface, il se réchauffe par l'absorption du rayonnement ;

− Corps transparent : c'est un corps qui transmet tout le rayonnement incident ;

− Corps noir : est celui qui absorbe toutes les radiations qu'il reçoit, il est caractérisé par un pouvoir absorbant ($\alpha\lambda T = 1$).

Tous les corps noirs rayonnent de la même manière à la même température, le corps noir rayonne plus qu'un corps non noir.

− Corps gris: est celui dont le pouvoir absorbant ($\alpha\lambda T$) est indépendant de la longueur d'onde (l), il est caractérisé par ($\alpha\lambda T = \alpha T$).

Un corps gris à haute température pour (λ3µm, atmosphère).

− Angle solide : l'angle solide élémentaire (dΩ) sous lequel est vu, d'un point (O), le contour d'une petite surface (ds, assimilé à une surface plane) est donné par :

$$d\Omega = ds \cos \alpha / r\ 2 \qquad (1.11)$$

-Emittance énergétique monochromatique : l'émittance monochromatique d'une source à la température (T) est donnée par :

$$M\lambda T = d\varphi\lambda\ \lambda{+}d\lambda / ds\ d\lambda \text{ ;[W/m3]} \qquad (1.12)$$

Tels que ; $d\varphi\lambda\ \lambda{+}d\lambda$: est le flux d'énergie émis entre les deux longueurs d'ondes (λ) et (λ+dλ)

− Emittance énergétique totale : c'est la densité de flux émise par la surface élémentaire (ds) sur tout le spectre des longueurs d'ondes, elle est donnée par :

$$MT = \int M\lambda T\ d\lambda\ \lambda{=}\infty\ \lambda{=}0 = d\varphi / ds; \text{ [W/m2]} \qquad (1.13)$$

− Intensité énergétique dans une direction : c'est le flux par unité d'angle solide émis par une surface (ds) sous un angle solide (dΩ) entourant la direction (Ox), elle est donnée par :

$$Ix = d\ 2\varphi x / d\Omega \qquad (1.14)$$

− Luminance énergétique dans une direction : c'est l'intensité énergétique dans la direction (Ox) par unité de surface émettrice apparente (la projection de la surface (s) sur le plan (⊥) à Ox), elle est donnée par :

$$Lx = Ix/dsx = Ix/ds \cos \alpha = d\ 2\varphi x/d\Omega ds \cos \alpha \qquad (1.15)$$

-Eclairement (relatif à un récepteur) : C'est le flux reçu par unité de surface réceptrice, en provenance de l'ensemble des directions (≅ émittance).

I.1.2.5.Le gisement solaire en Algérie:

Le gisement solaire est un ensemble de données décrivant l'évolution du rayonnement solaire disponible au cours d'une période donnée. Il est utilisé pour simuler le fonctionnement d'un système énergétique solaire et faire un dimensionnement le plus exact possible compte tenu de la demande à satisfaire [38].

De par sa situation géographique, l'Algérie dispose d'un gisement solaire énorme comme le montre la figure I.6 :

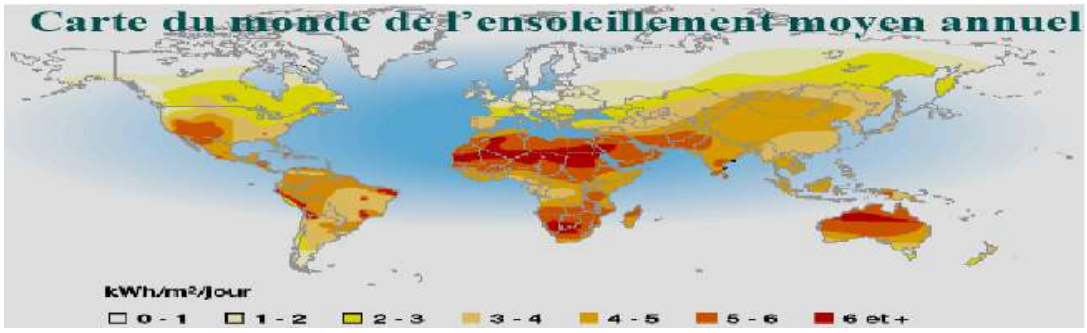


Figure I.6. Carte du monde de l'ensoleillent moyen annuel [15]

Suite à une évaluation par satellites, l'Agence Spatiale Allemande (ASA) a conclu, que l'Algérie représente le potentiel solaire le plus important de tout le bassin méditerranéen, soit 169.000 TWh/an pour le solaire thermique, 13,9 TWh/an pour le solaire photovoltaïque. Le potentiel solaire algérien est l'équivalent de 10 grands gisements de gaz naturel qui auraient été découverts à Hassi R'Mel

La répartition du potentiel solaire par région climatique au niveau du territoire algérien est représentée dans le tableau I.5 selon l'ensoleillement reçu annuellement [15].

Tableau I.5. Ensoleillement reçu en Algérie par régions climatiques.

Régions	Région côtières	Haute plateaux	Sahara
Superficie (%)	4	11	86
Durée moyenne d'ensoleillement (h/an)	2650	3000	3500
Energie moyenne reçue (KWh/m²/an)	1700	1900	2650

I.2.Efficacité énergétique

L'efficacité énergétique veut dire « réduire a la source la quantité d'énergie nécessaire pour un même service, mieux utiliser l'énergie a qualité de vie constante » [21]. On obtient un rendement énergétique plus élevé, tout en utilisant une faible quantité de la ressource pour recevoir le même service. Ceci permet de réduire l'empreinte écologique qui se traduit notamment par une réduction des émissions des GES [19]. Dans le secteur du bâtiment, l'efficacité énergétique intervient tout au long du cycle de vie de ce dernier, depuis sa construction jusqu'au choix des matériaux, tout cela dans le but d'avoir une construction cohérente le plus possible d'un point de vue énergétique sans pour autant altérer le confort des usagers.

L'efficacité énergétique est le rapport entre l'énergie directement utilisée (dite énergie utile) et l'énergie consommée (en général supérieure du fait des pertes).

Elle s'applique à un équipement énergétique particulier, par exemple une chaudière ou une pompe à chaleur. Elle relève des qualités intrinsèques de cet équipement.

Efficacités énergétique active et passive :

- L'efficacité énergétique passive se rapporte à l'isolation, la ventilation et aux équipements de chauffage.
- L'efficacité énergétique active touche à la régulation, la gestion de l'énergie, la domotique et la Gestion Technique du Bâtiment (GTB).

I.2.1.Performance énergétique :

La performance énergétique d'un bâtiment correspond à la quantité d'énergie consommée ou estimée dans le cadre d'une utilisation normale du bâtiment. Elle inclut notamment l'énergie utilisée pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, le refroidissement (éventuellement), la ventilation et l'éclairage. Plus la quantité d'énergie nécessaire est faible, meilleure est la performance énergétique de votre habitat.[43]

I.2.2.Pas de performance énergétique sans efficacité énergétique :

La notion de performance énergétique vise le confort thermique avec une exploitation annuelle optimisée des énergies consommées. L'intégration des énergies renouvelables, le solaire thermique et photovoltaïque, la pompe à chaleur, le puits canadien, octroie une performance énergétique meilleure, tout comme les générateurs et chaudières à haut rendement et les émetteurs de chauffage basse température comme le plancher chauffant, ainsi que les dispositifs de régulation et programmation.[44]

I.2.3.Mesures d'efficacité énergétique :

Nous avons choisis d'organiser les techniques d'efficacité énergétique en trois catégories distinctes, qui ont trait à leurs rapports à l'énergie utilisée.[30]

- Les mesures d'efficacité énergétique passives : elles concernent le bâti, c'est-à-dire l'enveloppe du bâtiment. Elles évitent les déperditions en renforçant la performance technique du bâtiment (isolation, parois vitrées…).
- Les solutions d'efficacité énergétique actives : elles agissent sur l'exploitation et l'optimisation des flux énergétiques via l'utilisation d'appareils performants et de systèmes intelligents de mesure, de contrôle et de régulation. C'est par exemple le cas des variateurs de vitesse
- La sensibilisation des utilisateurs à leur empreinte environnementale : elle entraîne une baisse immédiate des consommations. De ce point de vue, l'information et la formation de chacun d'entre nous aux gestes éco responsables est indispensable.



Figure I.7 : Les mesures d'efficacité énergétiques passives

I.2.4.Les d'efficacité énergétique actives :

L'efficacité énergétique active peut être mise en œuvre soit dans le cadre d'une approche globale, soit par application. Optimisées individuellement ou de manière combinée, les actions suivantes permettent de réaliser des économies d'énergie significatives :

- **Mesure des consommations**
  - La mesure électrique
  - La mesure du gaz naturel
- **Systèmes de régulation et d'automatisme**

Pour les équipements de chauffage, de ventilation ou d'éclairage qui permettent d'adapter la consommation aux conditions extérieures et en fonction de la présence de personnes.

- **Gestion de la protection solaire**

Des installations de protection solaire, de préférence variables, motorisées et automatisées, rendent dynamique le rayonnement solaire à travers les vitrages et régularisent le climat intérieur en fonction du climat extérieur.

- **Production d'énergie solaire**
  - Énergies solaires thermiques
  - Énergies solaires photovoltaïques.
- **Systèmes et équipements performants**
  - Système de ventilation double-flux
  - Pompes à chaleur (PAC) : Le principe de fonctionnement d'une PAC est identique à celui d'un réfrigérateur.
  - Chaudière gaz à condensation : Dans les chaudières à condensation, la chaleur résiduelle contenue dans les gaz d'échappement est récupérée sous forme de vapeur d'eau par voie de condensation.
- **Comportement des consommateurs**
  - ✓ La performance des équipements :

Voici à titre indicatif une série de mesures et prérogatives à suivre pour réduire sa consommation électrodomestique, quatre types d'actions sont possibles :

- Choisir impérativement un appareil très performant
- Étudier le dimensionnement des appareils.
- Supprimer toutes les veilles possibles dans le logement
- Préférer les appareils séparés au lieu d'appareils combinés
- S'arranger en cuisine pour rendre impossible la juxtaposition des appareils de production de froid et de cuisson (plaques, cuisinière ou four).

  - ✓ Système de chauffage :
    - Surveiller les radiateurs
    - Entretenir la chaudière
    - Améliorer les radiateurs existants
  - ✓ Faire sécher le linge à l'air libre.

Le sèche-linge peut être un gros consommateur d'énergie. Profitez de l'air libre ou d'un local bien ventilé pour faire sécher votre linge

- ✓ L'éclairage
  - Profiter de la lumière naturelle.
  - Éclairer efficacement : Les lampes « basse consommation »
- ✓ Contrôle protection solaire et gestion des volets

Pour des locaux occupés en permanence, une régulation manuelle sera efficace si l'occupant est conscient de la nécessité de se protéger du soleil dès qu'il apparaît.

La gestion des volets en hiver. L'ouverture des volets pendant la journée permet de profiter des apports solaires, leur fermeture la nuit permet de réduire les consommations de chauffage.[31]

I.2.5.Efficacité énergétique et développement durable

Le concept de développement durable a été défini pour la première fois, en 1987, dans le rapport de la commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations Unies comme étant « un mode de développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre les générations futures à répondre aux leurs ». Depuis, une multitude de définitions ont vu le jour et la plus utilisée définit le développement durable comme un développement qui repose sur trois composantes dites les trois piliers du développement durables :

• Développement économique : Création des richesses et amélioration des conditions de vie matérielles

• Progrès social : Satisfaction des besoins en santé, habitat, emploi, prévention de l'expulsion, équité et intégrabilité

• Protection de l'environnement : Préservation de la diversité des espèces et des ressources naturelles et énergétiques. L'efficacité énergétique et le développement durable sont étroitement liés, il s'avère que l'efficacité énergétique dans le secteur du bâtiment répond parfaitement aux exigences du développement durable. En effet, l'introduction de techniques permettant de réduire la consommation énergétique dans le parc immobilier est un levier pour le développement économique (création de nouveaux marchés) ainsi que pour le développement social (création d'emplois), sans oublier l'amélioration du confort du citoyen. Enfin l'économie des ressources fossiles et la réduction des émissions de GES qui résulte de la baisse de la consommation d'énergie contribuent à la protection de l'environnement.

I.3.La relation entre l'architecture de l'habitat et l'apport solaire :

I.3.1.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.) [9]

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) (Munari Probst et al. 2012).

I.3.2.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 " (Heschong, 1981) 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.[10]

I.3.3.Dimension environnementale

L'intégration est durable, efficace et propre, puisque l'énergie solaire est utilisée directement sur place (ne nécessite aucun transport, donc aucun pétrole) et est renouvelable (Suzuki et Boyd, 2008).

I.3.4.Dimension économique

L'intégration peut grandement réduire le cout opérationnel (d'exploitation) et le cout capital (système de stockage, de distribution et d'entretien) relatifs aux besoins des bâtiments**.**

I.3.5.Dimension des ambiances physiques architecturales

L'intégration peut générer, entre autres, des ambiances appréciées par les usagers ainsi que des lieux riches et significatifs, pour produire des environnements globalement sains, cohérents et équilibrés.

I.3.6.Etat de lieux: Constats de l'intégration des systèmes solaires à l'architecture :

Certes, le développement des systèmes solaires passifs et actifs est en constante évolution. Son intégration est liée à la conception architecturale.

Les possibilités d'intégration sont multiples, comme en fait foi la figure20, se traduisant par :

1. une addition technique,

2. un élément à double fonction (un dispositif d'occultation de la lumière naturelle, un garde-corps, etc.),
3. une structure autoportante,
4. une surface partielle d'enveloppe,
5. une surface complète d'enveloppe (une façade, une toiture, etc.) ou
6. une géométrie optimisée pour le captage de l'énergie solaire.[44]

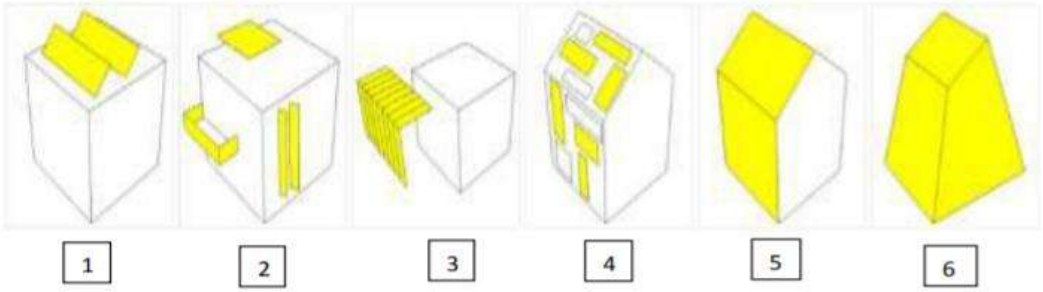


Figure I.8 : Les possibilités d'intégration solaire architecturale

I.3.7.Les principaux avantages de l'intégration des systèmes solaires :

Les principaux avantages de l'intégration des systèmes solaires sont qu'ils peuvent remplacer des composantes élémentaires de la construction (matériaux extérieurs et intérieurs) et qu'ils peuvent améliorer les propriétés architecturales et esthétiques, voire l'intérêt de la composition formelle, la richesse des perceptions dans l'expérience et l'occupation des lieux, et rehausser la qualité du résultat obtenu pour l'effort investi. Suite à des recherches sur les bâtiments écologiques, Lucuik (2005) relève pour sa part les avantages suivants :[14]

- Des couts opérationnels moindres pendant la durée de vie du bâtiment ;
- Une protection contre les augmentations futures du prix de l'énergie ; des primes d'assurances réduites ; des gains de productivité ;
- Une valeur plus élevée des bâtiments et des meilleurs taux d'occupation ;
- Une amélioration de l'image ; diverses considérations externes comme des effets sur l'infrastructure, sur l'environnement et sur l'économie locale.
- Une reconnaissance internationale démontrant un intérêt clair et symbolique pour le développement durable.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons rappelé quelques notions sur le rayonnement solaire ,Sur le plan humain, le soleil a une importance primordiale car il est à l'origine de la vie sur terre, en lui fournissant d'énormes quantités d'énergie, qui permet la présence de l'eau à l'état liquide et la

photosynthèse des végétaux. Le rayonnement solaire est aussi responsable du climat et des phénomènes météorologiques.

une bonne efficacité énergétique, nous devons prendre en considération une conception efficace du bâtiment . Une conception efficace revient à bien choisir l'orientation, la compacité du bâtiment, la position et le type de vitrages ainsi que les matériaux de l'enveloppe. L'intégration des énergies renouvelables dans le bâtiment est la meilleure alternative afin de diminuer la dépense énergétique

Chapitre II :

l'éclairage

INTRODUCTION :

Le soleil, une source d'énergie inépuisable, douce et surtout gratuite, qui a démontré son utilité à travers l'histoire de l'humanité par la diversité de ses rôles et fonctions dans divers domaines, mais souvent son exploitation demeure plutôt modeste et passive.

L'importance de la lumière naturelle est considérable. Elle nous influence du point de vue physiologique et psychologique. L'éclairage naturel doit être privilégié dès la conception des lieux de travail ceci rentre dans le cadre de la conception architecturale bioclimatique car celle-ci favorise l'utilisation des sources énergétiques vertes (l'énergie solaire). En revanche, le recours à l'éclairage artificiel demeure indispensable soit pour compléter l'éclairage naturel ou pour qu'il soit utiliser le soir.

Cette partie se préoccupe et aborde la notion de la lumière et les deux types d'éclairage cités précédemment, en donnant une petite description sur un type d'éclairage intermédiaire moderne (la fibre optique) ainsi que nous traitons les grandeurs photométriques essentielles liées à L'éclairage.

II.1. la lumière :

La lumière a un rôle fondamental dans l'activité de la biosphère terrestre (ensemble des êtres vivants qui se développent sur terre). Elle permet le maintien d'une température ambiante et des réactions photochimiques telle la photosynthèse indispensable à la vie .Elle constitue une source énergétique (énergie solaire).

II.2. l'éclairage naturel :

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. [3]

II.2.1. 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 »[22]. Comme nous le savons, l'Homme est exposé à une grande variété de sources d'énergie naturelles qui émettent un rayonnement sur plusieurs bandes du spectre électromagnétique. Pour cela, il est indispensable de les classer car comme il existe des « *sources lumineuses nocturnes* »

qui émettent un rayonnement électromagnétique durant la nuit et sont à l'origine de la vision dite « scotopique », tel que la lune et les étoiles ; il existe également des « *sources lumineuses diurnes* » (Figure 2.1) qui émettent un rayonnement électromagnétique pendant la journée et sont à l'origine de la vision dite « photopique ».

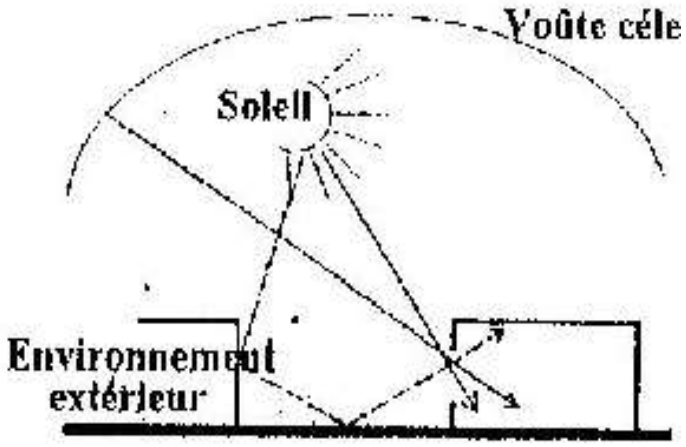


Figure II .1 : Sources lumineuses diurnes.[22]

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

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

II.2.1.1.Sources lumineuses diurnes directes :

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

II.2.1.1.1.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.[22] Le Soleil es tune source primaire de la lumière naturelle diurne et il est à l'origine du rayonnement visible direct (figure 1.2) 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 » [34]

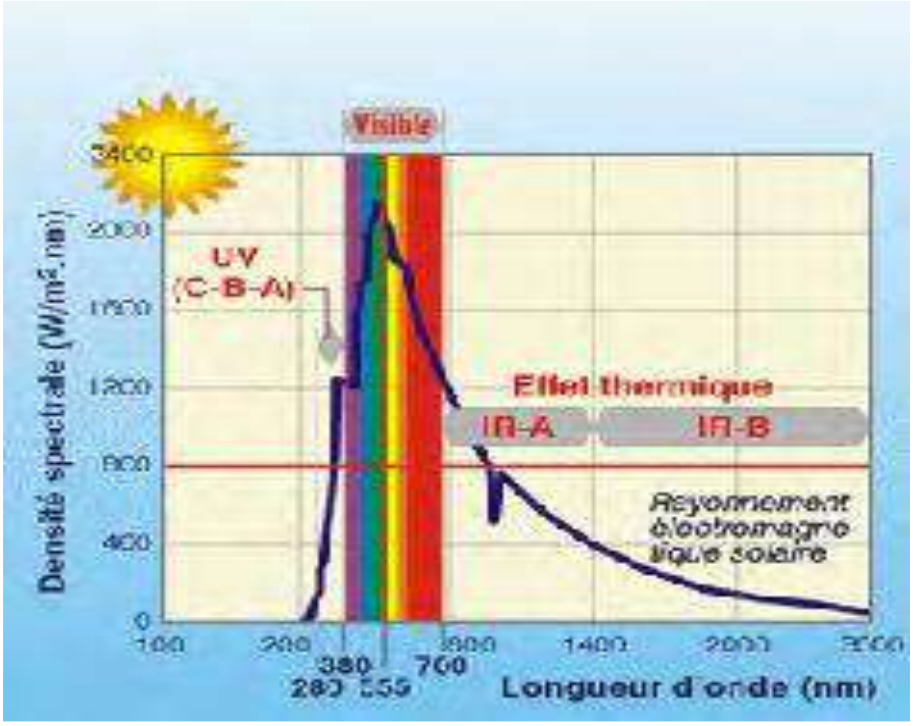


Figure II .2 : Rayonnement visible direct.[34]

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.

- 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.

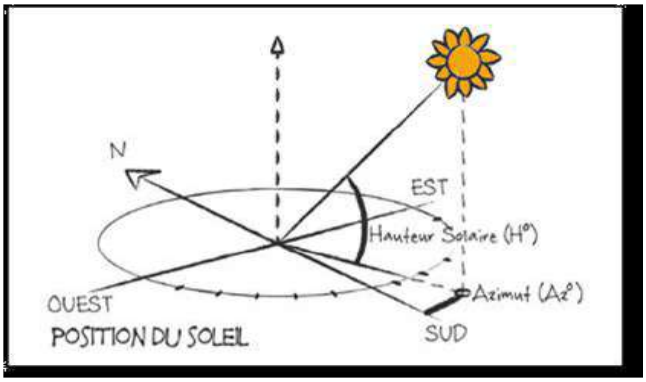


Figure II.3.position du soleil[34]

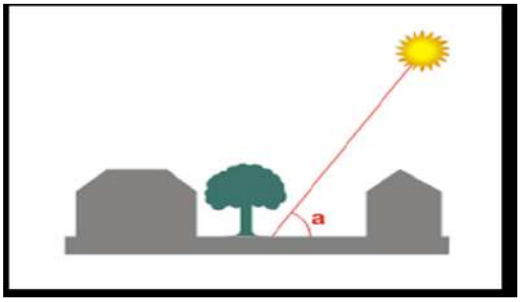


Figure II.4.hauteur du soleil [34]

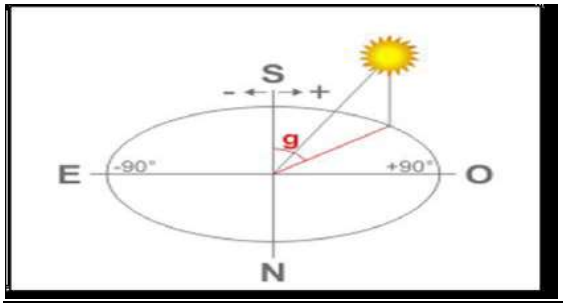


Figure II.5.azimut du soleil

- 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.

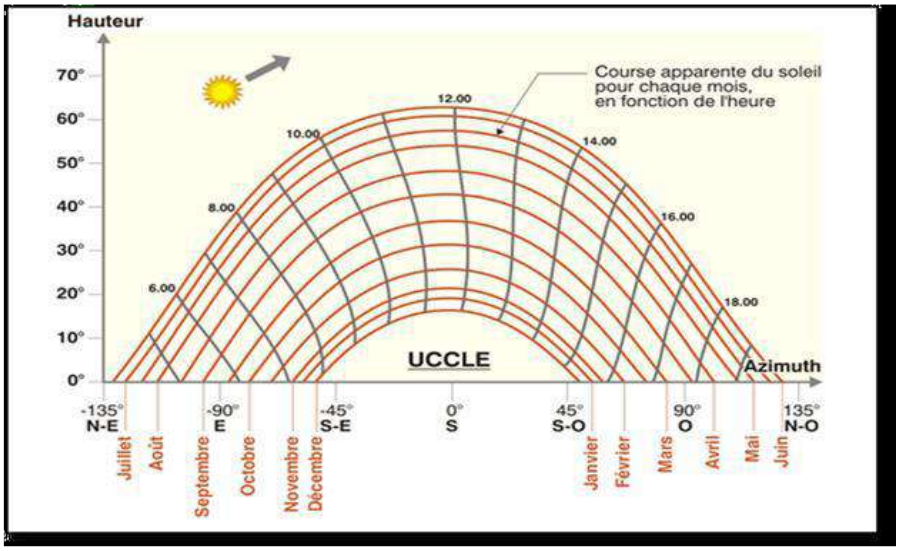


Figure II.6.diagramme solaire.

- 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.

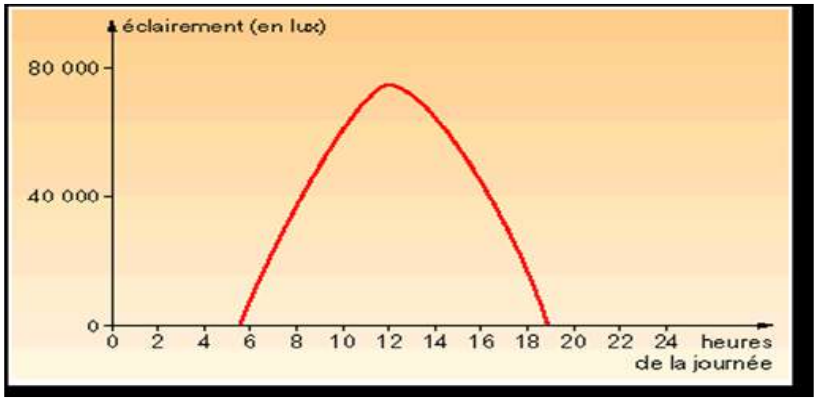


Figure II.7.variation de l'éclairement au cours de la journée[34]

- 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.

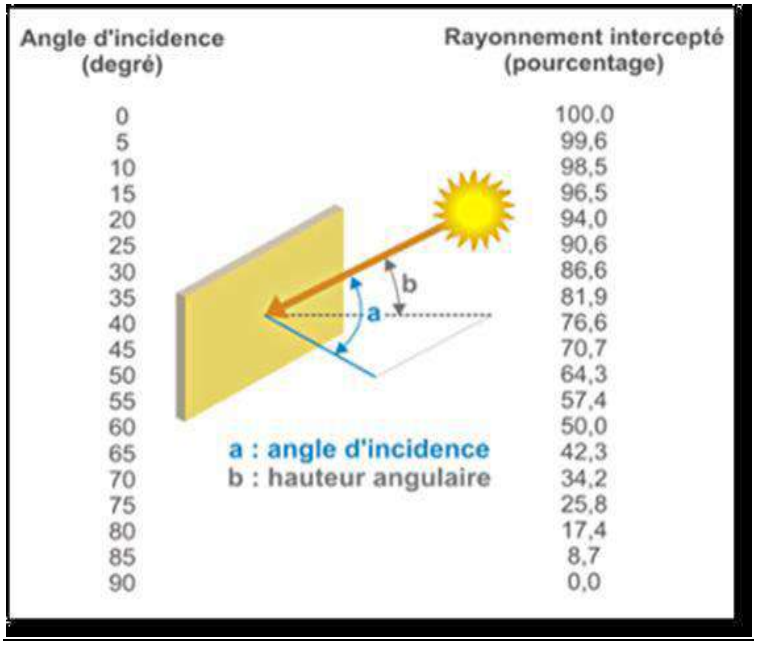


Figure II.8. pourcentage du rayonnement intercepté par une paroi en fonction de l'angle d'incidence en fonction de l'angle d'incidence.[34]

II.2.1.1.2. **Sources secondaires :**

Une « source secondaire » est une source de lumière qui n'est visible que lorsqu'elle est éclairée par une source primaire [34], 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: « 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 [16], 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.2.1.2.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).

II.2.2. les paramètres influençant l'éclairage naturel :

Pour assurer un bon éclairage des espaces, nous devons connaître des paramètres qui contribuent à une modification plus ou moins importante de l'éclairement. Citons :

II.2.2. 1.INFLUENCE DE LA LUMIERE DU JOUR :

Au cours de la journée, avec le mouvement solaire, la répartition lumineuse varie fortement, ce qui donne un éclairement différent d'un point à l'autre, selon les heures. Cet éclairement est à son maximum à mi journée, puis il commence à diminuer jusqu'au coucher du soleil.

II.2.2.2.INFLUENCE DU MOMENT DE L'ANNEE :

Vue la rotation annuelle de la terre autour du soleil suivant une ellipse peu aplatie sur laquelle, orbite la terre selon un axe incliné, impliquant une variation saisonnière ayant un impact sur l'éclairement au sein d'un local. En été le soleil, haut dans le ciel, offre un éclairement important contrairement à l'hiver qui est nettement moins intensif. Cette inclinaison terrestre fait profiter l'Hémisphère Nord, en été, des jours plus longs donc une durée d'ensoleillent plus importante au cour de la journée. Par contre en hiver la situation, est inversée où la duré d'insolation est courte vue la position, moins haute du soleil dans le ciel ;

II.2.2.3. INFLUENCE DU SITE :

Le site peu être un des paramètres influençant la luminance par un fait appelé « l'albédo », une réflexion de la lumière naturelle sur l'enveloppe extérieure du bâtiment ou sur les surface des sols, plus ou moins réfléchissantes, ce qui implique le bon choix des matériaux constructifs qui, peu être, un élément, ayant un rôle dans l'exposition solaire du bâtiment; d'où la quantité de lumière réfléchie.

Cependant, le site regroupe un ensemble d'éléments influençant le rayonnement solaire, nommés les masques solaires. Ce sont des corps, ou des éléments architectoniques ou environnementaux empêchant les rayons solaires d'atteindre une surface que l'on désire ensoleiller.

Et il existe des masques solaires, lointains, regroupant le relief du site (les montagnes, les dénivellements, des sur élévations….), les bâtiments voisins, ou encore la végétation (les grands arbres gênant l'utilisation de la lumière naturelle). Tous ces éléments, créent des zones d'ombre gênante pour une bonne luminosité. Et proches qui regroupent tous éléments liés au bâtiment lui-même comme des débords de toitures, des balcons, des surplombs, ou bien des grilles de protections… etc. Mais ces masques ont pour rôle de contrôler de nous protéger, dans certains cas, de la forte exposition ou à tout facteur lumineux perturbant le confort des occupants.

II.2.2.4..INFLUENCE DE L'ESPACE PROPRE :

Il faut préciser que l'espace influence lui aussi, la lumière naturelle par le biais de sa morphologie (sa profondeur, sa longueur, sa largeur et son hauteur sous plafond). Même la réflexion des parois, participe à la bonne répartition lumineuse dans la pièce. Car la clarté des surfaces assure une forte luminosité. Son importance est due à un double effet :

- les facteurs de réflexion plus élevés, permettant à la lumière d'être d'avantage réfléchie ;
- L'œil humain analyse des niveaux de luminance. Sous les mêmes conditions d'éclairage, une surface claire est donc subjectivement perçue comme mieux éclairée qu'une surface foncée. [16]

Une mauvaise disposition des meubles entrave la transmission de la lumière dans la pièce. Considérés, parfois, come des obstacles, ils empêchent ainsi, l'éclairage naturel ; le rayonnement solaire, de chauffer l'espace vital et de l'illuminer.

II.2.2.5..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.

- sa positon : 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.
- sa transparence : l'élément principal la fenêtre est le vitrage. Une composante prenant le plus important pourcentage de la surface totale d'une ouverture, assurant ainsi la pénétration des flux lumineux et de la chaleur à l'intérieur d'un espace. Sa bonne répartition et son bon éclairement dépendent du type de cette paroi vitre.car dès que la l lumière se met en contact avec la vitre elle, est soit transmise, soit absorbée, ou bien réfléchie, mais ces actions dépendent d'un certain nombre de paramètres et de caractéristiques physiques de la vitre; sa rugosité, son épaisseur, son état de propret…….tous ceci à un impact plus ou moins important sur la qualité de la lumière naturelle transmise au local.

II.2.2.6.Ambiances lumineuses et espace architectural :

L'évaluation de l'ambiance lumineuse ressentie à l'intérieur d'un espace architectural reste toujours subjective car elle dépend de plusieurs paramètres comme la géométrie et la dimension du local, la couleur des parois ainsi que le plafond et le sol, la quantité et la qualité de lumière reçue à l'intérieur, l'aménagement intérieur, les matériaux utilisés…etc.

Selon le changement du temps, la lumière peut donner un ou plusieurs sens à l'espace.

II.2.3. les types d'éclairage naturel :

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

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

Par conséquent, il est préférable lors de la conception des ouvertures de séparer la fonction « visuelle » qui est la vue vers l'extérieur, des fonctions « énergétiques » de la fenêtre qui comprend l'éclairage, le chauffage et la ventilation, puisque la conception d'une prise de jour adaptée à une fonction, n'est probablement pas adaptée aux besoins des autres.

II.2.3.1. Eclairage zénithal :

D'après[30], le recours à l'éclairage zénithal est indispensable pour les constructions dont la hauteur sous plafond est supérieure à 4,50 mètres. Quant aux locaux de hauteur intermédiaire, de 3 mètres à 4,50 mètres, le choix dépend d'autres caractéristiques à l'image de la profondeur, la largeur et la forme du bâtiment. Si la profondeur du bâtiment par exemple est importante par rapport à la hauteur du local, l'éclairage zénithal sera indispensable afin d'assurer une distribution uniforme des éclairements intérieurs.

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

1. Il faut assurer un éclairement naturel suffisant dans les locaux de moyenne et de grande hauteur. Pour atteindre cet objectif, la surface des parties transparentes ou translucides est l'élément essentiel.
2. Il faut éviter les effets négatifs de l'éblouissement et du rayonnement solaire direct.
3. Il faut prévoir le nettoyage intérieur et extérieur dans des conditions de sécurité satisfaisantes par un choix approprié des matériaux (vieillissement, résistance…) et des accès aux faces intérieures et extérieures.
4. Enfin, il faut assurer l'évacuation des fumées en cas d'incendie. La surface minimale des exutoires de fumée doit être de 1 % de la surface du local et ne doit pas être située exclusivement sur la toiture[20]

D'autre part, les systèmes d'éclairage zénithal peuvent procurer de la lumière naturelle soit directement ou indirectement. Pour ce qui est des systèmes d'éclairage zénithal direct, ils sont composés uniquement d'une ouverture percée dans la toiture. Tandis qu'un système d'éclairage zénithal indirect est composé de deux parties : une ouverture qui capte la lumière naturelle et un système de distribution qui réfléchi ou diffuse cette lumière**.**

II.2.3.2.Eclairage latéral :

L'éclairage latéral caractérisé par l'usage de prises de jour en façade est associé, selon[20], aux locaux de faible hauteur sous plafond : de 2,50 mètres à 3 mètres. Ce système optique est, d'après[6], l'un des moins performants du point de vue éclairage par la lumière du jour, en particulier dans les cas où il y a un masque extérieur. C'est pourtant l'un des plus utilisés,

notamment dans les constructions scolaires, pour des raisons pratiques mais aussi parce qu'il permet la vue vers l'extérieur**.**

II.2.3.2.1.Types d'éclairage latéral :

- **Eclairage unilatéral**

Il s'agit d'un éclairage fourni par une ou plusieurs ouvertures verticales disposées sur une même façade d'une orientation donnée. Cette disposition permet de réaliser des effets de relief et des harmonies de contrastes. L'inconvénient que présente ce type de système d'éclairage naturel est la possibilité d'ombres gênantes, dues aux allèges par exemple, surtout si les parois du local sont sombres. Mais le défaut majeur est que l'éclairage intérieur résultant est très peu uniforme, comme l'indique la figure 1.17, car il est fortement influencé par la profondeur du local.

- **Eclairage bilatéral** :

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

Cette solution remédie au défaut majeur que pose l'éclairage unilatéral. En effet, selon [23], la profondeur des pièces éclairées par un dispositif bilatéral peut atteindre facilement quatre fois la distance entre le plafond et le plan utile. Ce qui permet d'éclairer efficacement un local de dimensions plus importantes que celles permises par un éclairage unilatéral. En plus, il procure un éclairage plus uniforme et réduit les contrastes ainsi que les risques d'éblouissement.

- **Eclairage multilatéral :**

L'éclairage multilatéral présente de nombreux avantages, notamment:

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

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

II.3.l'éclairage artificiel :

Les défauts des sources de lumière naturelle sont renouvelés par l'éclairage artificiel, qui peut être utilisé dans deux systèmes:

- dont la tâche principale est de faire la lumière sur toute la pièce ;
- Combiné ;

- combinez l'éclairage public et local dans ce système ;

Le second exerce une fonction dans le but d'éclairer les lieux de travail ou certains mécanismes et pièces d'équipement**.**

II.3.1. D'où vient la lumière artificielle ?

La lumière artificielle est l'éclairage qui est produit artificiellement à l'aide de lampe set 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.

De nombreuses sources artificielles sont désormais utilisées pour l'éclairage des espaces architecturaux et urbains, qui offrent une large palette d'intensités, de teintes et de couleurs et dont on améliore constamment les qualités et les performances.

II.3.2. 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.

II.3.3.Différents types de lampes d'éclairage artificiel :

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

- Les LED,
- les fluorescentes,
- les incandescentes halogènes,t
- les incandescentes classiques

II.3.3.1. Éclairage LED Light-Emitting Diode (diode électroluminescente) :

- Émet une lumière blanche.
- Fonctionne avec une faible tension électrique (doté d'un transformateur).
- Offrent directement leur pleine puissance lumineuse
- Très bon rendement lumineux> 100lumens/watt.
- Très bon IRC (indice de rendu de couleur).
- Très longue durée de vie>20ans.



Figure II.9. lampes LED

Utilisation : les LED peuvent être utilisées pour l'éclairage fonctionnel tout comme pour l'éclairage décoratif, à l'intérieur comme à l'extérieur.

II.3.3.2. Éclairage fluorescent :

Avec l'arrivée des LED, l'éclairage fluorescent sous forme d'ampoule n'est plus le meilleur choix sur le plan de l'énergie et de l'environnement. Notamment à cause d'un moins bon rendement lumineux, de l'émission de champs électromagnétiques (électro smog) plus importants, de possibles fuites de rayonnement UV, et de difficulté de recyclage (mercure dans les tubes).

- Efficacité élevée.
- Bon a très bon rendu des couleurs.
- Grande durée de vie.
- Gamme étendue.
- Graduables.

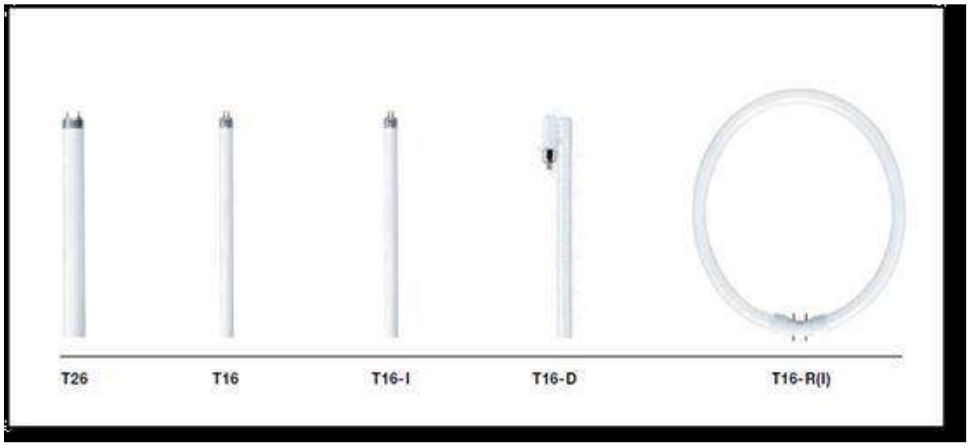


Figure. II.10: lampes fluorescentes.

Utilisation : éclairage général économique

II.3.3.3. Éclairage incandescent "halogène :

L'éclairage halogène offre une excellente lumière blanche.

- Il offre un excellent rendu de couleur (IRC=100).
- Son intensité peut être modulée avec un variateur.
- La durée de vie, en moyenne ne dépasse pas 2000 heures.
- Graduables.
- Lumière brillante**.**

Utilisation : espaces de vente et d'habitation, gastronomie et applications décoratives**.**



Figure II.11: lampes incandescent "halogène"

II.3.3.4. Éclairage incandescent "classique" :

- Produit une lumière chaude (2700°K).
- Très bon IRC (100), et leur déchet posent peu de problèmes.
- En moyenne, leur durée de vie ne dépasse pas 1000 heures.
- Coût faible.

Par contre leur rendement énergétique est très mauvais, avec environ 95% de l'électricité qui est transformée en chaleur plutôt qu'en lumière, d'où des risques de brûlure et d'incendie.



Figure. II.12 : lampes incandescente "classique

II.3.4. comparaison entre les différents types de lampes :

-Indice de rendu de couleurs IRC : capacité d'une source lumineuse à restituer les différentes couleurs du spectre visible de l'objet quelle éclaire (Sigrid Reitre et André De Herder/2003).

-Efficacité lumineuse: On évalue la qualité énergétique d'une source par son efficacité lumineuse (lm/W) définie comme le rapport entre le flux lumineux émis (lumen) et la puissance électrique absorbée par la source (en watt). Elle donne une information sur les performances dune source lumineuse.

Tableaux II.1 : Le tableau ci-dessous représente un comparatif de rendement et de durée de vie des différents types de lampes d'éclairage artificiel.

	Rendement (lm/w)	**Durée de vie (H)**	**Couleur de la lumière émise**
Lampe incandescente	10-20	1000	Blanche chaude
Lampe halogène	15-20	2000	Blanche
Lampe fluorescente	40-70	6000	Blanche froide
Lampe LED	100	15000-50000	Blanche

II.4. éclairage moderne :

La décoration moderne est devenue un sujet intéressant ces derniers temps, car la décoration moderne est devenue non seulement le mobilier et l'espace de la maison, mais contient également d'autres facteurs, dont les plus importants sont le choix d'un éclairage moderne approprié qui correspond à la décoration moderne.

L'éclairage a un effet puissant sur la décoration. Il ajoute une touche de beauté et d'élégance à la maison. L'éclairage moderne peut être très adapté à la décoration moderne. Il complète la décoration. Les formes de Najaf et de lampes sont uniques et très différentes des modèles habituels. Suivez-nous, Madame, pour connaître les meilleurs modèles d'éclairage moderne.

L'éclairage est important non seulement pour les bureaux, mais aussi pour les maisons. En l'absence de soleil ou de lumière naturelle dans votre maison, votre maison aura l'air sombre et vous ne serez pas en mesure de fonctionner efficacement. Selon la raison d'être du système d'éclairage, il peut être utilisé soit pour améliorer l'aménagement intérieur du bureau (par ex, fournir un éclairage naturel) ou pour la maison (par ex, fournir la lumière du jour).

L'éclairage est un aspect important de tout bureau ou entreprise. Contribue à accroître la productivité et à rendre le lieu de travail plus confortable. Certaines sources de lumière sont meilleures que d'autres. Alors que certaines sont bien meilleures que d'autres.

Parmi ces luminaires modernes se trouve l'éclairage à fibre optique : L'éclairage naturel peut être utilisé dans les fibres optiques en utilisant le système de cellules de collecte de lumière solaire Photovoltaïque Calls pour retourner la fibre optique et de l'intérieur du bâtiment, économisant ainsi l'énergie consommée et s'harmonisant avec l'environnement environnant.

Système d'éclairage permettant de concentrer et de transporter la lumière du soleil directement à l'intérieur des bâtiments grâce à de la fibre optique. Cette lumière naturelle est ensuite diffusée dans les pièces à éclairer par les luminaires spécifiques du fabricant, qui ne peuvent être vendus indépendamment de la technologie. Le système est composé d'un panneau de 6 à 10 modules de concentration, constitués de 18 lentilles de Fresnel. Chacune de ces lentilles est reliée à une fibre optique, dont la longueur jusqu'à à la sortie lumineuse à l'intérieur du bâtiment peut varier de 5 à 100 m. Le panneau est fixé en toiture, sur un traceur solaire lui permettant de suivre le soleil tout au long de la journée. Il peut éclairer jusqu'à 200 m² et l'intensité lumineuse est modulable de 150 à 1000 lx. Existe également en version hybride (lampe bi-source solaire/LED). Destiné aux bâtiments tertiaires, industriels, scolaire.



Figure II.13.l'éclairage par fibre optique

II.4.1. transfert d'énergie :

La fibre optique peut être utilisée pour transférer de l'énergie à l'aide d'une cellule photovoltaïque pour convertir la lumière en électricité. 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 il est recommandé de ne pas avoir de conducteur métallique comme s'il était

utilisé à proximité de dispositifs IRM, qui produisent de forts champs magnétiques. . D'autres exemples incluent le fonctionnement de l'électronique dans les éléments d'antenne haute puissance et les appareils de mesure utilisés dans les équipements de transmission haute tension.[35]

II.4.2. les principaux avantages de la fibre optique

- Absence de lumière directe
- L'espérance de vie est de 30 ans.
- Le besoin de nombreux fils, où nous trouvons que la seule connexion électrique nécessaire est celle requise pour la source éclairée.
- Déplacer la lumière sur de longues distances sans réduire ou modifier ses qualités
- Haute consommation d'énergie, lorsqu'une lampe halogène suffit pour faire fonctionner et distribuer une partie de la fibre photovoltaïque
- Vous n'avez pas besoin d'être entretenu ou réparé, et l'entretien ne concerne que la source lumineuse[35]

II.5. grandeurs photométriques liés à l'éclairage :

La photométrie est l'art de mesurer le rayonnement lumineux tel qu'il est ressenti par la vision humaine, et, par extension, l'étude quantitative de la transmission de ce rayonnement. [35] Les grandeurs photométriques sont à la base de toutes les mesures en éclairage et il en existe 4 fondamentales :

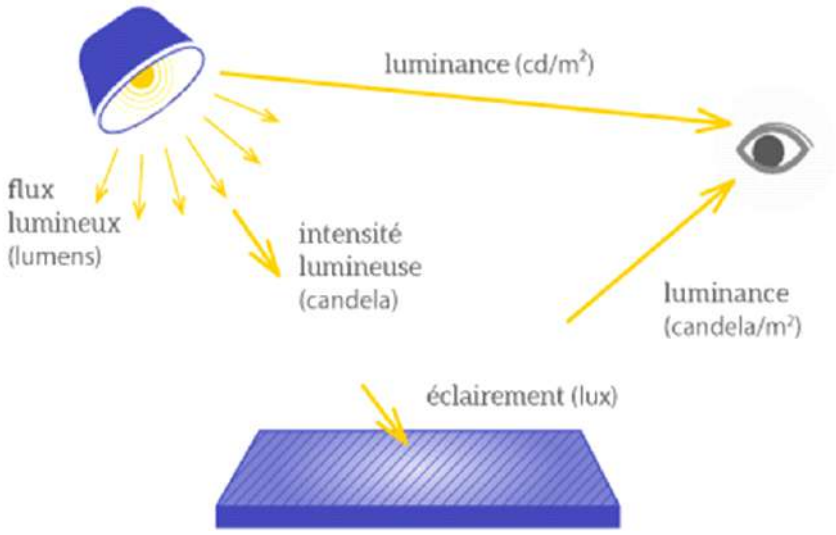


Figure II.14.Grandeurs photométriques

II.5.1.Intensité lumineuse :

La candéla est l'intensité lumineuse, dans une direction donnée, d'une source qui émet un rayonnement monochromatique de fréquence 540 x 1012 hertz et dont l'intensité énergétique

dans cette direction est 1/683 watt par stéradian. En France, elle a remplacé l'ancienne unité d'intensité lumineuse, la bougie.

Cette unité est utilisée pour quantifier la quantité de lumière fournie par une source directive. Elle ne dépend pas de la distance d'observation.

Pour avoir un ordre de grandeur, une candela correspond à peu près à l'éclairement d'une bougie (voir le rapprochement étymologique entre candela et chandelier). Il s'agit d'une des 7 unités de base du système international.

La candela est basée sur une lumière de 555 nm de longueur d'onde (couleur verte), c'est à dire en vision de jour dite photopique (donc correspondant au pic de sensibilité des cônes). [35]

qui est une des 7 unités du système international mais qui est peu utilisée seule dans l'éclairage à part pour des luminaires très directifs (voir plutôt la luminance ci-dessous qui reprend cette grandeur). [35]

II.5.2.Flux lumineux :

Il s'agit du flux lumineux émis dans un angle solide de 1 stéradian par une source ponctuelle uniforme située au sommet de l'angle solide et ayant une intensité lumineuse de 1 candela (1 lm=1 cd x1 sr). Dans la pratique, cette unité est utilisée pour quantifier la quantité de lumière fournie par une source ou un luminaire de manière globale.

Pour mémoire, un angle solide correspond à la notion d'angle plan mais en trois dimensions et le stéradian est l'unité de mesure de l'angle solide.

Exemples et ordres de grandeurs :

– Une bougie émet environ 12 lm (voir le passage des candelas aux lumens avec la formule suivante :

– un lumen = une candela x 4π pour une source isotrope et homogène)

– un tube fluorescent 14 W produit 1250 lm à 25°c

– une lampe halogénure métallique de 2000 W produit environ 200 000 lm

– Un module LED de 8 W peut produire 1300 lm. [34**]**

qui est notamment utilisé pour exprimer le flux total émis par une source lumineuse.[35]

II.5.3. Éclairement lumineux :

Un lux (lx) correspond à l'éclairement d'une surface qui reçoit, d'une manière uniformément répartie, un flux lumineux de 1 lumen par mètre carré. Dans la pratique, cette grandeur est utilisée pour caractériser une quantité de lumière dans un lieu ou sur une surface.

Exemples et ordres de grandeur :

– Lors d'une pleine journée d'été, il peut y avoir 100 000 lx dehors au soleil

– En plein air, sous un ciel bien couvert 5 000 lx

– Par une nuit dégagée de pleine lune 0,25 lx

– La norme d'éclairage intérieure NF EN 12 464 préconise 500 lx dans les bureaux et 150 lx dans les escaliers. [35]

Remarque / Variation de l'éclairement en fonction de la distance

En fonction de ces définitions, il apparaît que l'éclairement au sol varie comme l'inverse du carré de la distance à la source. C'est à dire que pour une source donnée, l'éclairement est :

– quatre fois plus important pour une hauteur de suspension de 3 m que de 6 m

– neuf fois plus important pour une hauteur de suspension de 3 m que de 9 m.

qui peut est notamment utilisé pour exprimer la quantité de lumière souhaitée sur une surface dans une pièce. [34]

II.5.5.Luminance :

Une candela par mètre carré correspond à la luminance d'une source dont l'intensité lumineuse est 1 candela et l'aire 1 mètre carré. Cette grandeur est la seule perceptible par l'homme et est très utilisée pour mesurer l'éblouissement.

Dans la pratique, la quantité de lumière qui arrive dans la direction de l'observateur est divisée par la surface apparente de la source dans la direction donnée.

La luminance ne dépend pas de la distance d'observation. [35]

Remarque/Surface apparente

La surface apparente de la source dépend de la position de l'observateur : en effet, suivant l'angle entre l'observateur et le luminaire, la surface perçue n'est pas la même, voir les schémas ci-dessous. Pour une surface S, la surface apparente en fonction de l'angle d'observation/élévation α est $S_{apparente} = S \times \sin(\alpha)$.

qui porte la notion d'éblouissement qui est la seule de ces quatre notions directement appréciable par l'être humain. [34]

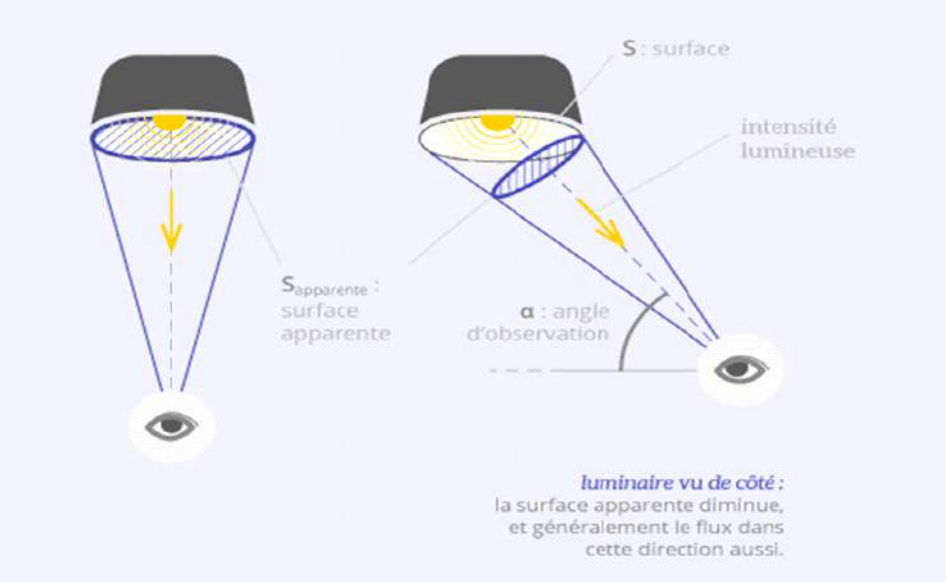


Figure II.15. différentes grandeurs

II.5.4.Relation entre Éclairement et Intensité lumineuse :

L'éclairement d'une surface dépend de :

-L'intensité lumineuse de la source

-La distance a la quelle est située cette source

-L'angle d'incidence des rayons lumineux

Cette relation est caractérisée par l'équation suivante:

$$E= (I \times \cos \theta) / d^2 \qquad \text{(EQ01) [20]}$$

Avec :

E= Éclairement

I= Intensité de la source

θ = Angle d'incidence

D= distance de la source a la surface

Ceci signifie, entre autre que :

-Plus la distance de la source à la surface est grande, plus l'éclairement est faible.

-Plus l'incidence est élevée, c'est à dire plus la lumière est rasante, plus l'éclairement est faible.

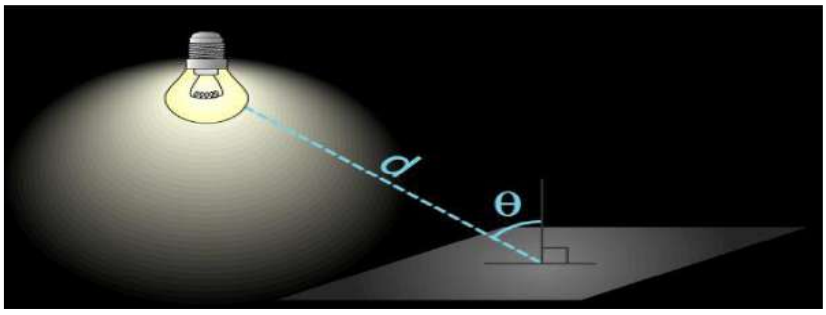


Figure II.16. Relation entre Éclairement et Intense Lumineuse

II.5.6. Relation entre Luminance et Intensité lumineuse :

La luminance d'un objet dépend de :

-L'intensité lumineuse émise par cet objet.

-La surface apparente de celui-ci depuis le point d'observation.

Cette relation est caractérisée par l'équation suivante:

L=I/S x cosθ. **(EQ02) [20]**

Avec :

L=Luminance

I= Intensité lumineuse

S= Surface de l'objet considéré

Θ=Angle sous-tendu par le plan de la surface considérée et la normale a la direction de la vision.

Ceci signifie, entre autre que : Plus la surface est inclinée par rapport à l'axe de la vision , moins sa luminance est élevée .

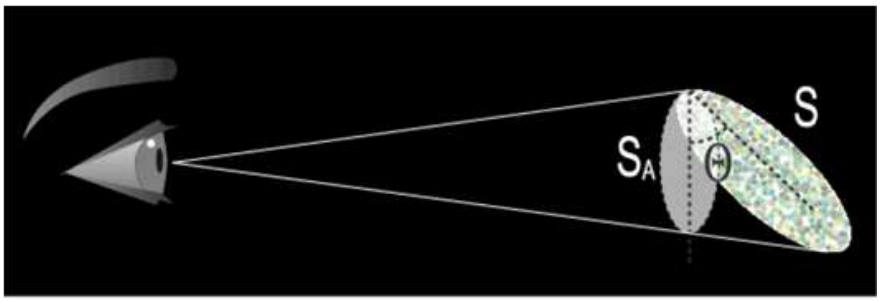


Figure II.17.Représentation schématique de la notion de la surface apparente(SA)

Conclusion :

L'éclairage a un effet profond sur la vie des êtres humains. Il facilite la vision qui est notre source d'informations la plus importante sur le monde, Éclairer est un acte complexe, un compromis entre différentes approches ,différentes sources de lumière et différents luminaires. C'est un choix économique, ergonomique et écologique mais également social et esthétique. Éclairer, c'est à la fois :donner vie, dynamiser, relier, signaler, illuminer, éclaircir, coloriser, souligner, sécuriser...

Souvent liée à la nature du lieu, la lumière joue un rôle fonctionnel car elle doit répondre à un sentiment de confort et à des usages multiples. Elle participe aussi plus largement au sens donné à l'espace et au bâtiment, à sa symbolique, à ses connotations.

Donc, la lumière va partager son rôle avec l'espace pour créer des ambiances lumineuses différentes. La combinaison de l'éclairage, le contraste de luminance, la couleur de la lumière, la reproduction des couleurs ou leur choix sont les éléments qui déterminent la couleur du climat et le confort visuel.

Chapitre III:

l'éclairage par la fibre optique

Introduction :

La lumière est un rayonnement électromagnétique qui a la particularité de pouvoir être détecté par l'œil. La lumière est donc une forme d'énergie rayonnante. Le rayonnement lumineux peut être émis par une source naturelle, comme le Soleil et les autres étoiles, ou par une source artificielle, comme une ampoule. Ces sources émettent de la lumière en raison de leur température élevée.

Les organismes sur la surface de la terre obtiennent la lumière, naturellement, de la création de Dieu, ou d'une forme industrielle faite par l'homme, et les sources de lumière sont :

Sources de lumière naturelles : La lumière dans la nature est disponible en quantité abondante et est obtenue à partir de nombreuses sources telles que : La lumière du soleil est la principale source de lumière sur terre. Nous avons aussi les étoiles qui sont des boules de gaz émettant de la chaleur et de la lumière, ces dernières illuminent le ciel par des nuits claires, comme les marins les utilisaient pour se frayer un chemin dans les mers. À la fin nous avons la lune qui est un objet non éclairant, attirant sa lumière en renversant les rayons du soleil vers la terre.

Sources de lumière artificielle : Au début de la découverte de la lumière, l'homme comptait sur le filament et l'huile pour obtenir suffisamment de lumière, puis a évolué vers l'utilisation d'ampoules normales, de sorte que l'éclairage est devenu un élément essentiel de la vie humaine. Actuellement, il existe des types d'éclairage récents comme : les lampes fluorescentes et les LED…

Plus à ça, nous avons l'éclairage par la fibre optique, ce dernier est considéré comme une technologie moderne domaine d'éclairage dont la principale caractéristique consiste dans la séparation entre la source produisant la lumière et ce que l'on souhaite éclairer. Nous allons traiter ci-dessus en détail cette nouvelle technologie.

III.1.Fibre optique :

III.1.1.Définition :

Une fibre optique est un fil [45] 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. La lumière d'un appareil laser, d'une lumière électrique ou d'une autre source de lumière frappe une extrémité de la fibre. Lorsqu'il traverse le noyau, la coque le verrouille à l'intérieur. La coquille se plie vers l'intérieur ou réfléchit la lumière qui frappe sa surface intérieure

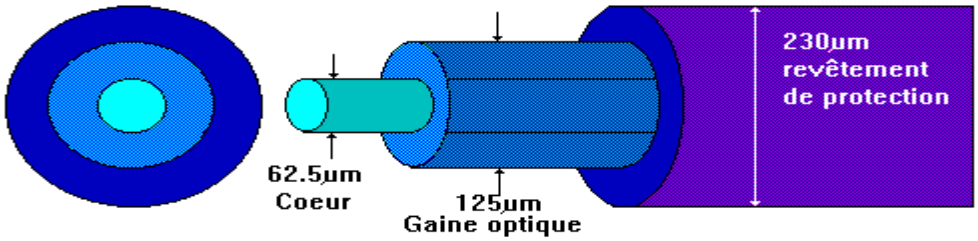


Figure III.1: fibre optique[45]

III.1.1.1.Composants de fibre optique :

Une fibre optique est un guide d'onde diélectrique cylindrique qui possède généralement une symétrie de révolution. Elle est constituée par deux couches de matériaux transparents à base de silice appelées le cœur , d'indice de réfraction n1, et la gaine optique qui entoure le cœur , d'indice n2 (Figure III. 2).

L'indice n1 est supérieur a n2 ce qui garantie la réalisation de la condition de la réflexion totale sur la gaine d'un rayon se propageant dans le cœur et qui permet le guidage.[49]

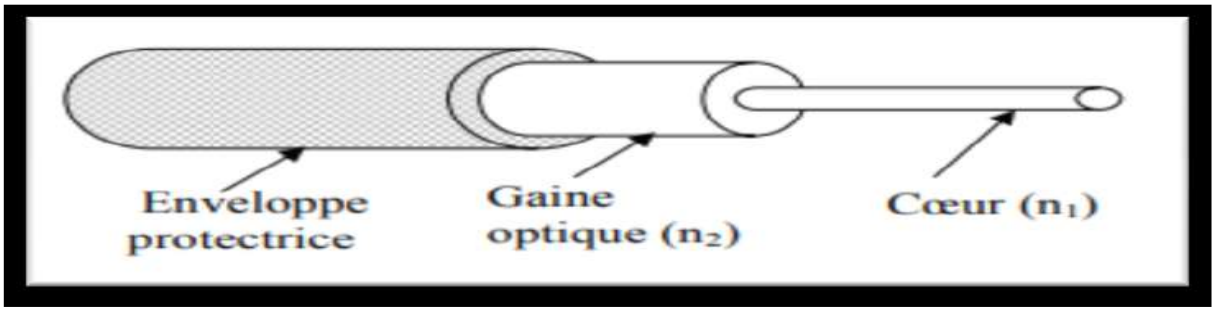


Figure III.2: Structure d'une fibre optique.**[**49**]**

Une fibre a des dimensions de l'ordre de la centaine de micromètre. Le diamètre de la gaine .2b, est en général de 125 µm mais peut aussi être de 140 µm (cas de certaines fibres multi-modes). Le rayon du cœur , quant à lui, varie de 1à 100 µm. [40]

III.1.2-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 unelongueur 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 Systems, 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 coûts entraînée 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 Siemens, ont été installés dans24 pays. Dans le futur on installera principalement des fibres optiques monomodes.[39]

III.1.3-Utilisation :

✓ <u>en communication :</u>

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 (370 voies, chacune contenant 273 Gbps).

✓ 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.[32]

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.[32]

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.[4]

✓ 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[11]. 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.[24]. 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...
- On le 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.

III.1.4-Parties de fibre optique :

III.1.4.1.Fibre à motif unique :

Les signaux lumineux monomodes sont transmis dans chaque fibre du forfait et sont utilisés dans les réseaux téléphoniques et le câble de télévision. Ce type de fibre est caractérisé par le

petit rayon du cœur de verre, atteignant environ micron 9 et passant par les lasers infrarouges avec une longueur d'onde de 1,3-1,55 nm.

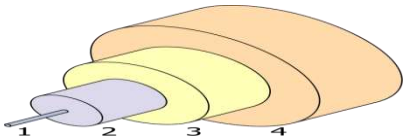


Figure III.3**:** Une conception simplifiée pour une seule - fibre feuilletée

III.1.4.2.Fibre multi-motifs :

Et avec elle, de nombreux modèles de signaux optiques sont transmis via une seule fibre optique, ce qui la rend mieux utilisée pour les réseaux informatiques. Ce type de fibre a un plus grand rayon de 62,5 microns et les rayons infrarouges sont transmis à travers elle.[25]



Figure III.4: Fibre photovoltaïque pour un fil de messagerie allumé à une extrémité

III.1.4.3.Fibre à usage spécial

Ce sont les fibres qui sont utilisées à des fins peu communes

III.1.5. le 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.[25]

III.2.Principe de fonctionnement :

III.2.1.Principe technique général de la fibre optique :

Le fonctionnement de la fibre optique est basé sur le principe de réflexion totale interne. La fibre est constituée de trois parties : un cœur (indice élevé), une gaine (indice faible) et un revêtement protecteur comme le montre la figure 3-5.Par contre, si on garde seulement le cœur, la lumière est tout de même en mesure de se propager, car l'air joue le rôle de la gaine. Mais c'est grâce à la gaine que nous pouvons manipuler la fibre sans induire de grandes pertes. La condition

de propagation dans la fibre est donnée pour des angles d'entrée ($\Theta < \Theta_{max}$) où il y a réflexion totale interne des rayons. Cette condition, appelée l'ouverture numérique (NA : Numéricâble Aperture), s'exprime par une valeur comprise entre 0 et 1

$$\Theta_{max} = \arcsin(\mathbf{NA}) \quad \text{où} \quad \mathbf{NA} = \sqrt{\boldsymbol{nc}^2 - \boldsymbol{ng}^2} \qquad \textbf{(3.1)}$$

En utilisant cette formule, il est possible d'avoir un angle d'entrée de 90° —plus grand angle théoriquement possible — pour une fibre avec un indice de 1,5 pour le cœur (ex. : fibre de plastique) et de 1,0 pour la gaine (ex. : air). Par contre, les matériaux que nous utilisons pour faire la conception des fibres optiques limitent l'angle d'entrée. Pour être utilisables, les fibres doivent avoir une gaine et de plus, être flexibles malgré leur grand diamètre. Les matériaux permettant de respecter ces critères sont les polymères (1,5) pour le cœur et le téflon (1,34) pour la gaine. Avec cette combinaison, le demi-angle d'admission est de l'ordre de 39° (78° au total). Il faudrait de nouveaux matériaux, permettant des variations d'indice très grandes entre le cœur et la gaine tout en conservant de faibles pertes et une bonne flexibilité, pour pouvoir atteindre la limite théorique.

Dans ces conditions, les pertes seront uniquement dues à la puissance réfléchie à l'entrée de la fibre et définies par le coefficient de Fresnel.

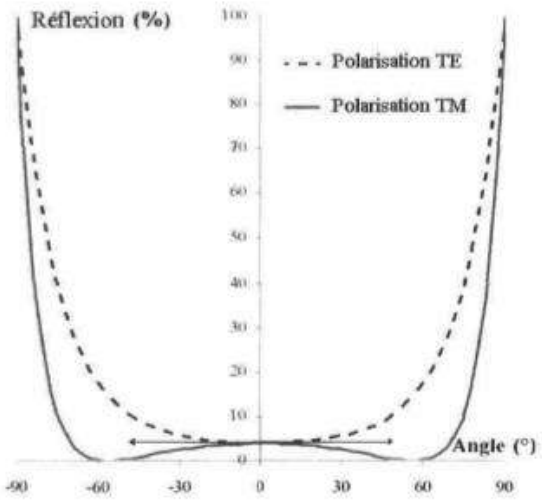


Figure III.5.Coefficient de Fresnel en intensité selon l'angle d'incidence du faisceau[25]

Pour une onde non polarisée comme il est question dans ce projet, nous devons faire la moyenne des deux coefficients pour obtenir une bonne idée des pertes par réflexion, car un faisceau non polarisé est composé de rayons polarisés aléatoirement. Jusqu'à 45°, les pertes sont relativement constantes, autour de 5%, pour le passage du faisceau de l'air dans un milieu d'indice 1,5. De 45° à 60°, les pertes se situent en dessous de 10%. Ensuite, elles s'accentuent de façon relativement rapide rendant moins intéressantes les injections à de grands angles même si les pertes restent, à 80°, en dessous de 40%. L'augmentation de l'angle d'ouverture dépendra

aussi du développement des nouveaux matériaux du cœur et de la gaine. Gupta, Lee et Koshel [31] ont développé un modèle analytique pour calculer les

pertes dans les guides de lumière de différentes formes. Ils ont montré aussi l'uniformité des faisceaux à la sortie de ceux-ci. Leurs résultats permettent de savoir où se situent les pertes principales dans le cas de guides rigides qui remplacent les fibres optiques dans certaines conditions.

III.2.2.Notions sur la fibre :

III.2.2.1.L'onde optique :

C'est une onde électromagnétique qui se propage dans la fibre caractérisé par: [36]

*Un champ électrique E

*Un champ magnétique H.

*Une direction de propagation

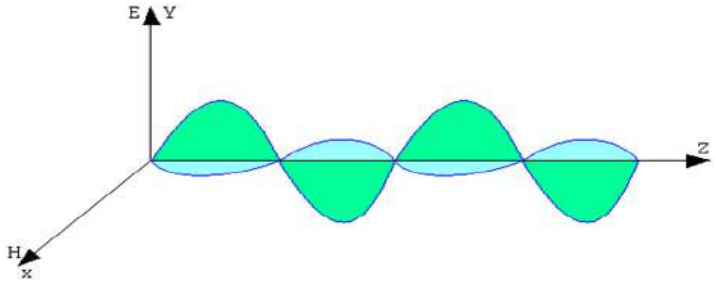


Figure III.6. une onde électromagnétique[36]

III.2.2.2.L'indice de Réfraction :

On définit les milieux constituant la fibre optique (coeur, gaine) par l'indice de réfraction n.

$$n=\frac{C}{V}=\sqrt{\varepsilon r \mu r} \qquad (3.2)$$

εr: La permittivité relative du milieu.

μr: La perméabilité relative du milieu

III.2.2.3. 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 2θAcc), à l'intérieur du quel tout rayon injecté se propage par réflexion totale.

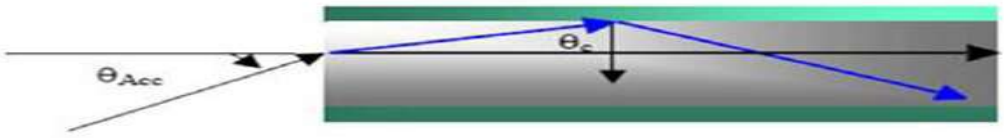


Figure III.7.: Propagation des rayons contenus dans le cône d'acceptante.

III.2.2.4.Réfraction de la lumière :

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. [44]

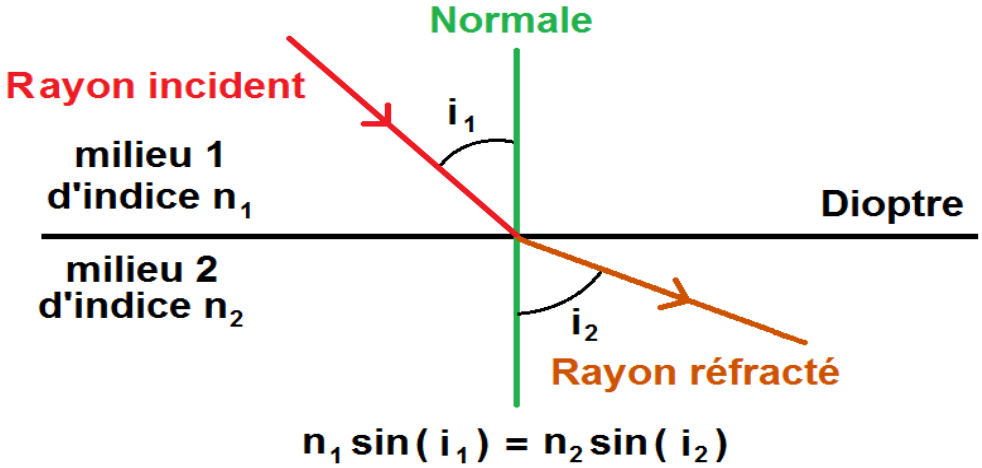


Figure III.7 Le principe qui est utilisé pour guider la lumière dans la fibre. [28]

loi de Snell-Descartes : Elle établit une relation entre l'angle d'incidence, l'angle de réfraction et les indice de réfraction des milieux**:[28]**

Loi de Descartes : $N1.\sin(i_1) = N2.\sin(i_2)$ (3.3)

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

- n1 est l'indice de réfraction du premier milieu (celui du rayon d'incidence)
- n2 est l'indice de réfraction du deuxième milieu (celui du rayon réfracté)
- i1 est l'angle d'incidence
- i2 est l'angle de réfraction

A partir de cette relation, on isole ce que l'on cherche. Si on cherche n_1 ou n_2, c'est simple :

$$\eta 1 = \frac{\eta 2 \sin(i2)}{\sin(i1)} \qquad \eta 2 = \frac{\eta 1 \sin(i1)}{\sin(i2)} \qquad (3.4)$$

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 : [28]

$$\sin(i1) = \frac{\eta 2 \sin(i2)}{\eta 1} \qquad i1 = \sin^{-1}\left(\frac{\eta 2 \sin(i2)}{\eta 1}\right) \qquad (3.5)$$

$$\sin(i2) = \frac{\eta 1 \sin(i1)}{\eta 2} \qquad (3.6)$$

Et pour i_2 :

$$i2 = \sin^{-1}\left(\frac{\eta 1 \sin(i1)}{\eta 2}\right) \qquad (3.7)$$

III.2.2.5.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'Ole Rømer 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.

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

$$N = \frac{C}{V} \Rightarrow V = \frac{1}{N} C \qquad (3.8)$$

fibre monomode (SM 9/125) : V = 0,682.C = 204 000 km.s^{-1}.

Donc Présentation visuelle de la réfraction de la lumière : N= 299120.23

Fiber multimode (MM 62,5/125) : V = 0,671. C = 201 000 km .s^{-1}

Donc Présentation visuelle de la réfraction de la lumière : N = 299552.90.

Fiber multimode(MM 50/125) : V = 0,678.C = 203 000 km .s^{-1}

Donc Présentation visuelle de la réfraction de la lumière : N=299410.02.

Nous utilisons toujours la fibre Multimode dans l'éclairage parce que le diamètre est grand par a pour monomode

- **Il existe deux classes de fibres optiques :**
  - fibre monomode (9/125)
  - fibre multimode (50/125, 62,5/125 …)
- **Deux types de fibre optique :**
  - fibre à saut d'indice (SM et parfois MM)
  - fibre à gradient d'indice (MM)

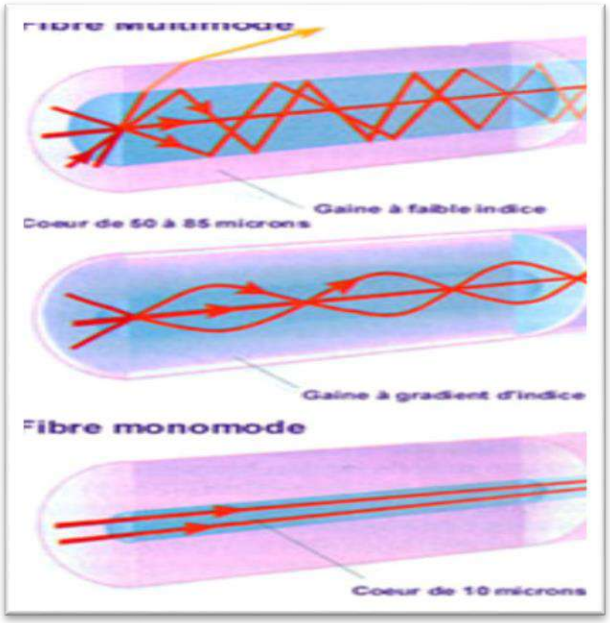


Figure III.8.les deux types de fibre (monomode et multimode)

III.2.2.6.Ouverture numérique :

L'ouverture numérique 'ON' est un paramètre très important, qui nous renseigne sur la capacité qu'a une fibre pour propager les rayons optiques:

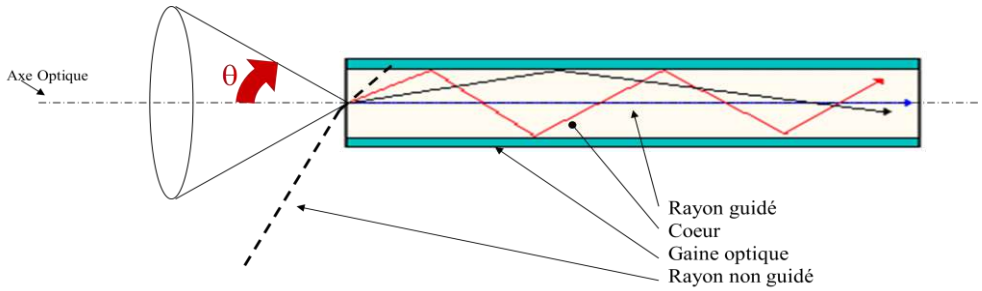


Figure III.9. Ouverture numérique

Numerical Aperture :

$$NA = \sin \Theta = \sqrt{(N_1)^2 - (N_2)^2} \qquad (3.9)$$

Indice du cœur de la fibre ↑ ↑ Indice de la gaine de la fibre

SM : NA = 0,1 soit 5,7 °

MM 62,5/125 : NA = de 0,21à 0,27 soit 15,6 °

MM 50/125 : NA = 0,20 soit 11,5 °

III.2.2.7.Longueur d'onde de coupure :

La longueur d'onde de coupure λc est celle au-dessus de laquelle la fibre devient monomode. Si la longueur d'onde de propagation est inférieure à λc la fibre devient multimodes. Elle est définit comme suit dont a est le rayon du cœur [36]

$$\lambda c = \frac{2\pi}{2.404} \alpha . ON \qquad (3.10)$$

III.2.2.8.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.

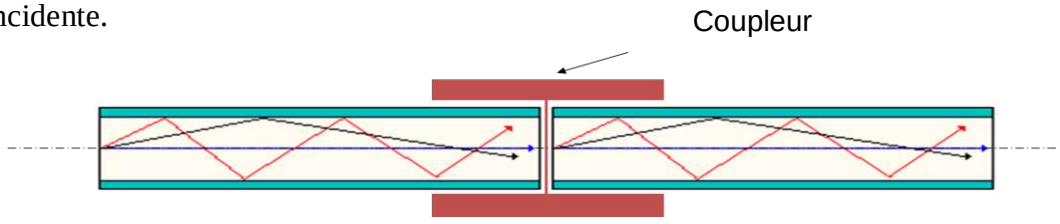


Figure III.10 la réflexion en optique géométrique

En % de la puissance de l'incidente :

$$R_F = 100\left[\frac{N_1 - N_2}{N_1 + N_2}\right] \qquad (3.11)$$

Si $N_1 = N_2$, alors $R_F = 0$

N1 : Indice du cœur de la fibre

N2 : Indice entre les deux fibres

III.2.3.Les différents types de fibre optique :

Il existe deux types de fibre monomode et multimodes. Les fibres multimodes, a leurtour, peuvent être divisées en :

III.2.3.1.Fibre multi modes :

III.2.3.1.1.Fibre multimodes à saut d'indice :

Le cœur et la gaine présentent des indices de réfraction différents et constants. Lepassage d'un milieu vers l'autre est caractérisé par un saut d'indice. Le faisceau lumineuxinjecté à l'entrée de la fibre va atteindre la sortie en empruntant des chemins optiquesdifférent ce qui se traduit par des temps de propagation différents et donc un étalement du signal transmis. (Fig. III.13)

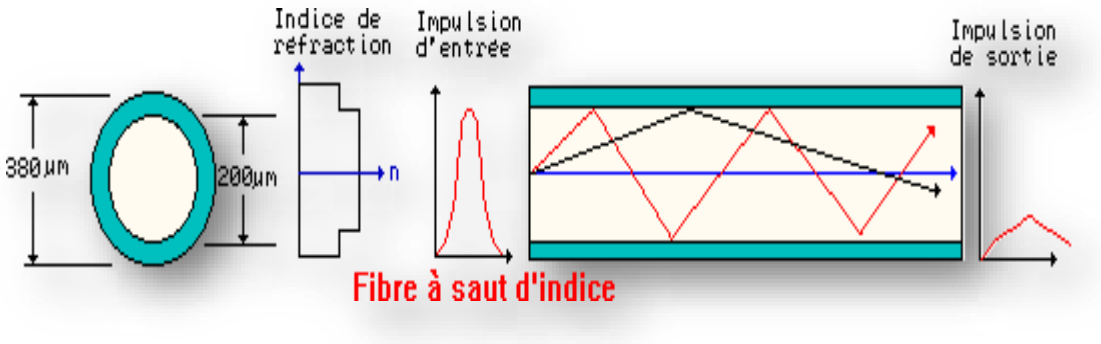


Figure III.11: la fibre multimode à saut d'indice

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 crée un « gradient d'indice ».

❁ Fibre à saut d'indice :

*Coeur de diamètre (2a) et d'indice de réfraction (n1)

*Entourée d'une gaine optique extérieure de diamètre(2b) et d'indice de réfraction (n2)<(n1)

*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 coeur-gaine

III.2.3.1.2. 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 (fig. III.12).

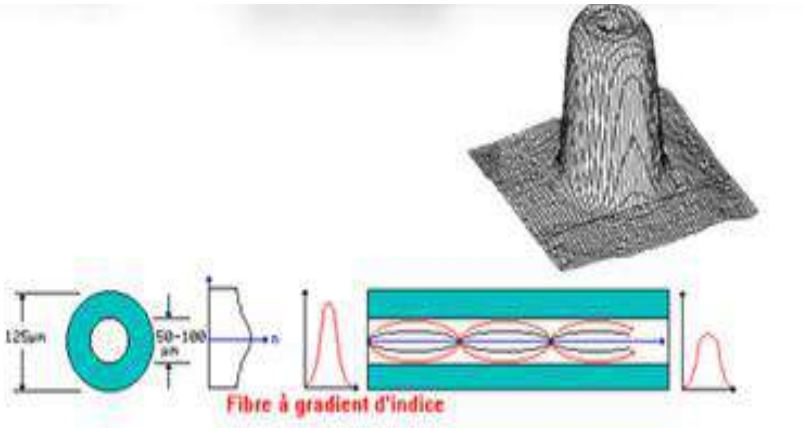


Figure III.12: La fibre multimodes à gradient d'indice.

- 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.2.3.2.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 :

$$m = \frac{2d}{\lambda}.\boldsymbol{O}N \qquad (3.12)$$

Avec : d : le diamètre du cœur de la fibre,

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

ON : l'ouverture numérique de la fibre.

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.III.13). 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.

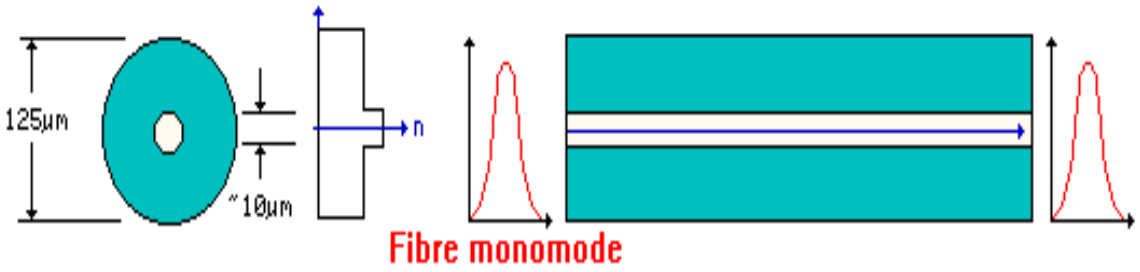


Figure III.13 : La fibre monomode

La fibre monomode dont le cœur est si fin que le chemin de propagation des différents modes est pratiquement directe. 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. [42]Figure III.15 : La fibre monomode.

❁ Fibre monomode

*aucune dispersion intermodale

*importance considérable dans les transmissions à grande distance

*une fibre monomode est à saut d'indice

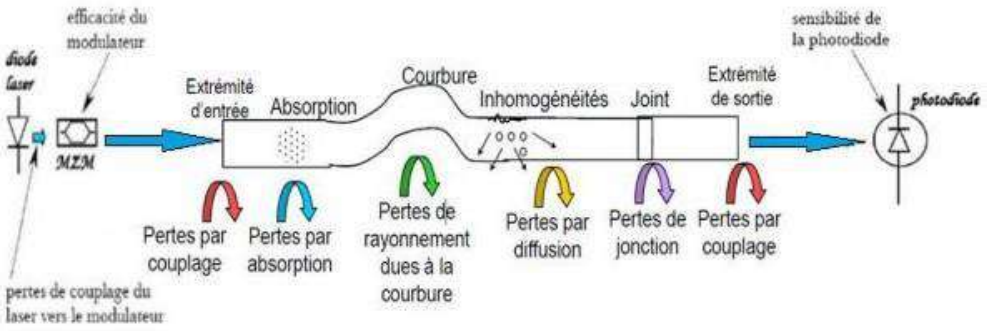
III.3.Les caractéristiques de fibre optique :

III.3.1 Les caractéristiques de fibre optique :

Les principales caractéristiques des fibres optiques sont l'atténuation, la dispersion chromatique, la dispersion modale, que nous allons présenter.[27]

a) L'atténuation de la fibre optique :

Une perte, ou atténuation se traduit par la perte d'énergie lumineuse dans la fibre. Elle est mesurée en dB/Km. Les longues portées utilisées avec les fibres optiques influent directement sur le signal lumineux, mais ce n'est pas la seule cause d'atténuation qui existe, en effet, l'absorption, la diffusion, les courbures et les pertes de connectiques sont les principales causes



de l'atténuation.[27]

Figure III.14 : les différents types d'atténuation de pertes. [28]

La figure ci-dessous montre une partie de signal sous forme de lumière est perdue.

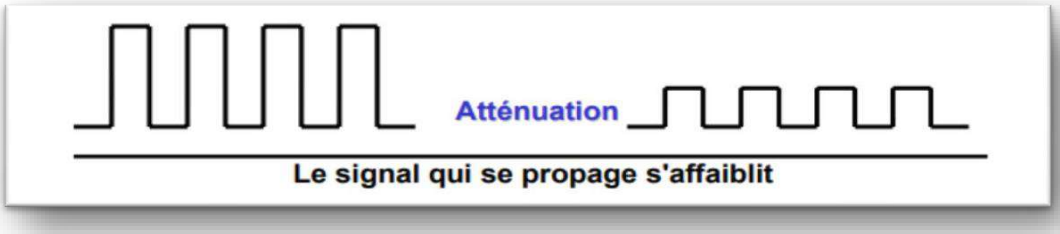


Figure III.15 : Atténuation de signal.

L'atténuation dans les fibres optiques résulte de plusieurs mécanismes.[27]

✓ Pertes intrinsèque : dépendent de la nature physico chimique de la fibre optique.

✓ Pertes par absorption moléculaire : elles sont causées par l'absorption des rayons optiques par la silice et les impuretés contenus dans celle-ci.

✓ Les irrégularités involontaires de structure provoquent des pertes par diffusion(Diffusion Rayleigh).

✓ Pertes extrinsèques : dépendent du couplage fibre-fibre ou fibre-composant.

✓ Les pertes dues aux conditions d'utilisation des fibres. Toute courbure trop serrée crée des pertes par rayonnement. Les micro-courbures sont des courbures très faibles, mais répétées et pratiquement incontrôlables, dues au conditionnement des fibres dans les câbles.

✓ Chaque jonction peut provoquer une perte de raccordement, puisque les fibres sont toujours utilisées par tronçons de longueur finie, raccordés entre eux.

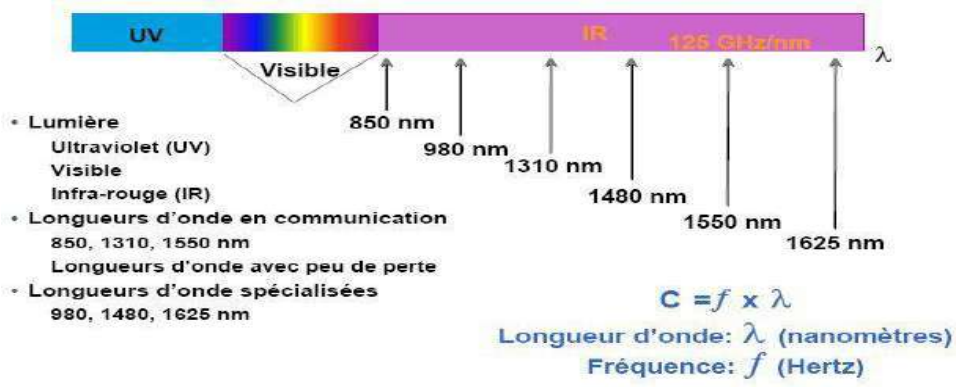


Figure III.16 **:** Spectre visuelle. [40]

Donc : La Figure (III.16)montre le spectre optique visuel allant de l'ultraviolet jusqu'infrarouge en longueur d'ondes. [1]

b) **Dispersion :**Le signal reçu est déformé par rapport au signal émis(dégradation)



Figure III.17 : dispersion de signal.[1]

Il existe deux types de dispersion :[27]

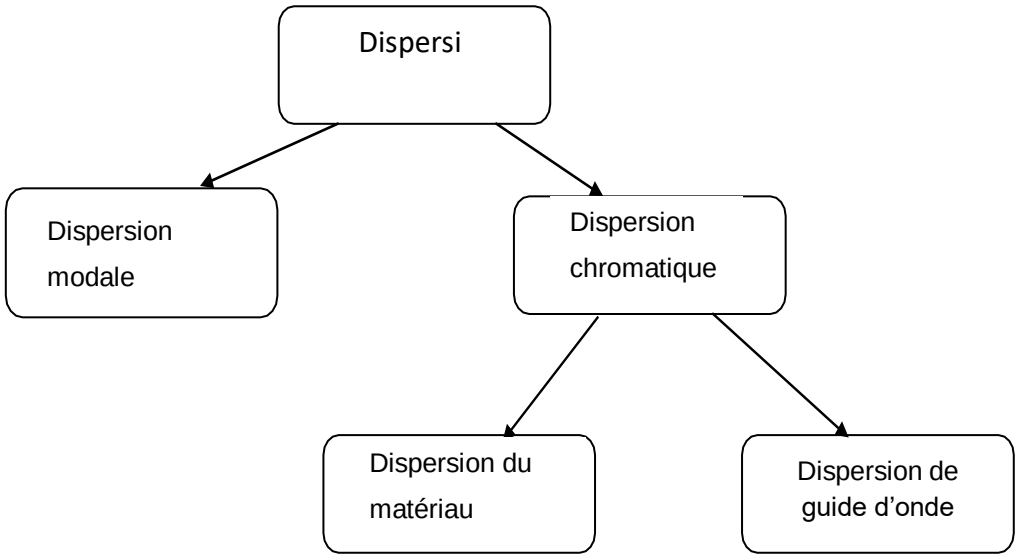


Figure III.18 : les types de dispersion.

✓ Dispersion chromatique (intermodale) :

La dispersion chromatique est la combinaison de deux types de dispersion : la dispersion du matériau et la dispersion du guide d'onde.

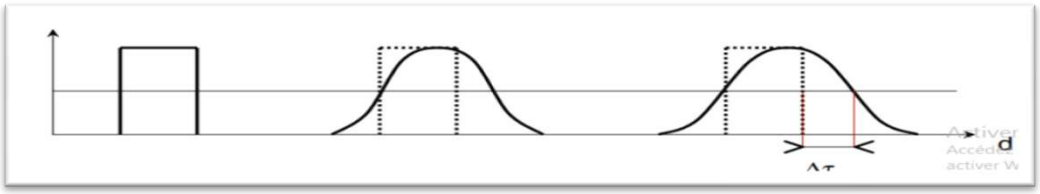


Figure III.19: Dispersion chromatique de signal.[27]

- La dispersion du matériau es causée par la dépendance de l'indice de réfraction de la longueur d'onde. En effet la dispersion du matériau est très petite à par rapport à la longueur d'onde

d'environ 1300nm, cette dispersion existe dans toute les fibres optiques qu'elle soit monomode ou multimode.

- La dispersion du guide d'onde est particulièrement importante pour les fibres monomodes. Elle est causée par le fait que la répartition de la lumière dumode fondamental sur le cœur et la gaine dépend de la longueur d'onde.
- La dispersion totale est la somme des dispersions due au matériau et la dispersion du guide d'onde. [38]

✓ Dispersion modale (ou intermodale) :

Dans une fibre optique multimode se propagent plusieurs modes, chacun suivant une trajectoire différente. L'énergie lumineuse transmise dans la fibre se répartie entre les différents modes qui se propagent dans le cœur.

L'ensemble des retards entre les différents rayons composant le signal lumineux détermine en réception une distorsion du signal électrique obtenu par le convertisseur optique-électrique ; cette distorsion est la Dispersion Modale.[27]

a) Bande passante :

La bande passante est un des paramètres les plus importants pour définir les propriétés de transmission d'une fibre optique.

La définition de La bande passante d'un système de communications optiques est généralement considérée comme étant la fréquence pour laquelle l'amplitude du signal optique a diminué de 3 dB (car 3dB correspond à un affaiblissement du signal de 50 %) ce quipermettra de stabiliser la fréquence maximale transmissible en ligne. Cette bande dépend de l'effet conjonctif des deux phénomènes de dispersion modale et chromatique**.**

Dans la pratique, la réponse n'est pas aussi franche, et on définit en général la bande passante (encore appelée largeur de bande du circuit) par : $B = f_2 - f_1$. [41]

b) Les pertes de connectique :

C'est la séparation longitudinale désalignement, radial, angulaire, excentricité et ellipticité des cœurs. Une source principale extrinsèque de perte de couplage dans les connexions fibre à fibre est l'alignement des fibres pauvres. Les trois erreurs de couplage de base qui se produisent pendant l'alignement des fibres sont des fibres de séparation (désalignement longitudinal), un défaut d'alignement latéral et angulaire. La plupart des erreurs d'alignement sont le résultat des imperfections mécaniques introduites par des techniques d'assemblage de fibres.

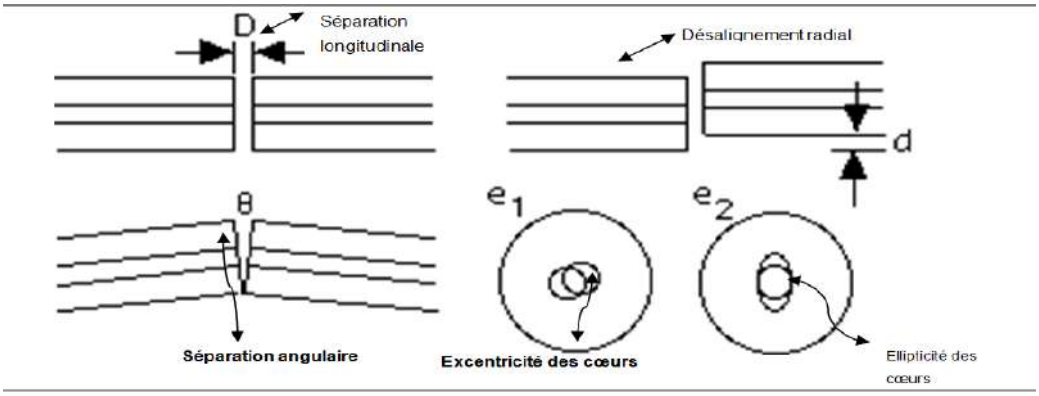


Figure III.20 : les déférentes pertes de connecteur. [29]

Dans les figures suivantes on va expliquer chaque désalignement. [2]

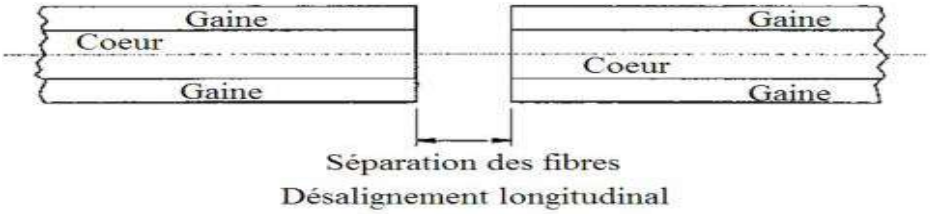


Figure III.21 : désalignement longitudinal.

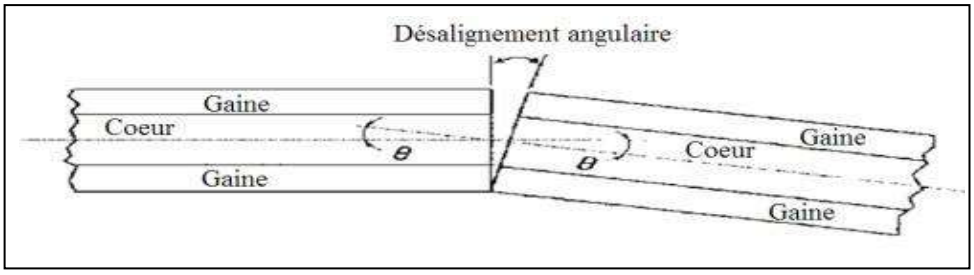


Figure III.22 : désalignement angulaire.[27]

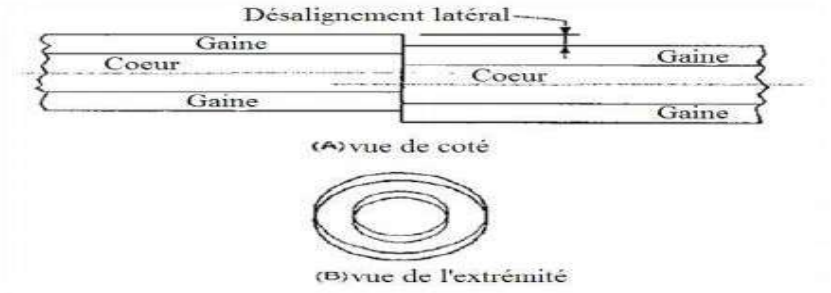


Figure III.23: désalignement latéral vue de côté (A) et vue d'extrémité(B).

c) Comparaison entre Fibres optique monomodes et multimodes :[27]

Tableau III.1 : Caractéristiques des différentes fibres optiques monomodes et multimodes

Fibre monomode	***Fibre multimodes***
Faible dispersion (quasiment nulle)	Forte dispersion
Connexion delicate	Connexion facile
Faible attenuation	Forte attenuation
Hauts débits (100Gbits/Km), utilisées pour des longues distances	Faible débit(1Gbits/Km), utilisées aux Réseaux locaux de faibles distances

d) Les applications de la fibre monomode :

Les applications de la fibre optique monomode sont nombreuses, les plus connues concernent :

- Les télécommunications, pour la réalisation des réseaux hauts débits à grande distance en technologie WDM, SDH, ATM
- L'audiovisuel, pour la réalisation des réseaux câblés de télévision en association avec le câble coaxial utilisé pour le raccordement de l'abonné.
- La médecine, ou la fibre optique est notamment utilisée.
- En chirurgie, pour transporter le faisceau laser jusqu'au tissus a traiter.
- En endoscopie, pour éclairer l'intérieur du corps et transmettre les images jusqu'au médecin.
- L'éclairage (muséographique, architectural, espaces d'agrément publics ou domestiques).
- La décoration/illumination de piscines, bassins, fontaines,
- La signalétique d'orientation de l'information (panneaux de signalisation et enseignes).
- La signalisation routière (rond points, séparation de voies de circulation). [40]

e) Câble à fibre optique :

- Câble à structure libre tubée (n fibre dans m tubes de protection libres en hélices autour d'un porteur central). La capacité type est de 2 a 432 fibres.
- Câble à tube central (n fibre libres dans un tube central)
- Câble ruban à tube central (n fibre les unes à coté des autres dans m rubans dans 1 tube central). La capacité type est de 12 fibres par 18 rubans, soit 216 fibres.

- câble ruban à tubes libres (n fibres les unes à cotes des autres dans m rubans dans p tubes libres en hélices autour d'un porteur central)

La réalisation des câbles doit tenir compte des contraintes physiques et chimiques ainsi que des conditions de sécurité de l'environnement ou ils sont déployés

f) spécificité des câbles :

- câble ignifugés
- câble sans métal résistant aux rongeurs
- câble résistant aux termites
- câble pour l'industrie pétrochimique
- câble pour égout

III.4. Pourquoi choisir un éclairage fibre optique :

III.4.1 : Eclairage naturel par fibre optique :

Cette récente technologie permet d'acheminer la lumière du soleil vers des pièces et locaux ne bénéficiant pas ou peu d'éclairage naturel. Les recherches et développements en cours visent à augmenter le rendement et à optimiser le coût de l'installation afin de réaliser des économies d'énergie et d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments.

Le système est composé de 3 éléments :

- un capteur solaire installé sur le toit du bâtiment : motorisé, il suit le soleil toute la journée afin de bénéficier de toutes les heures d'ensoleillement. Ce capteur solaire est équipé de lentilles de Fresnel qui permettent de capter le flux lumineux. Selon les équipements, les capteurs peuvent compter jusqu'à 72 lentilles captées le rayonnement. Les panneaux sont de taille variable en fonction des fabricants et besoins : moins de 1m2 et jusqu'à 9m2.
- des fibres optiques en polymère (notamment acrylique) qui permettent d'acheminer le flux lumineux (les infrarouges et ultraviolets sont filtrés) jusqu'aux luminaires auxquels ils sont raccordés. Les câbles de fibres optiques (d'une distance maximale de 20 m) sont raccordés aux capteurs. Au-delà de 7 m de long, le rendement et la qualité du flux lumineux sont diminués.
- des luminaires positionnés dans les pièces sombres ou aveugles : ils peuvent être installés au plafond ou en saillie des plafonds. En fonction des systèmes, les luminaires peuvent recevoir 2 à 3 câbles de fibres optiques. Certains luminaires intègrent des LED qui s'allument automatiquement en l'absence de soleil.

III.4.2.les Systems d'éclairage

Nous avons 3 systèmes dans le monde qui fonctionnent sur l'éclairage naturel de fibre optique :

III.4.2.1.système de Echy :

L'éclairage intérieur est un trait de caractère majeur de l'ambiance d'un bâtiment. Une lumière naturelle engendre une sensation de bien-être et de confort visuel.

La lumière véhiculée par ECHY à l'intérieur des bâtiments est d'une qualité équivalente à celle du soleil, propre, naturelle, sans transport de chaleur et sans rayons ultraviolets.

Pourquoi allume ton encore la lumière à l'intérieur des bâtiments alors qu'il fait beau dehors ?

C'est en partant de ce constat que, depuis plusieurs années, nous développons une technologie permettant d'amener la lumière du soleil à l'intérieur. Notre technologie peut aussi bien s'installer dans une crèche pour redonner de la lumière naturelle aux enfants, que dans un immeuble de bureaux ou une surface commerciale, afin d'améliorer la concentration des employés et d'accélérer les

ventes.[46]

Nous voulons révolutionner le monde de l'éclairage, pour que, demain, nous soyons tous connectés au soleil.



Figure III.24.Installation de système echy[46]

- **L'ÉCLAIRAGE TRADITIONNEL :**

Part de la consommation énergétique consacrée à l'éclairage[46].



Figure III.26 : Consommation énergétique (commerce et bureaux)

- **L'ÉCLAIRAGE NATUREL SOLAIRE :**

-**Humaine** : influence positive sur les capacités d'apprentissage, de concentration et de travail.|46]

-**Economique** : 0 facture énergétique

-**Ecologique** : utilisation d'une technologie 100% propre et durable

III.4.2.1.1. PRINCIPE TECHNOLOGIQUE :

ECHY récupère la lumière du soleil à l'extérieur des bâtiments et la transporte à l'intérieur par le biais de fibre optique[46]

1. CAPTATION DE LA LUMIÈRE : installé en toiture, un panneau de lentilles optiques concentre la lumière. Ce panneau est fixé sur un tracker solaire pour suivre la course du soleil tout au long de la journée**.**

Le module de concentration développé par ECHY est la clé de voûte du système. Ce module est composé de 18 lentilles de Fresnel, qui concentrent les rayons du soleil dans 18 fibres optiques. Le module est placé sur un traceur solaire, qui permet de suivre le soleil sur 360 degrés et donc de capter ses rayons tout au long de la journée.

Tableaux **III.2**. représentation caractéristique du panneau optique.

Dimensions	cm	120 * 60 * 30
Poids	Kg	30
Lentilles	u/module	18
Flux lumineux à 10 m	Lm	5000
Flux lumineux à 20 m	Lm	4000

Le flux lumineux introduit à l'intérieur du bâtiment correspond à 14 ampoules de 40 W à incan descence.



Figure III.27 : Le module de concentration

2. **TRANSPORT DE LA LUMIÈRE NATURELLE** :Une fois concentrée, la lumière est véhiculée à l'intérieur des bâtiments par le biais de la fibre optique. [46]

Les câbles de fibres optiques transportent la lumière du soleil tout en conservant son spectre lumineux complet. Ils peuvent conduire la lumière à la fois horizontalement et verticalement. Les câbles peuvent également être courbés sans affecter la diffusion de la lumière du soleil.
Ces derniers sont disponibles en quatre tailles différentes :
5 mètres, 10 mètres, 15 mètres et 20 mètres. La taille à choisir dépend de la distance entre le module de concentration et la sortie lumineuse à l'intérieur du bâtiment.



Figure III.28.les câbles des fibres optiques[46]

3. **HYBRIDATION :** une lampe bi-source hybride, solaire + électrique (LED) avec automatisme démodulation intégré, diffuse la lumière dans la pièce. [46]

- **FENÊTRE NOUVELLE ? ÉNÉRATION** ECHY Grande

surface lumineuse et luminaire universelpour toutes les hauteurs de plafond , Pose multiple : en applique, en suspension ou en encastré.



Figure III.27 : fenêtre echy

- **SPOT LUMINEUX** :Luminaires traditionnels fournis par *Luxer*, partenaire spécialisé dans l'éclairage par fibreoptique.



Figure III.30 : spot lumineux

Les utilisateurs ciblés par le produit sont très larges, il s'agit des bâtiments vivant en journée : les établissements de santé, de soin et de bien-être, les espaces d'apprentissage, les bâtiments

tertiaires, les centres commerciaux et les commerces, les bâtiments industriels, etc.[46]

III.4.2.1.2.Echy fournit la lumière naturelle pour :

- Exploiter la ressource solaire ;
- Bénéficier des impacts positifsde la lumière naturelle sur la santé ;
- Réaliser des économiesd'énergie ;
- Améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments ;
- Offrir un bien-être et un confort visuel pour les employés, les résidents ou les clients ;
- Utiliser une technologie 100% durable et propre.[46]

III.4.2.2.système de Himawari :

Le système se compose d'un capteur de lumière solaire et de dispositifs à fibre optique. Son collecteur de lumière solaire extérieur recueille la lumière du soleil passe à travers des fibres optiques en verre de quartz qui transmettent la vraie lumière du soleil dominée par les rayons visuels partout où vous le souhaitez.[50]

Par rapport à la lumière LED ordinaire qui est des radiations spécifiques déclenchées par l'énergie électronique, la lumière naturelle est directe à partir de la vraie lumière du soleil. Le spectre lumineux du système est beaucoup plus similaire à la vraie lumière du soleil, et la lumière UV est filtrée en utilisant le dôme en acrylique. Par conséquent, il offre un meilleur environnement intérieur pour la santé des personnes, l'agriculture intérieure et l'aquarium. Himawari illumine non seulement votre vie avec la vraie lumière du soleil, mais vous permet également de bronzer à l'intérieur sans lumière ultraviolette.

Le système est équipé d'un système de suivi automatique pour détecter avec précision les rayons du soleil et change continuellement sa position du lever au coucher du soleil. Il fournit un intérieur stable sans subir les contraintes imposées par l'emplacement de la pièce, l'orientation des fenêtres et l'altitude solaire**.**



Figure III.30 : le design des fibres optiques dans l'éclairage naturel d'une maison[50].

III.4.2.2.Transmission de la lumière du soleil par des câbles à fibres optiques :

Le dôme en acrylique recouvre chaque appareil, y compris l'objectif, le capteur et les câbles. Lorsque la lumière du soleil traverse le dôme en acrylique et la lentille convexe, la lumière du soleil est condensée environ 10 000 fois à travers une lentille très efficace. À l'heure actuelle, un effet appelé aberration chromatique se produit, provoquant différentes longueurs d'onde de la lumière du soleil - rayons ultraviolets, visibles et infrarouges. L'extrémité d'entrée d'un câble à fibre optique est positionnée au foyer de la lentille, puis nous faisons éliminer les rayons ultraviolets et infrarouges.

La lumière du soleil pénètre dans le câble par l'entrée et passe à travers le câble à fibre, répétant sa réflexion complète, et est émise par la sortie du câble à fibre.

Himawari utilise un câble en fibre de verre de quartz très pur qui transmet les rayons visibles avec très peu d'atténuation. Un câble composé de fibres optiques flexibles peut être installé dans n'importe quel bâtiment nouveau ou existant pour transmettre la lumière du soleil là où elle est nécessaire.

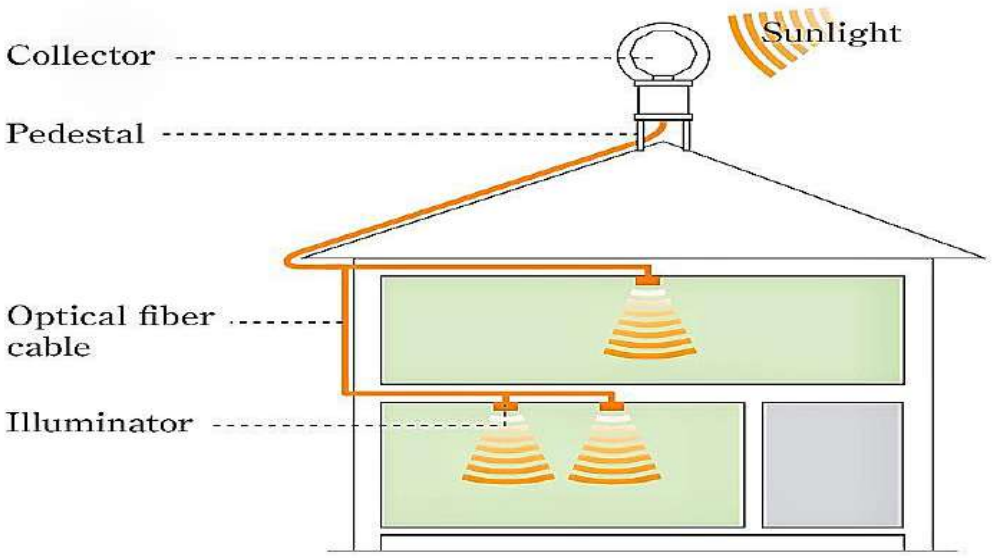


Figure III.31..matériel de cette installation du système

III.4.2.3.Himawari suit toujours la trajectoire du Soleil dans le ciel aux emplacements équatoriaux, de latitudes moyennes et polaires :

Himawari fournit une lumière naturelle stable avec son système de suivi automatique (le capteur solaire peut toujours détecter avec précision les rayons du soleil pendant une journée) et son mécanisme d'horloge qui contrôle le mouvement de la lentille de focalisation de la lumière pour viser avec précision le soleil. Même lorsque les nuages bloquent le soleil, le système peut suivre le mouvement du soleil en calculant la trajectoire et réagir rapidement aux changements de temps. Par conséquent, où que vous soyez, Himawari peut toujours capter la lumière du soleil pour vous.[50]

Remarque : 12 lentilles Himawari n'ont besoin que de 2 W de consommation d'énergie pour alimenter le mouvement de Himawari lorsqu'il continue de suivre et de suivre la direction du soleil.

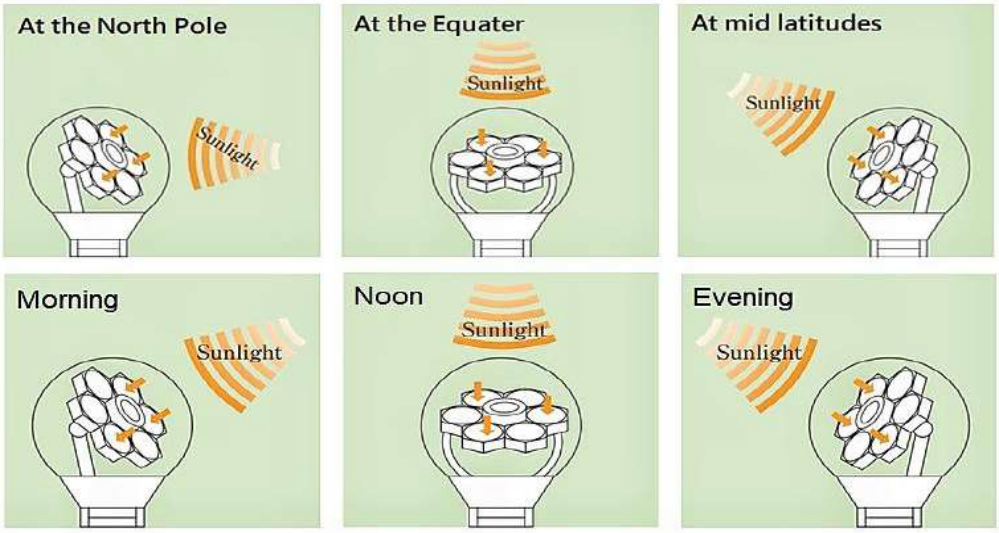


Figure III.32. Procédé de surveillance solaire.

Comparé à d'autres lampes LED, Himawari fournit un spectre similaire à la lumière naturelle du soleil et filtre les rayons ultraviolets pour vous aider à vous sentir heureux et à garder votre santé, à rester sous tension tout au long de la journée. L'exposition au soleil aide votre corps à créer de la mélatonine naturelle la nuit. Non seulement pour votre santé, la lumière naturelle sans UV protège également votre peau, vos meubles et vos tapis de la décoloration.[50]

III.4.2.4. Mécanisme du système d'éclairage solaire Himawari :

Les composants de Himawari :

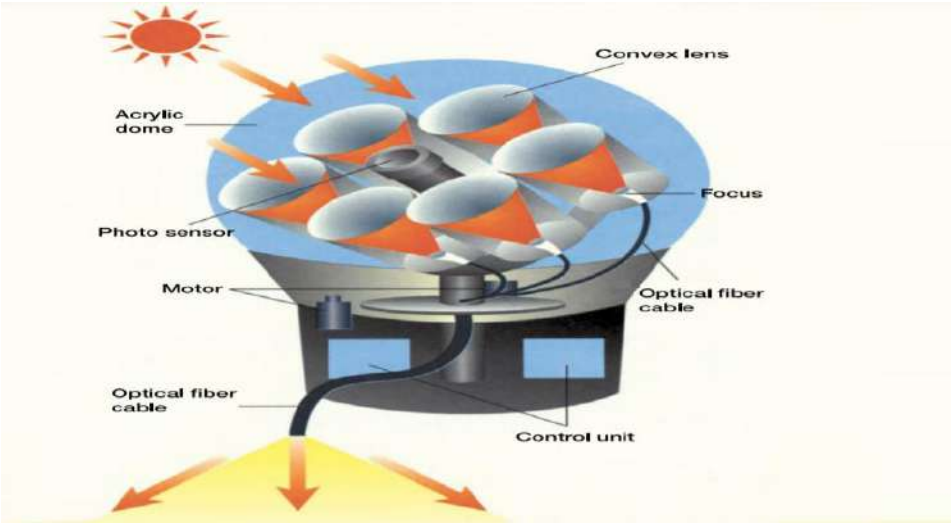


Figure III.33. Les composants de Himawari [50]

- **Convex Lens** : Le type de lentille qui fait converger les rayons de lumière et reste parallèle à l'axe principal (faisant converger les rayons incidents vers l'axe principal) est appelée lentille

convexe. Les lentilles convexes sont principalement minces sur les faces inférieure et supérieure de la lentille et épaisses au milieu si on les compare. Lentille convexe ont les bords incurvés vers l'extérieur, pas vers l'intérieur.

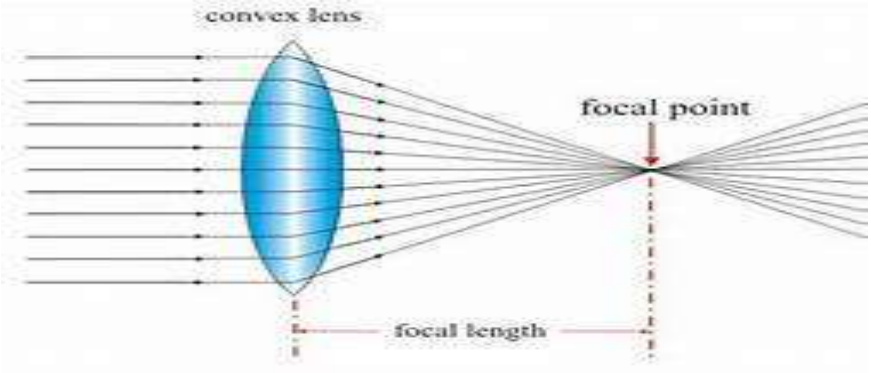


Figure III.34. Convexe Lens

- **acrylique dôme** : Ce dôme ou coupole est particulièrement adapté pour un éclairage zénithal de grande qualité.



Figure III.35. acrylique dôme

- **Photo sensor** : qui est un dispositif éco énergétique qui détecte les changements dans la lumière ambiante. Il utilise efficacement des photons de lumière pour allumer vos lumières quand il fait noir et éteint quand il fait clair, ce qui le rend parfait pour éclairer votre projet quand il fait noir dans votre chambre ou à l'extérieur.



Figure III.35. Photo sensor

- **Motor** : Les moteurs solaires sont des moteurs thermiques qui transforment la chaleur du soleil en énergie mécanique ; celle-ci servant en général à produire de l'électricité. Elle peut aussi être utilisée à d'autres fins.
- **Focus :** C'est ici que la lumière du soleil est concentrée pour la fourniture de fils de fibre optique.
- **Câble fibre Optique**: Le câble de fibre optique est un câble à haute vitesse date support de transmission. Il contient de minuscules filaments de verre ou de plastique porteurs de faisceaux lumineux. Solutions les données sont transmises via le câble via des impulsions lumineuses rapides. L'extrémité réceptrice d'une transmission par fibre optique traduit les impulsions lumineuses en binaire valeurs
- **Control unite** : l'unité de contrôle (de commande) commande et contrôle le fonctionnement du système, notamment du chemin de données. Une unité de contrôle est un circuit logique séquentiel qui réalise un automate fini, plus précisément une machine de Moore ou de Mealy, qui génère des signaux de contrôle pour piloter les éléments du chemin de données

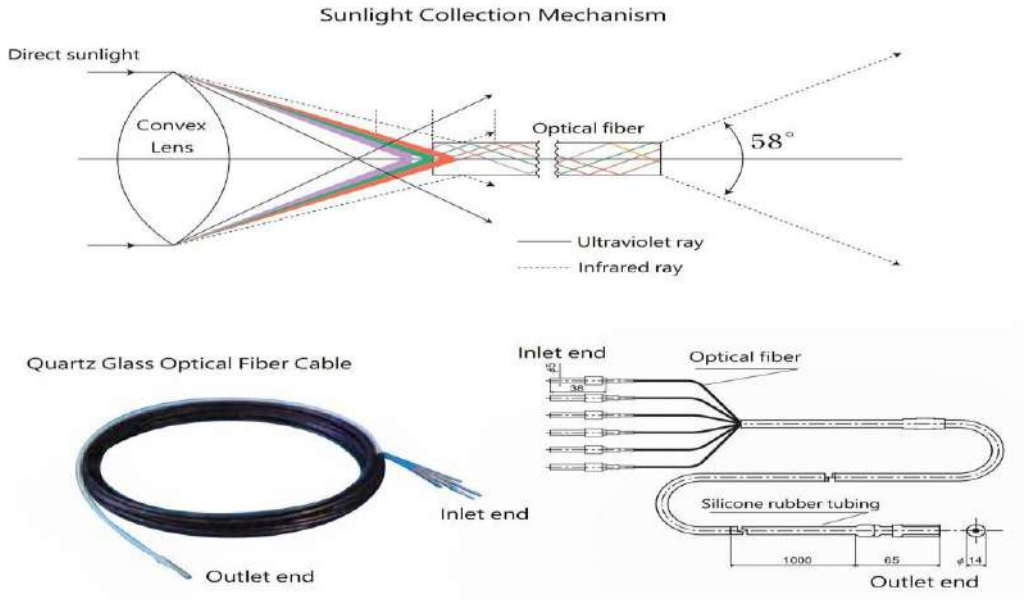


Figure III.36.mécanisme et outils de collecte de lumière du soleil.

Par rapport à la lumière LED ordinaire qui est des radiations spécifiques déclenchées par l'énergie électronique, la lumière naturelle d'Himawari est directe à partir de la vraie lumière du soleil.[50]

Le système HIMAWARI se compose d'un collecteur de lumière solaire (unité de focalisation de la lentille), de dispositifs à fibre optique en verre de quartz, d'un système de suivi automatique et du dôme extérieur en acrylique recouvrant tous les dispositifs. La coque extérieure solide - le

dôme en acrylique protège tous les appareils. Même par mauvais temps, la coque extérieure solide protège tout le matériel des fortes pluies et des vents violents. Il améliore la durabilité du produit passe à travers la lentille convexe et la lumière du soleil est condensée environ 10 000 fois à travers la lentille convexe, puis l'aberration chromatique se produit, provoquant différentes longueurs d'onde de la lumière du soleil. L'extrémité d'entrée d'un câble à fibre optique en verre de quartz est positionnée au foyer de la lentille, puis nous éliminons les rayons ultraviolets et infrarouges. Le dernier processus utilise un câble en fibre de verre de quartz très pur pour transmettre les rayons visibles dans votre pièce.

Par conséquent, notre lumière naturelle se compose principalement de rayons visibles qui sont les mieux adaptés pour améliorer la photosynthèse chez les plantes et également améliorer la couleur du corail et fournir un environnement de haute qualité pour que les poissons maintiennent un rythme circadien régulier dans un aquarium

III.4.2.3.système parans :

L'éclairage solaire Parans amène la lumière naturelle dans les bâtiments et loin des fenêtres, grâce à l'utilisation d'une technologie très intelligente. Nous utilisons des capteurs solaires et des câbles à fibre optique à faible intrusion pour conduire la lumière du soleil 30 étages plus bas pour faire de la lumière du soleil une expérience intérieure.

C'est un système de haute technologie qui rend l'environnement intérieur plus naturel, afin de laisser le soleil stimuler votre créativité et votre productivité tout au long de la journée, tout en réduisant la consommation d'énergie.

C'est un moyen de répondre aux exigences de lumière du jour, tout en ouvrant des possibilités de conception infinies dans le bâtiment.

Dans chaque bâtiment et construction où un environnement sain et durable est important, les solutions de Parans offrent des valeurs uniques.

Si vous devez diriger la lumière du jour plus d'un étage plus bas. Si vous ne voulez pas avoir une intrusion importante sur votre toit – Parans est la solution. Transformer les zones de propriété inutilisées en espace rentable - 30 étages plus bas. C'est une intrusion minimale pour une expérience de lumière maximale.[52]

A. Mécanisme du système d'éclairage solaire parans

La lumière du soleil pourrait se propager de diverses façons dans différents environnements. Nous choisissons de montrer les moyens que nous croyons être les plus naturels pour répandre la lumière du soleil à l'intérieur:[47]

- POINT LUMINEUX :répand la lumière du soleil sur une grande surface.

- PLAFONNIER :la lumière du soleil est répartie sur le plafond, ce qui donne l'illusion que la lumière passe par un puits ouvert.
- APPLIQUE MURALE :la lumière est répartie sur un mur plus grand comme une chute d'eau – ou, dans le cas de Parans – comme une chute légère.
- LUMIÈRE AMBIANTE/DIFFUSE :lorsque cela est préféré et donne la possibilité de combiner la lumière naturelle avec la lumière artificielle.



Figure III.37. les panneau solaire SP4 SPÉCIFICATIONS DU PRODUIT[47]

B. LES LUMINAIRES PURE POINT LIGHT ET HYBRID POINT LIGHT :

B.1. Pure hybrid light .

B.2. L1.Small :

Hybrid Light (lumière naturelle et lumière LED).Le luminaire Parans L1 Small et L1 Medium offre une belle lumière naturelle diffuse. Une partie de la lumière éclaire le luminaire de manière agréable, tandis que le reste de la lumière se répand dans la pièce et donne une empreinte passionnante en quadrant sur la surface qu'elle rencontre.



Figure III.38.les lamps L1 SMALL L1 MEDIUM.



Figure III.39.modèles de ce système.[47]

C. TYPES DE BÂTIMENTS ET ESPACES TYPIQUES :

Le système Parans est principalement demandé dans les secteurs commercial et public pour les projets de rénovation et de construction de nouveaux bâtiments. Les bâtiments destinés aux bureaux, aux soins de santé et à l'éducation sont nos types de bâtiments les plus courants, mais le système Parans ne s'y limite pas. Ci-dessous vous voyez les types de bâtiments les plus courants et les espaces où la lumière Parans est utilisée.[47]



Figure III.40.TYPES DE BÂTIMENTS ET ESPACES TYPIQUES

D. Utilisation de la technologie parans :

✓ ÉTABLISSEMENT DE SANTÉ, DE SOIN ET DE BIEN-ÊTRE (HÔPITAUX, EHPAD, INSTITUTS SPÉCIALISÉS) :

Le confort de vie est fondamental dans un établissement spécialisé. En apportant de la lumière naturelle, parans permet de recréer le cycle circadien du sommeil, ce qui tend à réduire les délais de guérison des patients et permet leur maintien en bonne santé. En outre, le confort visuel améliore le moral des patients, ainsi que celui du personnel.[47]

✓ ESPACES D'APPRENTISSAGE (ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES, CRÈCHES, ÉCOLES) :

La lumière du soleil stimule les fonctions cognitives et la concentration. L'introduire dans un bâtiment scolaire permet aux enfants, ou étudiants de bénéficier de l'influence positive de la lumière naturelle sur les capacités d'apprentissage. PARANS permet de stimuler leurs performances intellectuelles.

✓ BÂTIMENTS TERTIAIRES (BUREAUX, SALLES DE RÉUNION, ZONES DE CIRCULATION) :

L'absence de lumière naturelle génère de la fatigue et du stress, notamment à cause d'un dérèglement de la synchronisation de l'horloge biologique. Utiliser PARANS dans les bureaux, salles de réunion ou zones de circulation permet d'améliorer les conditions de travail des employés et de réduire l'absentéisme.

✓ COMMERCES (ZONES COMMERCIALES, MAGASINS) :

Avoir une lumière d'une bonne qualité est un critère majeur dans un magasin ou une zone commerciale, pour refléter au mieux la couleur des produits, mais aussi pour améliorer le confort visuel des clients.[47]

Selon des études américaines, les ventes peuvent augmenter jusqu'à 40% grâce au simple apport de

lumière natural.

- ✓ **BÂTIMENTS INDUSTRIELS (USINES, ZONES DE STOCKAGE) :**

On peut installer parans là où des fenêtres, ou des puits de lumière ne peuvent pas amener la lumière du soleil, et où il y a pourtant un réel besoin en lumière naturelle.

Le système parans permet donc de gagner des m² dans un bâtiment en réhabilitant des pièces aveugles

ou mal exposées à la lumière naturelle.[47]

Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté des généralités sur fibre optique, ensuite on a parlé de l'historique de la fibre optique et son développement au cours des années et on a discuté la description de la fibre optique et ses différents types, on a aussi fait la comparaison entre l'utilisation des différentes fibres optique dans divers domaines, à la fin de ce chapitre on a décrit les différents systèmes d'éclairage par fibre optique qui existent dans le monde.

Chapitre IV:

Intégration de la fibre optique dans l'habita

Introduction :

Les études montrent que la lumière naturelle a un impact positif sur notre santé. Nous nous sentons mieux et mieux prospérer dans des environnements intérieurs remplis de lumière naturelle. La capacité d'apprentissage augmente et nous devenons plus productifs. La lumière naturelle a un impact important sur la production humaine d'hormones qui nous tiennent éveillés au bon moment et nous font bien dormir la nuit.

Pour faire un calcul bien précis d'une installation d'un éclairage naturel par la fibre optique, il est nécessaire de connaitre certaines données concernant la situation géographique et le climat de la région où est implanté le projet (bloc à éclairer). L'architecture de la construction et l'orientation des ouvertures ont aussi une importance primordiale dans le cas étudié. Tous ces paramètres influençant l'éclairage de la construction étudiée.

IV.1.Présentation du projet :

Le thème de notre mémoire est l'étude d'une installation d'éclairage d'une nouvelle crèche pour enfant située dans la ville de Berrouaghia (willaya de Médéa) au nord de l'Algérie, le locale à éclairer est constitué d'un rez-de-chaussée (RDC) et deux étages (E1, E2), cette crèche contient des classes, des dortoirs, salles de réunion, bureaux, magasins, et sanitaires,…[33].

IV.1.1.Le but du projet :

Le but de cette étude est de permettre à cette nouvelle technologie de la fibre optique de diriger la lumière du soleil vers les diverses pièces de la crèche qui vont bénéficier d'un éclairage ayant un aspect naturel et d'accroitre l'efficacité énergétique du bâtiment dans le but d'économiser les couts et l'énergie

IV.1.2. La Situation géographique :

Pour commencer l'étude d'un projet d'éclairage Natural,, il est nécessaire de connaître toutes les informations concernant la situation géographique de ce projet : [33]

-La wilaya : Médéa ;

-La commune : Berrouaghia ;

-l'altitude du site par rapport au niveau de la mer 939 m;

-La latitude de la région où est implanté le projet 36° 9' 45.235" N;

-La longitude 2° 55' 3.344" E ;

-L'orientation des locaux du projet :(se trouve à la ville de Berrouaghia, Willaya de Médéa, au nord sud d'Alger).



Figure IV. 1: Vue par satellite du site de la crèche **[33].**

IV.1.3.Conditions de base :

Les conditions de base auront une influence directe sur la quantité de l'éclairage dont nous avons besoin dans le bâtiment.

- **Les données :** Ce sont les données à introduire avec un niveau de définition minimum, qui seront nécessaires et pourront être stockées selon l'ergonomie du logiciel dans des bibliothèques que le concepteur peut utiliser.

  -L'environnement physique (Climat, site, orientation)

  -Le bâtiment (l'enveloppe, les surfaces des locaux)

  -Les apports internes (occupants, éclairage, température, ..)

  -Les équipements (ventilation, chauffage et système de refroidissement).

- **Déroulement pour installation de l'éclairage Natural :**
  - Les diagrammes climatiques de meteoblue [48] se basent sur 30 ans de simulations horaires de modèles météorologiques et sont disponibles pour chaque endroit sur Terre. Ils donnent de bonnes indications sur les schémas climatiques typiques et les conditions attendues (température, précipitations, ensoleillement et vent). Les données météorologiques simulées ont une résolution spatiale d'environ 30 km et ne peuvent pas reproduire tous les effets météorologiques locaux, tels que les orages, les vents locaux ou les tornades, ainsi que les différences locales telles qu'elles se produisent dans les zones urbaines, montagneuses ou côtières.

A. Température et précipitations

La "maximale moyenne quotidienne" (ligne rouge continue) montre la température maximale moyenne d'un jour pour chaque mois pour Berrouaghia. De même, «minimale moyenne quotidienne" (ligne bleu continue) montre la moyenne de la température minimale. Les jours

chauds et les nuits froides (lignes bleues et rouges en pointillé) montrent la moyenne de la plus chaude journée et la plus froide nuit de chaque mois des 30 dernières années.

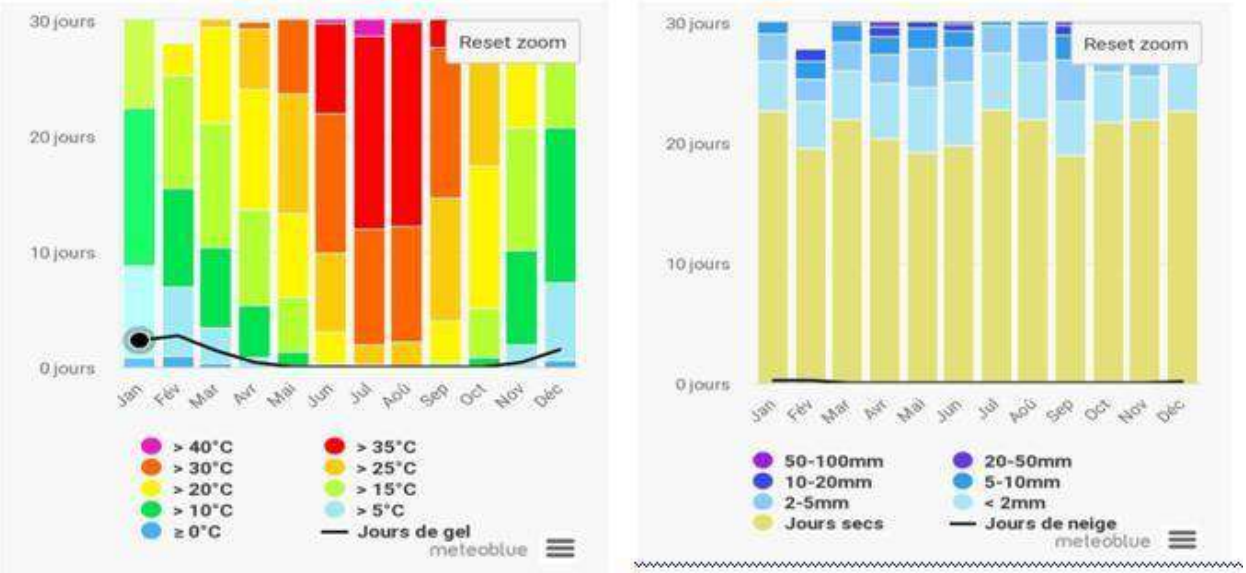
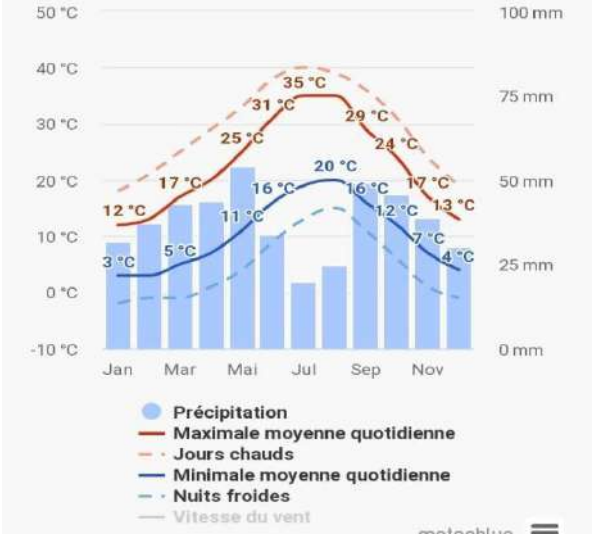


Figure IV. 2: Températures maximales ; Quantité de précipitations.



.**Figure IV. 3:** Précipitations mensuelles de la ville Berrouaghia

Le diagramme de la température maximale à Berrouaghia montre le nombre de jours par mois qui atteignent certaines températures, Le diagramme de la précipitation pour Berrouaghia indique depuis combien de jours par mois.

À partir de ces diagrammes, nous pouvons conclure que :

- En moyenne, les mois les plus chauds sont juillet et aout.
- Juillet est le mois le plus sec.
- Les mois les plus froids sont décembre, janvier et février.
- Le mois le plus pluvieux est mai.

B. Durée d'ensoleillement

La durée d'ensoleillement, ou durée de l'insolation effective, est un indicateur climatique qui mesure la durée temporelle pendant laquelle un endroit, un lieu est soumis à l'insolation effective, c'est-à-dire soumis à un rayonnement solaire suffisamment intense et puissant pour produire des ombres bien distinctes.

Les études statistiques réalisées (figure IV.4) montrent que les durées maximales d'ensoleillement ont été enregistrées les mois de juillet et aout (14.3 heures). En revanche, novembre est le mois qui présente la durée minimale d'ensoleillement (7.6 heures).

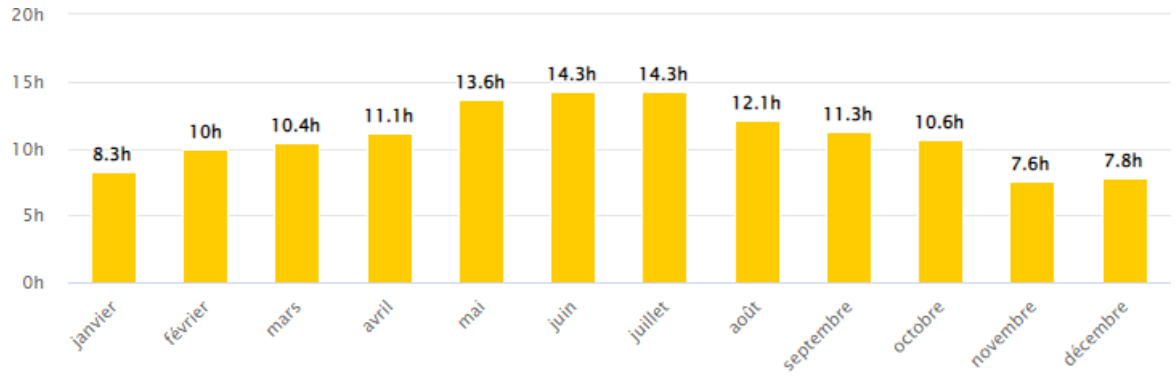


Figure IV.4 : Les durées d'ensoleillement- Berrouaghia

IV.2.Description de la crèche :

Nous présentons les différents locaux et le plan de notre bâtiment(Crèche).Il comporte le rez-de-chaussée et deux étages, le premier et le deuxième.[33]

Les différents locaux et leur caractéristique sont résumés dans les tableaux **IV.**1, **IV.**2et **IV.**3 :

Tableaux (**IV.**1) : Répartition des locaux (rez-de-chaussée)

N°de locaux	Designation	Surface (m2)	Hauteurs (m)
R1	Cuisine	82,80 m^2	3,21
R2	Sanitaires enfants	12,53 m^2	3,21
R3	Sanitaires enfants	11,93 m^2	3,21
R4	Réfectoire 64 couverts	33,22 m^2	3,21
R5	Réfectoire personnelle 32 couverts	37,09 m^2	3,21
R6	Circulation	89,77 m^2	3,21
R7	Réfectoire 200 couverts	85.62 m^2	3,21
R8	Sanitaires F	9 m^2	3,21
R9	Sanitaires H	8,64 m^2	3,21
R10	Vestiaires F	14,66 m^2	3,21
R11	Circulation	13,58 m^2	3,21
R12	Vestiaires H	13,48 m^2	3,21

R13	Rangement poussettes	22,66 m^2	3,21
R14	Accueil	65,50 m^2	3,21

Tableaux (**IV.**2) : Répartition des locaux (1ére étage).

N°De locaux	Designation	Surface (m^2)	Hauteurs (m)
E1-1	Magasin	8,66m^2	3,21
E1-2	Magasin	8 m^2	3,21
E1-3	Circulation	6,79 m^2	3,21
E1-4	Circulation	11,66 m^2	3,21
E1-5	Salle de classe	27,43 m^2	3,21
E1-6	Dortoir	24,7 m^2	3,21
E1-7	Magasin	3,6 m^2	3,21
E1-8	Sanitaires enfants	12,5 m^2	3,21
E1-9	Sanitaires enfants	12 m^2	3,21
E1-10	Salle de classe	34 m^2	3,21
E1-11	Dortoir	13 m^2	3,21
E1-12	Salle de classe	23 m^2	3,21
E1-13	Salle de classe	36,50 m^2	3,21
E1-14	Dortoir	46 m^2	3,21
E1-15	Dortoir	22,6 m^2	3,21
E1-16	Sanitaires H	7 m^2	3,21
E1-17	Sanitaires F	10 m^2	3,21
E1-18	Gestionnaire	19 m^2	3,21
E1-19	Trésorerie	20 ,50 m^2	3,21
E1-20	B.directrice	27,5 m^2	3,21
E1-21	Circulation	99,45 m^2	3,21

Tableaux (IV.3):Répartition des locaux(2^{eme}étage).

N°De locaux	Designation	Surface(m^2)	Hauteurs (m)
E2-1	Magasin	9,29 m^2	3,21
E2-2	Magasin	9,27 m^2	3,21
E2-3	Circulation	11,24 m^2	3,21
E2-4	Salle de classe	25,34 m^2	3,21
E2-5	Salle declasse	26,46 m^2	3,21
E2-6	Circulation	15 m^2	3,21
E2-7	Sanitaires enfants	12.57 m^2	3,21
E2-8	Sanitaires enfants	11,93 m^2	3,21
E2-9	Salle polyvalente	50 m^2	3,21
E2-10	Sanitaires	10,52 m^2	3,21
E2-11	Salle de réunions	43,84 m^2	3,21

E2-12	Salle de classe	37,09 m^2	3,21
E2-13	Salle polyvalente	100,56 m^2	3,21
E2-14	Circulation	126,32 m^2	3,21
E2-15	Magazine	14,49 m^2	3,21
E2-16	Salle de classe	29,45 m^2	3,21

L'implantation de ces éléments est désignée sur le plan architectural suivant **[26]** :

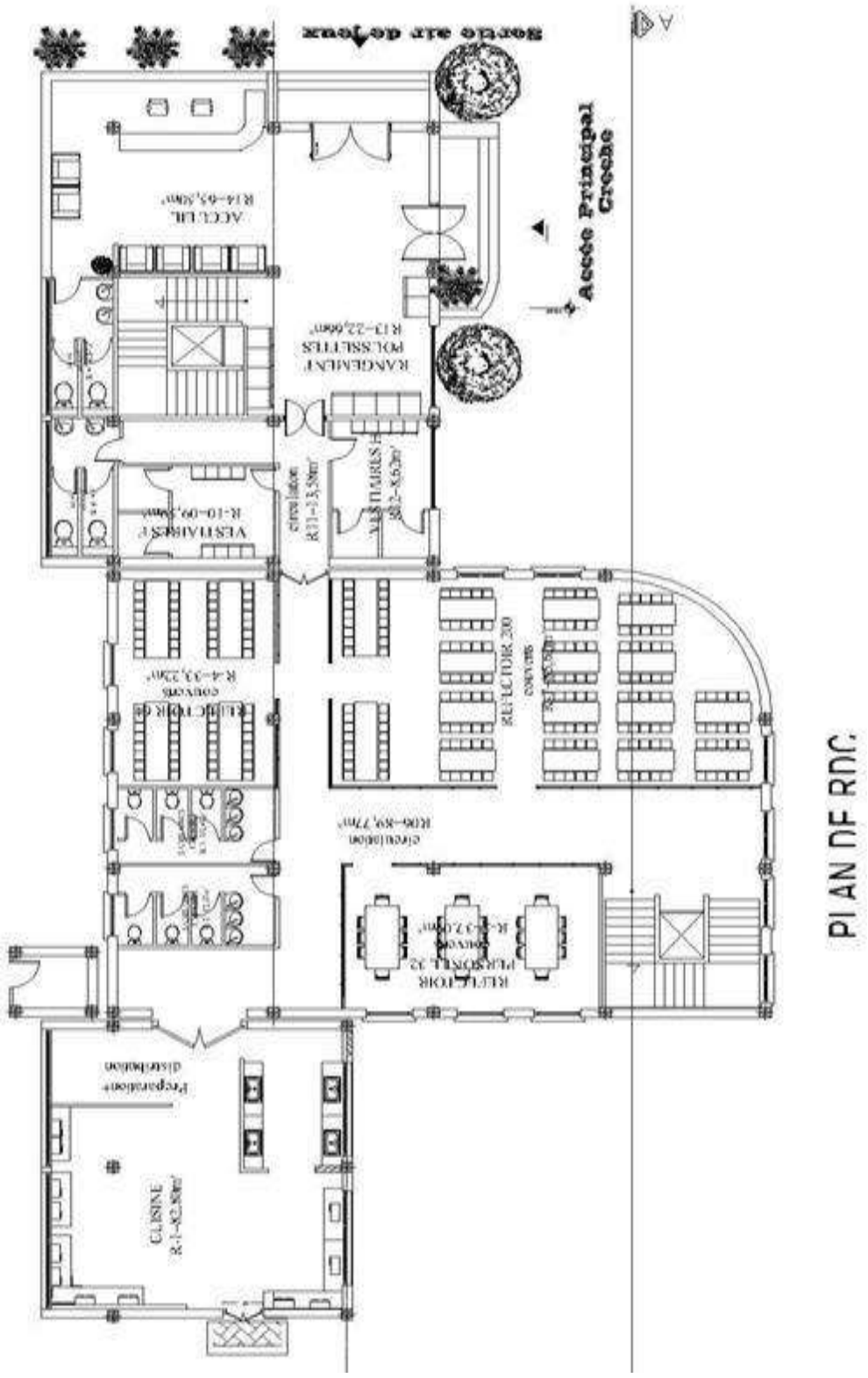


Figure IV.5 : Plan RDC

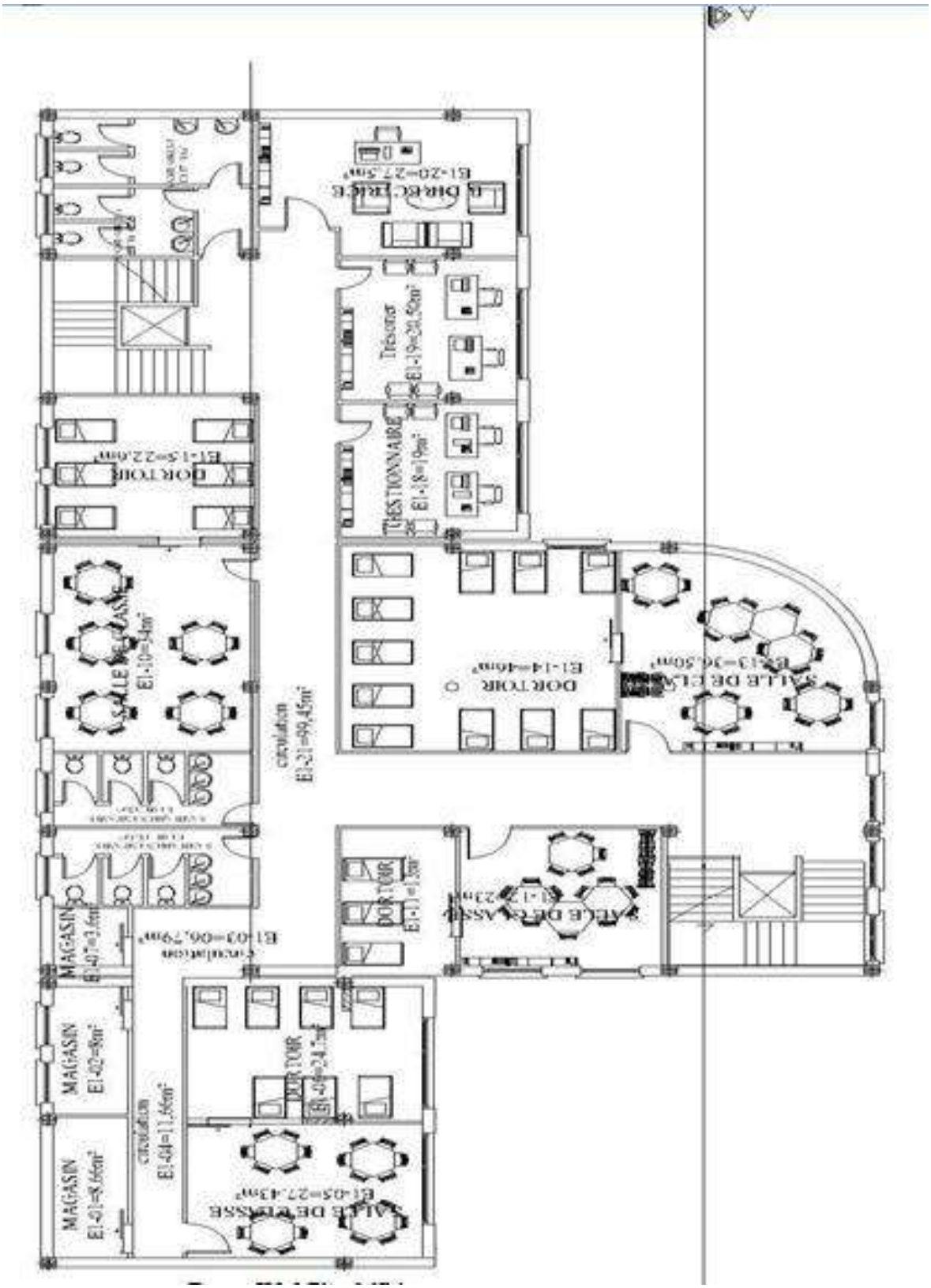


Figure IV.6 : Plan 1er étage

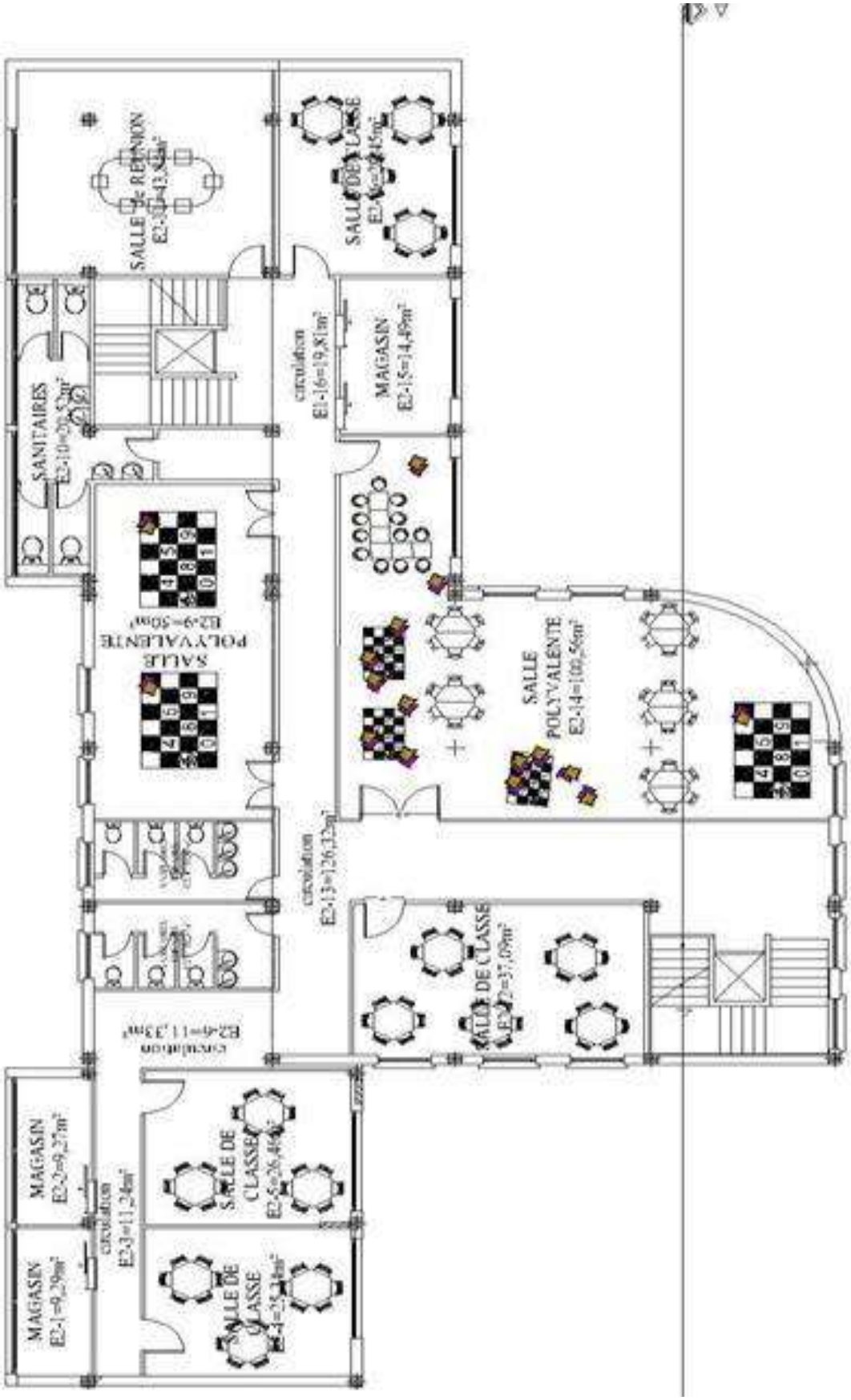


Figure IV.7 : Plan 2eme étage .

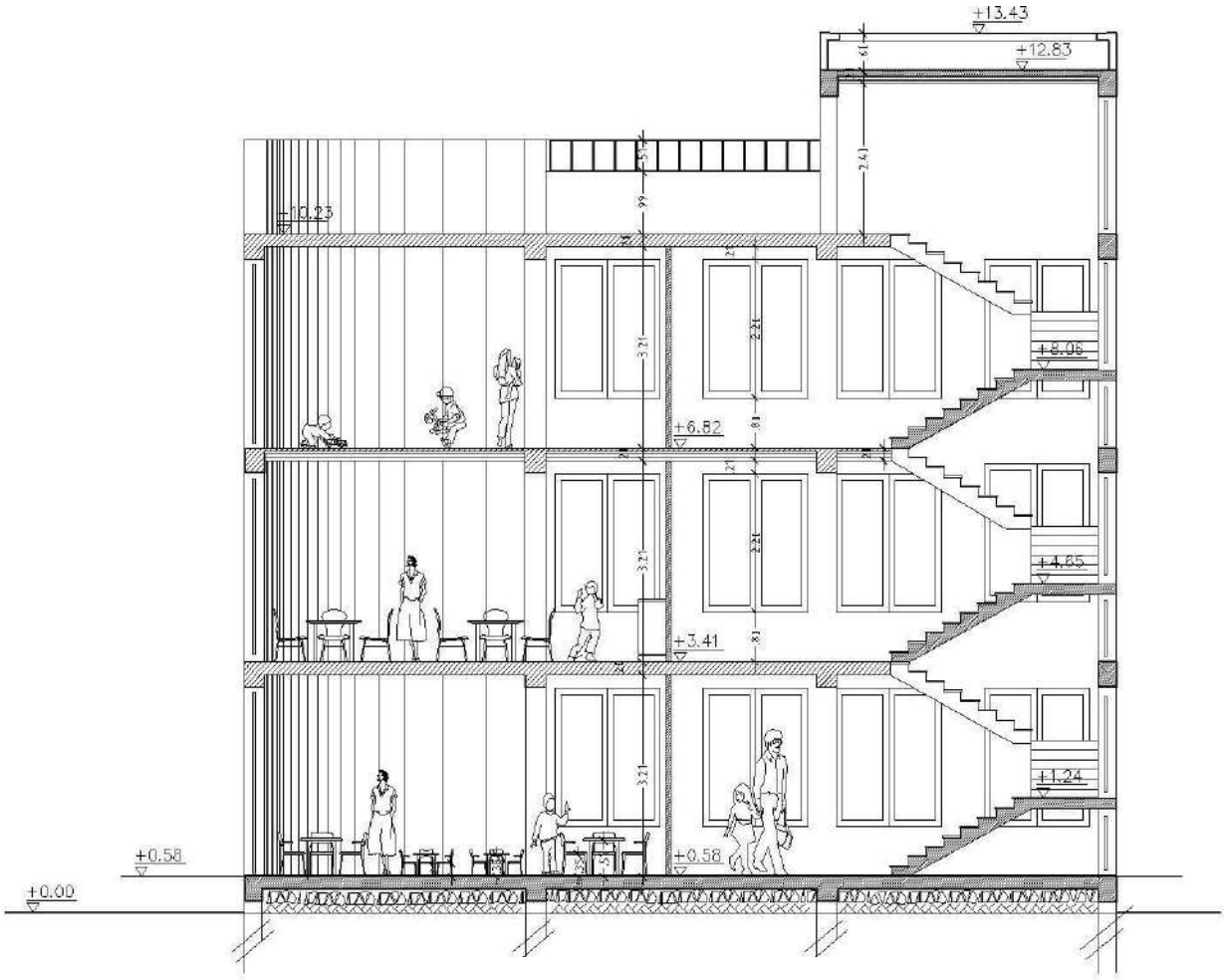


Figure IV.8.coupe des Plan A-A

IV.2.1.Éclairage naturel dans la crèche :

Il est préférable de choisir une pièce avec des fenêtres orientées vers l'est ou le sud-est : l'enfant se réveille le matin, pour que la lumière du soleil ait un effet bénéfique sur le système nerveux de l'enfant. Dans les pièces avec des fenêtres à l'ouest, le système d'éclairage est anormal : le matin, il fait crépuscule, et le soir, il fait chaud et léger. Les salles dotées de fenêtres orientées vers le nord nécessiteront un éclairage industriel plus lumineux. Nous optons pour l'éclairage à l'aide de la fibre optique.

Ces règles ne peuvent être négligées. Un éclairage naturel approprié devrait être suffisamment lumineux sans transition soudaine de la lumière à l'ombre, qui gène les yeux.

L'utilisation de l'éclairage par la fibre optique (parans) est justifié par:

- Un éclairage lumière du jour peut être bénéfique pour la santé et le bien-être des enfants et des enseignants. La lumière naturelle permet aussi de faciliter la concentration et les apprentissages des enfants.
- La présence d'ensoleillement durant les heures de travail de la crèche (de 08 :00 à 18 :00).
- Et pour augmenter aussi l'efficacité énergétique du bâtiment.

IV.2.2.Détails de la sélection du système parans :

Concevoir des environnements d'apprentissage du point de vue des enfants est intelligent d'un point de vue social; lorsque nous investissons dans nos enfants et créons un bon environnement d'enfance, cela les affectera en termes de développement de leurs.

Cette récente technologie permet d'acheminer la lumière du soleil vers des pièces et locaux pour qu'ils bénéficient de la lumière. Les recherches et développements en cours visent à augmenter le rendement et à optimiser le coût de l'installation afin de réaliser des économies d'énergie et d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments surtout avec le développement de la population mondiale qui vit en milieu urbain et nécessitent beaucoup d'énergie.

Pour l'apprentissage des élèves et le bon rendement des travailleurs, l'idéal, évidemment, c'est la lumière du jour, la plus propice « au bon fonctionnement du cerveau », car la lumière du jour elle est très riche énergétiquement. Dans l'étude « Daylight and School Performance in European School children », publiée en décembre 2020, les chercheurs ont constaté que « les caractéristiques de la salle de classe associées à l'ajourage ont une incidence importante sur le rendement des écoliers et peuvent représenter plus de 20 % de la variation entre les résultats aux tests de performance » en mathématiques et en logique.

Déjà en 1999, le Heschong Mahone Group. Daylighting in Schools 1999 a trouvé, dans des conditions optimales, des améliorations de test allant jusqu'à 26%. Il a été conclu que les élèves ayant le plus d'ajourage dans leur classe progressaient 20 % plus vite aux tests de mathématiques et 26 % aux tests de lecture en une année que ceux ayant le moins d'ajourage.

Lorsque nous concevons des écoles, avons-nous les enfants à l'esprit, tant en ce qui concerne l'aménagement physique que la conception de la lumière? « Si nous concevons du point de vue des enfants, ce sera toujours bon pour les enfants et les adultes, mais si nous concevons du point de vue exclusif des adultes, nous pourrions supposer que ce ne sera pas toujours bénéfique pour les enfants.»

La lumière naturelle des fenêtres est une grande ressource, mais en même temps difficile à utiliser. Il disparait rapidement plus loin dans la pièce et crée facilement de grands contrastes et éblouissement, en particulier dans les pièces profondes.

Nous devons être bien conscients des proportions de fenêtres par rapport à la taille de la pièce. Comment concevoir pour utiliser la lumière naturelle de la meilleure façon. Nous devons aussi tenir compte de l'emplacement géographique, de la latitude et des variations saisonnières – ce qui vous donne un solstice différent dans le bâtiment et quelque chose à considérer lors de la conception d'un bâtiment.

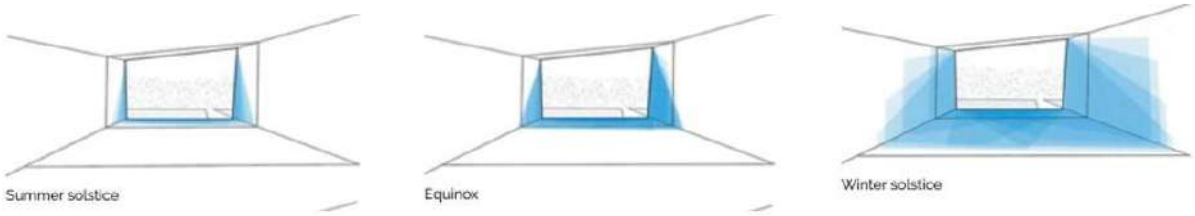


Figure IV.9.un solstice différent dans le bâtiment.

Pour donner les meilleures conditions pour une pièce avec la lumière naturelle, vous devez travailler avec l'équilibre de la lumière naturelle dans la pièce. Le système Paras fonctionne bien avec les fenêtres. Les niveaux de lumière des fenêtres et Parans coïncident souvent à la fois dans le temps et l'intensité et avec un nombre approprié de luminaires les niveaux de lumière peuvent être maintenus égaux.

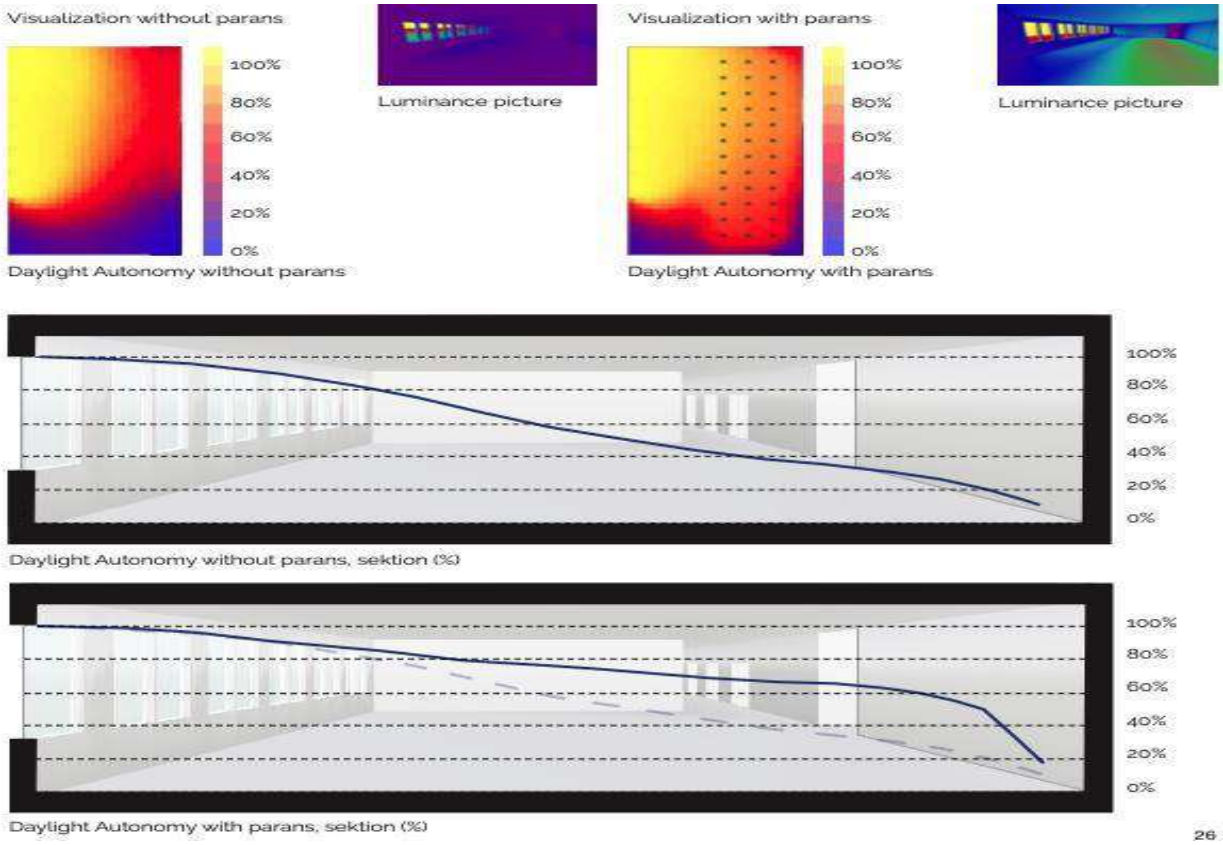


Figure IV.10 : L'analyse de l'autonomie en lumière du jour sans et avec le système parans



Figure IV.11 :. Le système Paras fonctionne bien avec les fenêtres.

La lumière du soleil dans les bâtiments et loin des fenêtres avec la solution de Parans, nous pouvons créer des espaces ensoleillés dans chaque bâtiment. Des câbles de fibre optique fins et flexibles conduisent la lumière du soleil loin des fenêtres et profondément dans le bâtiment où la lumière du soleil des fenêtres ne peut pas atteindre. Même s'il est courant d'avoir des fenêtres le long de la façade et que la lumière naturelle à l'intérieur, comme il pourrait être courant de conduire la lumière du soleil via un système Parans profondément dans le bâtiment dans chaque pièce, chaque étage.

IV.3.calcule de système :

IV.3.1.calcule de fibre :

La fibre optique est un dispositif qui piège la lumière, et permet ainsi la transmission de signaux lumineux sur de longues distances. Comme nous avons déjà dit une fibre optique est formée de deux milieux transparents : le cœur, cylindrique, d'indice constant ou variable, entouré par la gaine, d'indice plus petit. L'ensemble est entouré d'une enveloppe protectrice opaque. Pour être sur que la lumière va rester dans la fibre durant sa transmission, Nous calculons la valeur maximale de l'angle d'incidence pour laquelle la lumière est transmise le long de fibre. Sachant que l'angle d'incidence est l'angle formé entre le rayon incident et la normale à une surface rencontrée.

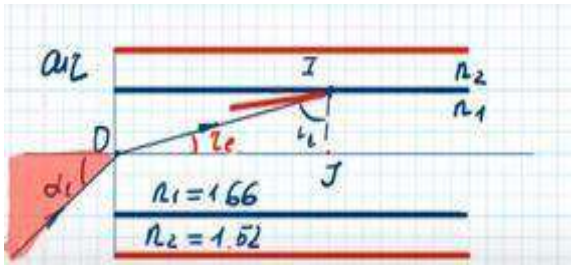


Figure IV.12 : Transmission de la lumière à travers la fibre optique

La transmission de la lumière à travers une fibre optique :

La fibre avec laquelle nous travaillons a les indices suivants : âme (cœur) en verre n_1=1.66,entourée par une gaine d'indice n_2 =1.52

I: $n1 \times \sin(il) = n_2 \times \sin\frac{\pi}{2} = n_2$ (IV.1)

Δ I O J : $re = \frac{\pi}{2} - il$

- $\sin\alpha\ l = n1 * \sin le$
- $= n1 * \sin(\frac{\pi}{2} - le)$
- $\sin\alpha\ l = n1 * \cos il$
- $\cos il = \sqrt{1 - \sin^2 il} = \sqrt{1 - \frac{{n_2}^2}{{n_1}^2}}$
- $= \frac{\sqrt{{n_1}^2 + {n_2}^2}}{n_1}$
- $\sin\alpha\ l = \frac{\overline{n1 * \sqrt{n1^2 - n2^2}}}{n1}$
- $\sin\alpha\ l = \sqrt{n1^2 + n2^2}$
- $\alpha\ l = \sin^{-1}\sqrt{n1^2 + n2^2}$
  Avec n1=1.66 et n2 =1.52
- $\alpha\ l = \sin^{-1}\sqrt{1.66^2 + 1.52^2}$
- $\alpha\ l$ =25,4625412384

IV.3.2. Comment calculer la quantité d'éclairage nécessaire dans une pièce?

La question de l'éclairage est souvent appréhendée comme une affaire de spécialiste, car chacune des pièces de la maison nécessite un éclairage bien spécifique. Dans une cuisine ou une salle de bain, par exemple, le besoin en éclairage est nettement supérieur à celui du salon ou d'une chambre et possède ses propres règles et spécificités.

La quantité d'éclairage nécessaire pour l'espace dépend de nombreux paramètres : le type de pièce et l'atmosphère que vous voulez y créer, mais aussi sa surface. Lumens, watts ou kelvins, on perd souvent parmi toutes ces unités de mesure. Nous découvrons des éléments clés pour enfin tout comprendre, et estimer la quantité d'éclairage nécessaire pour la pièce que nous voulons concevoir.

IV.3.2.1.Quelques notions d'éclairage

Pour éclairer une zone de votre habitation de manière efficace tout en créant un espace agréable à vivre au quotidien, il convient d'apprendre à maîtriser quelques notions d'éclairage. Un éclairage réussi souligne les zones que l'on souhaite valoriser et mettre en avant, ou encore les espaces de vie au sein desquels on se regroupe et vers lesquels on souhaite être naturellement dirigé en entrant dans la pièce : la table de la salle à manger, la table basse du salon, le canapé, l'ilot de la cuisine, etc.

Une autre donnée, plus subjective celle-ci, entre également en compte : le style d'aménagement de la pièce. En effet, à éclairage identique le rendu sera très différent entre un salon épuré au sol clair et meublé de bois blanc, et un autre salon plus chargé aux meubles imposants et au sol foncé. De même la puissance d'éclairage s'adapte aux activités : le travail tel que les devoirs ou la préparation du repas nécessite un éclairage vif tandis qu'un moment de lecture ou de télévision requiert un éclairage plutôt diffus et tamisé. Cet élément est donc à prendre en compte en fonction des zones que l'on souhaite aménager.

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

Local et activité	Eclairement moyen
Hall d'entrée et couloirs	
Hall d'entrée	100 lx
Couloir et circulation	50 - 100 lx
Escalier	100 lx
Sanitaires	
Eclairage ambiant	200 lx
Eclairage du miroir et du lavabo	300 - 500 lx
Toilettes	100 lx
Cuisine	
Eclairage ambiant	200 - 300 lx
Eclairage du plan de travail	300 - 500 lx
Living – Salon	
Zone de repos (fauteuil, etc.)	50 - 200 lx
Lecture	300 lx
Salle à manger	
Eclairage général	100 lx
Eclairage de la table	100 - 300 lx
Chambre	
Eclairage général	100 - 200 lx
Zone de lecture (tête de lit)	300 lx
Débarras, buanderies, caves, garage, etc.	
Eclairage général	50 - 100 lx
Zone de travail (repassage, bricolage, etc.)	300 lx

Tableaux IV.4. Normes algériennes sur l'éclairage.

IV.3.2.2.Les données techniques:

Pour bien maîtriser son éclairage, une autre étape indispensable consiste à comprendre et maîtriser les données techniques. 3 éléments essentiels figurent sur les emballages de nos sources lumineuses et de nos luminaires :

• **Les Watts (W)** :Cette unité mesure la puissance électrique produite par la source lumineuse, c'est à dire sa consommation électrique. Avec les ampoules basse consommation que sont la LED et les ampoules fluo-compactes, cette unité de mesure n'est plus révélatrice de l'efficacité lumineuse d'une ampoule, mais de sa consommation électrique : plus le nombre de watts est élevé, plus l'ampoule consomme d'électricité .

• **Les Lumens (Lm)** :Cette unité mesure la quantité de lumière émise par une ampoule : c'est le flux lumineux. C'est le critère décisif quant à la luminosité produite par une ampoule, car pour une même consommation exprimée en watts, toutes les ampoules ne produisent pas la même quantité de lumière. Pour bien comprendre, imaginez le flux d'eau qui sort de votre pommeau de douche : plus la main est éloignée du pommeau, moins elle reçoit d'eau voire n'en reçoit pas du tout. De la même manière, plus on éloigne son livre de sa lampe de chevet ou de sa liseuse, moins on a de lumière pour lire. Ainsi, plus le nombre de Lumens est élevé, plus l'ampoule produit un flux lumineux important et éclaire efficacement.

• **Les degrés Kelvin (K):** Cette unité mesure la température de couleur de la lumière. Paradoxalement, plus la donnée est élevée et plus la lumière est froide, autrement dit "bleutée". Et plus la donnée est basse, plus la lumière est chaude, autrement dit "orangée".

Quelques repères :

Lumière très chaude : d'aspect orangé / flamme de bougie, autour de 1500 K,

Lumière chaude : d'aspect jaune orangé, autour de 2700 K,

Lumière douce : d'aspect blanc neutre, autour de 4000 K,

Lumière froide : d'aspect bleuté, la plus proche de la lumière du jour, autour de 6500 K.

• **Les Lux (Lx) :**Une autre donnée est à prendre en compte car elle sert de base au calcul de la quantité d'éclairage nécessaire dans une pièce , ce sont les Lux (Lx). Cette unité mesure l'efficacité de l'éclairage, autrement dit le flux de lumière reçu par un objet ou une surface : c'est l'éclairement lumineux. On la calcule à partir des lumens émis par nos sources lumineuses et les mètre carrés de la surface à éclairer. Pour faire simple, un lux correspond, quand la réflexion du support à éclairer est bonne, à 1 lumen au m².

A. Information sur les lampes :

- **LUMINAIRE PARANS : LUMIÈRE NATURELLE ET LUMINAIRE CARRÉ HYBRIDE :**
  - **LES LUMINAIRES LUMIÈRE PURE ET LUMIÈRE HYBRIDE**

Notre luminaire carré Pure Light diffuse la lumière naturelle du soleil. Le luminaire est encastré dans le plafond intérieur et s'adapte aux plafonds standard avec des modules interchangeables de 60×60 cm (2×2 pieds). C'est un moyen facile d'avoir la lumière du soleil à

l'intérieur.

Le luminaire Pure Light est également disponible avec la technologie hybride et nous l'appelons ensuite Hybrid Light. Ce luminaire est également intégré dans le plafond intérieur et s'adapte aux plafonds standard avec des modules interchangeables de 60×60 cm (2×2 pieds). Le luminaire Hybrid Light combine la lumière du soleil réelle avec la lumière LED éco énergétique. Il donne une expérience saine et agréable de la lumière du jour. La combinaison des sources de lumière donne une solution d'éclairage complète : lorsque le soleil ne brille pas, la lumière électrique provient du même luminaire. La lumière LED consomme 15W. La lumière hybride peut être complétée par un pilote DALI/DSI pour une utilisation avec ces systèmes.

Pour le Pure Light et le Hybrid Light, deux câbles optiques à fibre optique sont utilisés par luminaire.

Dans la gamme de produits, vous pouvez choisir entre:

– Lumière pure (lumière naturelle)
– Lumière hybride (lumière naturelle et lumière LED)



LUMINAIRES	PURE LIGHT	HYBRID LIGHT
Dimensions	595 x 595 x 110 mm	595 x 595 x 110 mm
Weight	7 kg	7 kg
Material	PMMA, PC, Steel	PMMA, PC, Steel, LED
Recess depth	300 mm	300 mm
Fiber optic cables per luminary	2	2
Light output per cable (lm)	700*	700*
LED light output	-	990 lm / luminary
LED power consumption	-	15 W
Mounting	Replace the ceiling tile	Replace the ceiling tile
Ceiling material	False ceiling	False ceiling

Figure IV.13..PURE LIGHT HYBRID LIGHT[47]

- **LES LUMINAIRES PURE POINT LIGHT ET HYBRID POINT LIGHT**

Notre luminaire Pure Point Light diffuse la lumière du soleil comme un projecteur. Il peut être utilisé de différentes façons. Utilisez le luminaire pour créer un faisceau de projecteur dramatique ou pour diriger la lumière sur une surface. C'est un moyen facile d'avoir la lumière

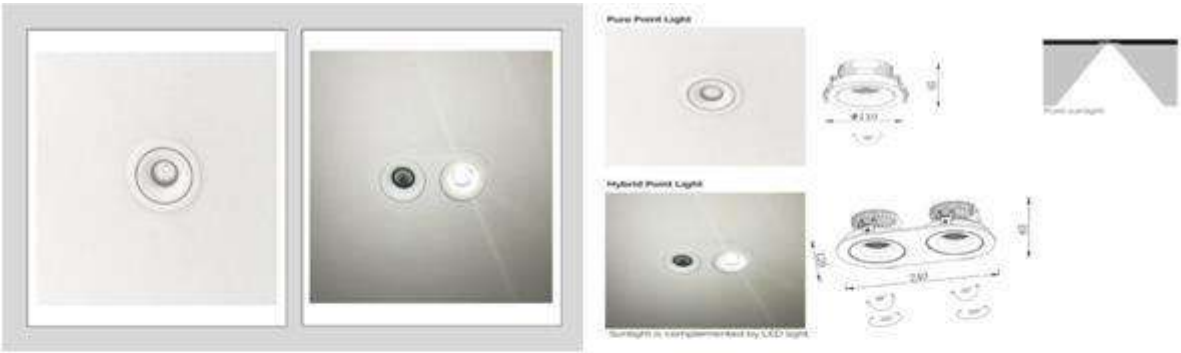
du soleil à l'intérieur.

Le luminaire Pure Point Light est également disponible avec la technologie hybride et nous l'appelons ensuite Hybrid Point Light. Le luminaire Hybrid Point Light combine la lumière du soleil réelle avec la lumière LED écoénergétique. Il donne une expérience saine et agréable de la lumière du jour. La combinaison des sources de lumière donne une solution d'éclairage complète : lorsque le soleil ne brille pas, la lumière électrique provient du même luminaire. La lampe LED consomme 12W. La lampe hybride peut être complétée par un pilote DALI/DSI pour une utilisation avec ces systèmes.

Pour le Pure Point Light et le Hybrid Point Light, un câble optique à fibre optique est utilisé par luminaire.

Dans la gamme de produits, vous pouvez choisir entre:

– Lumière ponctuelle pure (lumière naturelle)
– Lumière ponctuelle hybride (lumière naturelle et lumière LED).



LUMINAIRES	Pure Point Light	Hybrid Point Light
Dimensions	110 x 110 x 65 mm	240 x 120 x 65 mm
Weight	0,5 kg	0,95 kg
Material	Aluminum	Aluminum
Recess depth	250 mm	250 mm
Fiber optic cables per luminary	1	1
Light output per cable (lm)	700*	700*
LED light output	-	755 lm
LED power consumption	-	12 W
Tilt	60°	60°
Rotate	355°	355°
Protection rating	IP20	IP20
Mounting hole	Ø 100	Ø 2 x 100-110
Mounting	Recessed, with spring	Recessed, with spring
Ceiling material	False ceiling	False ceiling

Figure IV.14.Les lampes Pure Point Light et Hybrid Point Light[47]

IV.3.2.3.DÉTERMINER LA QUANTITÉ D'ÉCLAIRAGE NÉCESSAIRE DANS VOTRE LACRÉCHE :

cette méthode de calcul simple et rapide :

lumens/m² = lux

- Prenons l'exemple de l'aménagement d'une cuisine de 82.80 m² que l'on équiperait d'ampoules basse consommation de 12W et qui produisent 990 lumens.**(figure .12)**

Pour une lampe équipée de cette ampoule et sur la base de la règle de calcul citée plus haut, vous faites donc le calcul suivant :

990 lm/ 82.80 m² = 11.95 lux d'éclairement.

- Comment calculer le nombre de points lumineux nécessaires pour obtenir un éclairement satisfaisant ? Et bien en divisant l'intensité lumineuse conseillée en lux avec les lux d'éclairement produits par la source lumineuse. Vous obtenez ainsi le nombre de lampes nécessaires pour éclairer convenablement votre pièce !

300 lux recommandés / 11.95 lux produits par votre ampoule = 25.10

Nombre Des lampes = 25 lampe

Figure IV.11.Exemple decalculd'un local.

Figure IV.11.Exemple decalculd'un local.

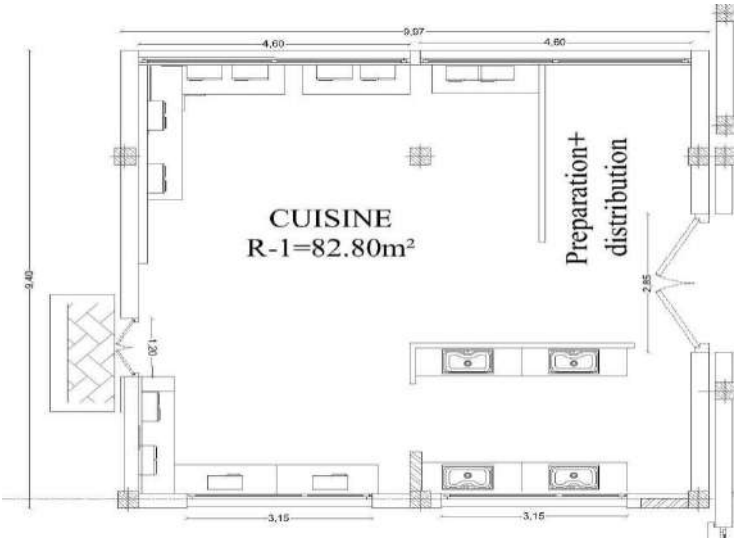


Figure IV.15.Exemple de calcul d'un local.

C'est le nombre de points lumineux à installer selon les recommandations du tableau. Comme on a besoin d'un chiffre rond, disons 25 dans ce cas précis !

Tableau(IV.5) :Résultats de calcul la quantité d'éclairage nécessaire dans votre la crèche (rez-de-chaussée) :

N° DE LOCAUX	DESIGNATION	Intensité (lm)	Surface (m²)	Eclairement (lux)	Eclairements moyens recommandés (lux)	Nombre Des lampes
R1	Cuisine	990	82 ,80	11.9565217	300	25

R2	Sanitairesenfants	755	12,53	55.8659218	150	3
R3	Sanitairesenfants	755	11,93	58.6756077	150	3
R4	Réfectoire64couverts	990	33,22	29.8013245	200	7
R5	Réfectoirepersonnelle32 couverts	990	37,09	26.6918307	200	7
R6	Circulation	755	89,77	7.79770525	150	19
R7	Réfectoire200couverts	990	85.62	11.562719	200	17
R8	SanitairesF	755	9	77.7777778	200	3
R9	SanitairesH	755	8,64	81.0185185	200	3
R10	VestiairesF	755	14,66	47.7489768	200	4
R11	Circulation	755	13,58	51.5463918	150	3
R12	VestiairesH	755	13,48	50.5415162	200	4
R13	Rangementpoussettes	755	22,66	30.8914387	100	4
R14	Accueil	990	65,50	15.1145038	100	7

Tableau(IV.6) :Résultats de calcul la quantité d'éclairage nécessaire dans votre la crèche (1er étage) :

N° DE LOCAUX	**DESIGNATION**	**Surface** (m²)	**Intensité** (lm)	**éclairement** (lux)	**Eclairements moyens recommandés (lux)**	**Nombre Des lampes**
E1-1	Magasin	8,66	755	80.8314088	100	2
E1-2	Magasin	8	755	87.5	100	2
E1-3	Circulation	111.38	755	8.88848985	150	17
E1-4	Salle de classe	27,43	990	36.0918702	500	14
E1-5	Dortoir	24,7	755	28.340081	200	7
E1-6	Magasin	3,6	755	194.444444	100	1
E1-7	Sanitairesenfants	12,5	755	56	150	3
E1-8	Sanitairesenfants	12	755	58.3333333	150	3
E1-9	Salle de classe	34	990	29.1176471	500	17
E1-10	Dortoir	13	990	82.5	200	3
E1-11	Salle de classe	23	990	43.0434783	500	12
E1-12	Salle de classe	36,50	990	27.1232877	500	18
E1-13	Dortoir	46	990	21.5217391	200	10
E1-14	Dortoir	22,6	990	43.8053097	200	5
E1-15	Sanitaires H	7	755	100	200	2
E1-16	Sanitaires F	10	755	70	200	3
E1-17	Gestionnaire	19	990	52.1052632	300	6

E1-18	Trésorerie	20 ,50	990	48.2926829	300	7
E1-19	B .directrice	27,5	990	36	300	8

Tableau(IV.7) :Résultats de calcul la quantité d'éclairage nécessaire dans votre la crèche (2er étage) :

N° DE LOCAUX	DESIGNATION	Surface	Intensité	éclairement	Eclairements moyens recommandés	Nombre Des lampes
E2-1	Magasin	9,29	755	75.3498385	100	2
E2-2	Magasin	9,27	755	75.5124056	100	2
E2-3	Circulation	152.56	755	4.58835868	150	33
E2-4	Salle de classe	25,34	990	39.0686661	500	13
E2-5	Salle de classe	26,46	990	37.414966	500	13
E2-7	Sanitairesenfants	12.57	755	54.9019608	150	3
E2-8	Sanitairesenfants	11,93	755	58.6756077	150	3
E2-9	Salle polyvalente	50	755	14	200	14
E2-10	Sanitaires	10,52	755	66.539924	200	3
E2-11	Salle de réunions	43,84	990	22.5821168	300	13
E2-12	Salle de classe	37,09	990	26.6918307	500	18
E2-13	Salle polyvalente	100,56	990	9.84486874	300	30
E2-14	Magazine	14,49	755	48.3091787	100	2
E2-15	Salle de classe	29,45	990	33.6162988	500	14

IV.3.2.4.L'emploi des panneaux :

Parans Solair Lighting offre la lumière du soleil pour les environnements intérieurs grâce à une technologie et un design innovants. Le système capte et dirige les rayons du soleil à travers la propriété, profondément dans les bâtiments et loin des fenêtres, et diffuse la lumière d'une manière qui va offrir une ambiance agréable.

Le système Parans suit le soleil pendant la journée, tout comme un tournesol, et utilise chaque heure de soleil. Les câbles de fibre optique conduisent la précieuse lumière du soleil dans et à travers la propriété et répandent la lumière dans toutes les pièces. De cette façon, la lumière du soleil peut être ressentie profondément dans les bâtiments et loin des fenêtres... même 30 étages plus bas...

La quatrième génération de Paranslight – SP4 – est un système modulaire qui permet de l'adapter et de l'agrandir facilement pour fournir à la pièce désirée la lumière du soleil.



Figure IV.16 : Exemple d'un projet d'éclairage par la fibre optique (systèmes parans SP3 et SP4).

a. Choix des panneaux- éclairage principal :

Il s'agit du complexe solaire SP4-40.2 du système Parance avec 40 câbles à fibre optique. Le numéro explique le nombre de câbles disponibles pour chaque système pour cette nouvelle technologie optique.

Deux sorties du toit du bâtiment pour sortir les câbles pour distribuer la lumière à l'intérieur. Le câble est égal au point de lumière. La longueur du câble est entièrement personnalisée, ce qui signifie que chaque câble peut avoir sa propre longueur - jusqu'à 100 mètres.

➢ **Dimensionnement des panneaux choisis**

Pour les systèmes choisis, on utilise des lampes de :

I=755 lm et de I= 990 lm (figure 12 , figure 13)

Pour définir le nombre des panneaux on utilise le tableau suivant :

Tableau IV.8: Panneaux et lampes (parans- système SP4)

OVERVIEW			Point Light	Pure Pointt Light	Hybrid Point Light	Pure Light	Hybrid Light	L1 Small	L1 Medium
SP4 MODEL	NAME	CABLES pcs							
	SP4-8.2	8	8	8	8	4		8	4
	SP4-12.2	12	12	12	12	6		12	6
	SP4-16.2	16	16	16	16	8		16	8
	SP4-24.2	24	24	24	24	12		24	12
	SP4-40.2	40	40	40	40	20		40	20

Les luminaires utilisés sont

- 300 lampes (4 ème catégorie "pure light- hybrid light").
- 98 lampes (3 ème catégorie "hybrid point light").

Calcul :

1 panneau = 20 lampes.

Donc $\frac{300}{20} = 15$ on prend 15 panneaux

1 panneau =40 lampes

Donc $\frac{98}{40} = 2.45$ on prend 3 panneaux

Alor ont besoin de 18 panneaux de SP4-40.2.

- **Information sur les panneaux**

C'est le plus grand capteur solaire des cinq capteurs solaires Parans SP4 et conduit la lumière du soleil jusqu'à 100 mètres (328 pieds) dans le bâtiment. La qualité des câbles influence la qualité de la lumière (la partie visible de la lumière à spectre complet) et la luminosité de conserver jusqu'au point lumineux à l'intérieur. La lumière à spectre complet signifie que toutes les bonnes longueurs d'onde de la lumière visible sont apportées dans le bâtiment. Nous avons tous besoin de lumière naturelle pour bien fonctionner. Comme nous avons déjà mentionné la lumière augmente les niveaux d'énergie et la productivité des personnes dans les environnements intérieurs, tout en ouvrant de nouvelles possibilités dans le bâtiment.



Figure IV.17 : Capteur d'ensoleillement SP4-40.2

Le SP4-40.2 donne 28 000 lumens et chaque point lumineux donne 700 lumens.

*Toutes les valeurs sont basées sur un éclairement solaire de 100 000 lux et dépendent de la

longueur du câble.

b. Éclairage décoratif

Nous avons décidé d'installer un éclairage décoratif par les fibres optiques dans le toit de la chambre d'enfants pour donner comme étoiles du ciel (nuit des étoiles).



Figure IV.18 : Exemple de fibres optiques dans un toit et une façade (effet nuit des étoiles).

Nous avons essayé de réaliser un montage simple sur une maquette (maison) qui explique l'éclairage décoratif par la fibre optique

La première étape : nous avons percé le toit de la maison de tel sorte les trous réalisés doivent avoir le même diamètre que la fibre optique.



Figure IV.19 : La maquette réalisée (maison)



Figure IV.20 : Les trous réalisés sur le toit

La deuxième étape : insertion des fibres optiques. Pour le maintien des fibres dans leurs places, nous avons mis une colle PVC.



Figure IV.21 : Insertion des fibres.



Figure IV.22 : Source de lumière -lampe (LED).

Troisième étape : nous avons compensé l'éclairage naturel du soleil par une lampe (LED). Les câbles des fibres optiques sont déroulées jusqu'à la source d'éclairage (LED).

Les câbles de la fibre optique sont rassemblés en formant une queue de cheval.



Figure IV.23 : L'éclairage décoratif obtenu (effet nuit des étoiles)

Cette petite expérience décrit bien le contenu de notre thème.

IV.4.Application au projet :

Pour apporter de la lumière naturelle au dortoir, nous avons choisi d'installer le système Parance. L'assortiment 18 panneaux de type SP4-40.2 est situé au-dessus du bâtiment et des câbles de fibre optique de 100 mètres conduisent la lumière naturelle à chaque bâtiment. En raison de la flexibilité des câbles flexibles et minces, deux trous sont nécessaires pour connecter les câbles au toit du bâtiment (comme nous avons déjà vu auparavant), et à l'intérieur, répand la lumière diffuse, intégrée dans le plafond, la lumière dans la pièce.

Les élèves peuvent s'épanouir sous la lumière naturelle.

C'est pourquoi nous l'avons installé comme suit.

-Informations simples sur le dessin :

- Le rouge représente le poteaux de béton .
- Le vert représente les câbles des fibres optique.
- Les panneaux. SP4-40.2
- Les deux types des lampes .(figure12 .13)

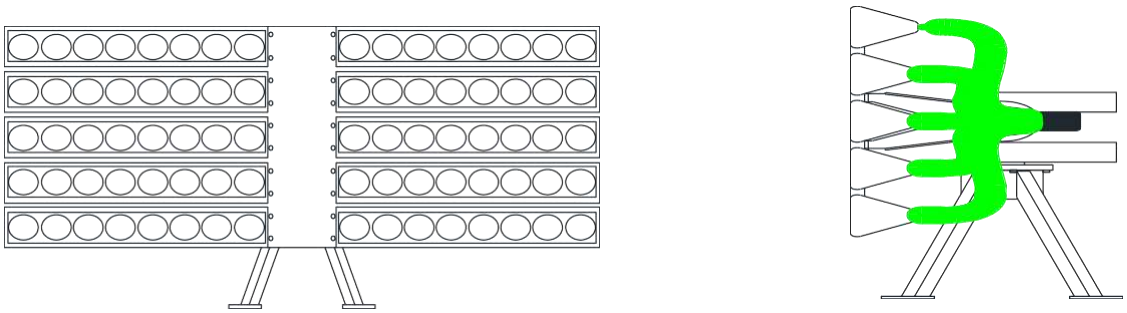


Figure IV.24. Panneau solaire SP4-40.2 dans le programme AutoCAD [26]

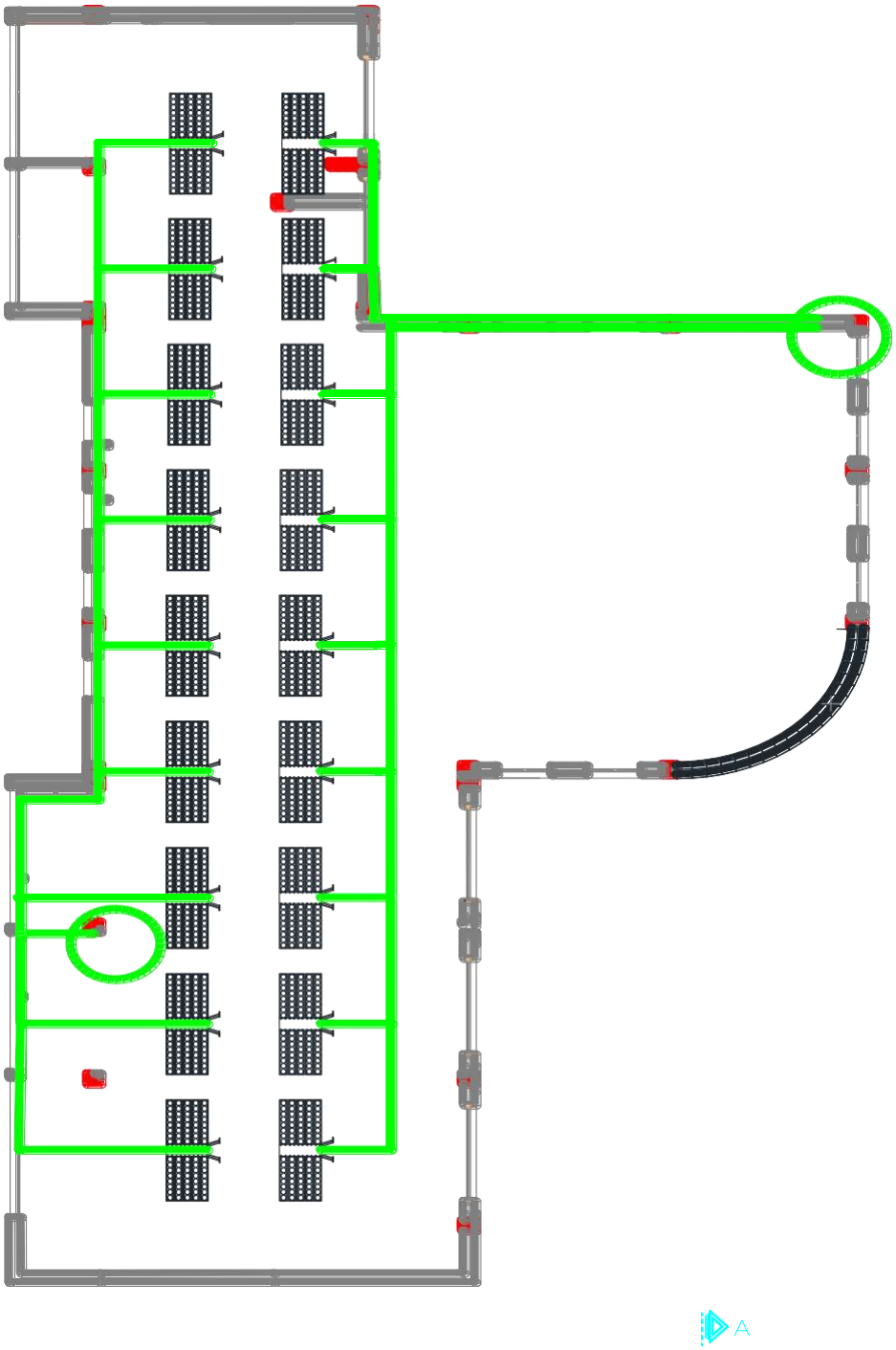


Figure IV.25: Installation des plaques sur la terrasse de la crèche.[26]

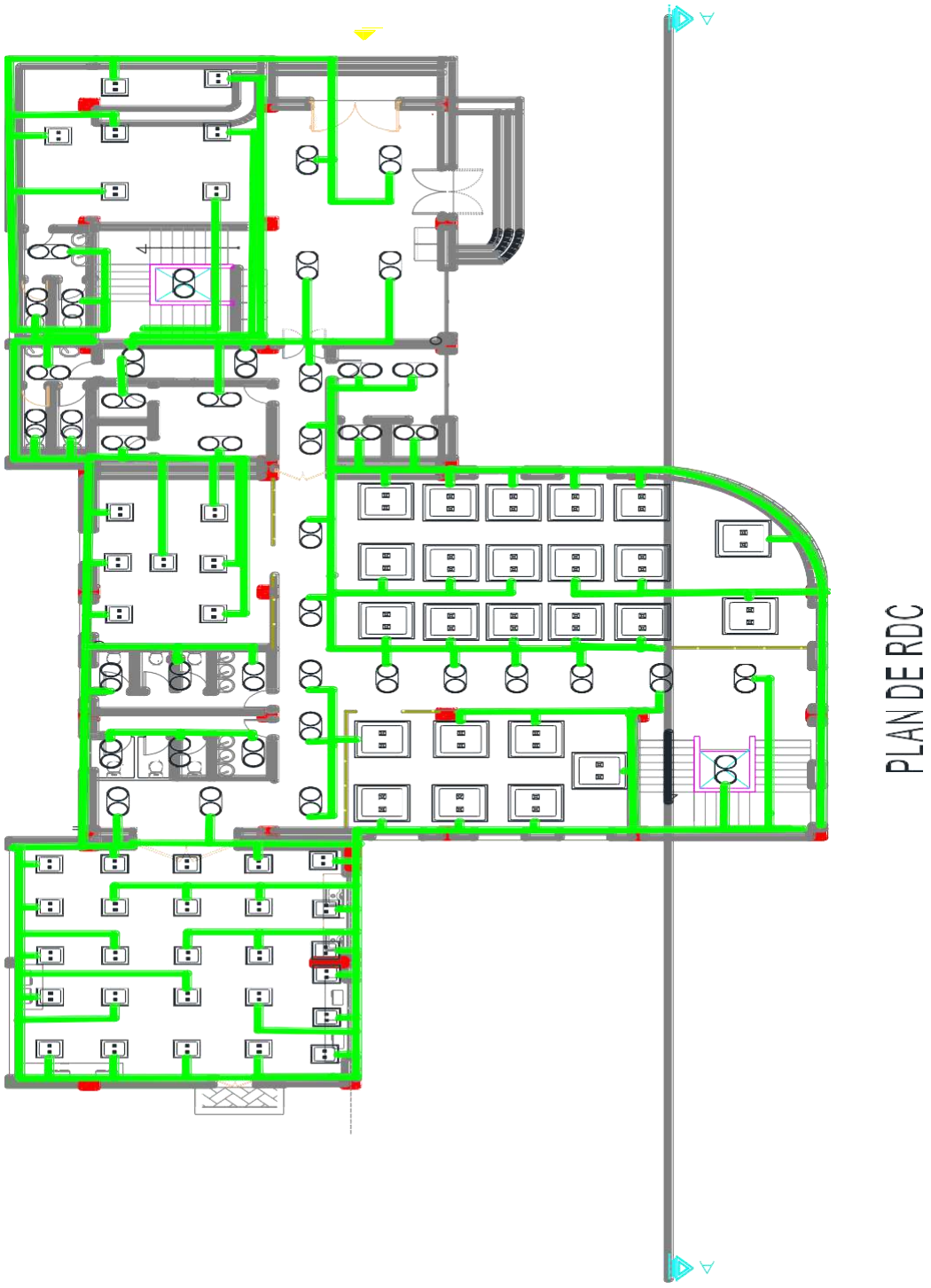


Figure IV.26: Installation des lampes et les câbles des fibres optiques- RDC.[26]

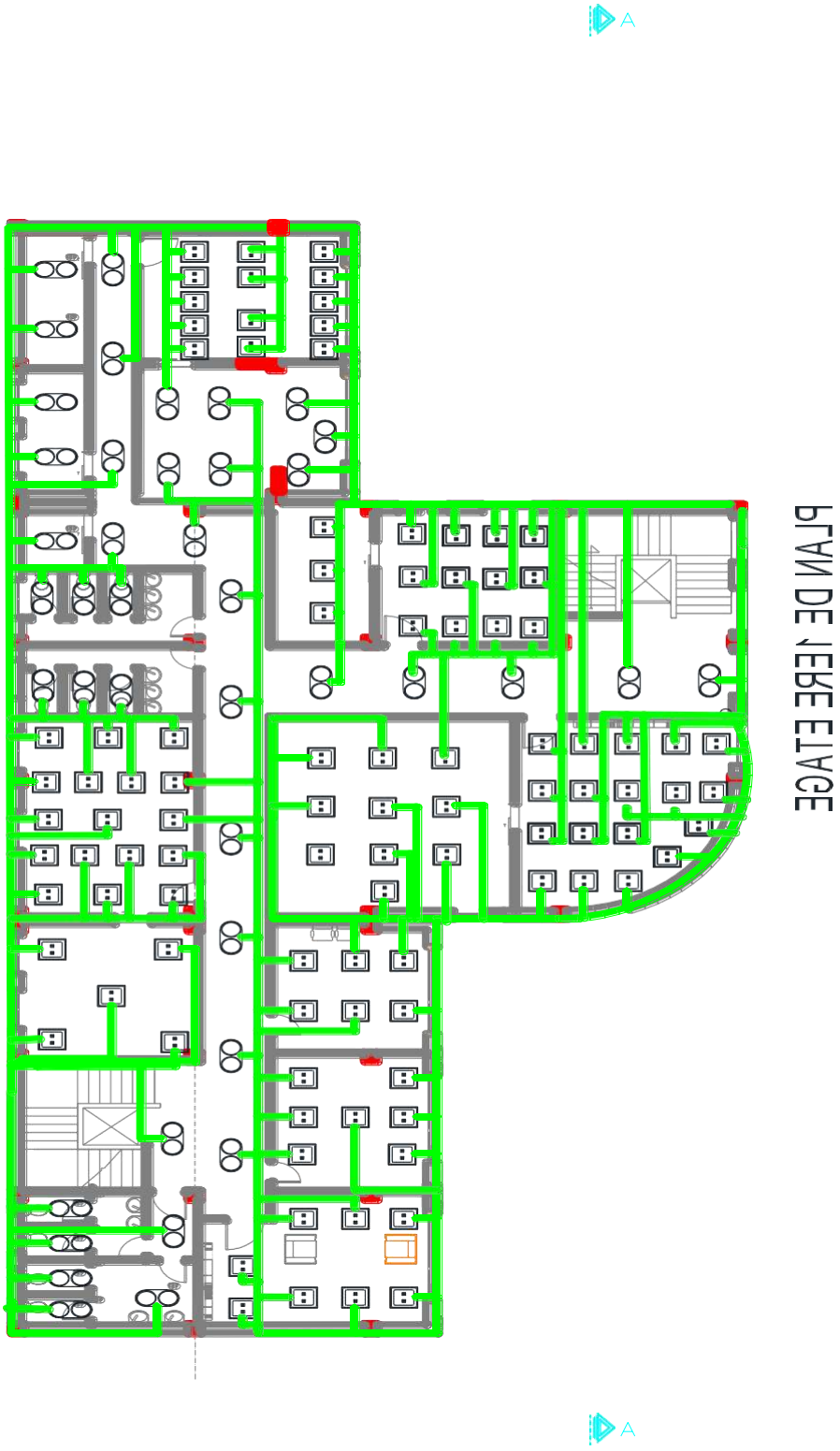


Figure IV.27 : Installation des lampes et les câbles des fibres - 1er étage



Figure IV.28: Installation des lampes et les câbles des fibres - 2 ^{eme} étage

Conclusion :

Actuellement, plusieurs normes européennes encourageant l'éclairage naturel dans l'habitat a été proposée afin de spécifier les recommandations minimales pour l'apport de lumière du jour dans les espaces intérieurs. Elle définit également les indicateurs utilisés pour évaluer les conditions d'éclairage naturel, et donne des méthodes de calcul et de vérification. Les certifications de construction écologique, telles que LEED, BREEAM et HQE comprennent toutes des exigences en matière de lumière naturelle et de qualité de la vue sur l'extérieur. La dernière certification, WELL, se concentre sur le bien-être des occupants et va même plus loin en incluant un critère de « conception d'éclairage circadien »

Nous avons abordé le thème de l'éclairage naturel et utilisé une nouvelle et innovante évolution de l'éclairage naturel de fibre de lumière dans La crèche, pour cela nous avons étudié combien chaque compartiments de la crèche nécessite d'éclairage et identifié les lampes et les panneaux solaires compatibles aux calculs et aux besoins de cette crèche. Les détails des panneaux et les installations pour chaque niveau sont présentés dans des plans AutoCAD.

Conclusion Générale

Conclusion générale

Cette étude porte sur l'éclairage d'une construction par un système moderne qui est la fibre optique. Avant d'entamer notre modeste projet d'éclairage, nous avons présenté au début des parties théoriques basées sur le soleil et son énergie, les divers types d'éclairage et la dernière partie de celle-ci a été consacrée à la fibre optique (compositions, caractéristiques, avantages…).

Pour la partie pratique, nous avons pris un cas réel "crèche", nous la avons décrit et examiner les besoins de chaque compartiments de celle-ci en terme de quantité de lumière nécessaire pour pouvoir optimiser l'éclairage et rendre l'ambiance agréable dans la garderie et augmenter le rendu des enfants tout en utilisant la technologie de la fibre optique. L'étude d'éclairage nous a permet d'établir le dimensionnement et l'installation du système d'éclairage et de choisir les luminaires et les panneaux convenables à l'ensemble.

Cependant, durant la réalisation de ce mémoire nous avons trouvé des difficultés vis-à-vis la disponibilité très modeste des livres et articles qui traitent ce sujet ainsi que le manque d'instruments pour réaliser des montages d'éclairage détaillés par la fibre optique.

Ce travail nous a permis de nous sensibiliser sur les éventuels problèmes que nous aurons à affronter dans les projets d'ingénierie surtout avec l'avènement des défis énergétique et la notion d'habitat intelligent.il nous a en plus permis de maitriser certaines notions sur l'éclairage qui demeure un domaine passionnant. Finalement nous ne pouvons terminer ce projet sans espérer une continuité dans cet axe de recherche, les futurs mémoires devront traiter ces récentes technologies.

Références

Bibliographiques :

BIBLIOGRAPHIE :

Ouvrage :

[1] ABBAD Walid, ‘’Instalation et configuration d’un réseau local’’, 2016/2017.

[2] Anne LABOURET, Michel VILLOZ, “Energie solaire photovoltaïque”, *2éme édition, Edition Dunod, le Moniteur, juin 2006*.

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

[4] 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

[5] Les sources primaires et les sources secondaires de la lumière » dans Encyclopédie ENCARTA sur CDROM, France : Microsoft Corporation.2004.

[6] DELETRE, J.J. Mémento de prises de jour et protections solaires. Grenoble: Ecole d’Architecture de Grenoble, 2003, p 2

[7] D. Wright, ‘Soleil, nature, architecture’. Ed parentheses, P85, Paris 1979

[8] Effinergie, Réussir un projet de Bâtiment Basse Consommation, 2008, p.16-17, PDF

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

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

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

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

[13] LIEBARD. A et DE HERDE ,Traité d'architecture et d'urbanisme. **2005. A. P.266.**

[14] Mazria, E. (1981). Le guide de l'énergie solaire passive, Éditions Parenthèses ed

[15] M, Capderou. Atlas solaire de l’Algérie, O.P.U, Alger. (1985).

[16] **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.

[17] Reference solar spectral irradiance: ASTM G-173, ASTM (American Society for Testing and Materials), IEEE Press, New York, 2000.

[18] R .Bernard, G.Merguy, M. Schwartz, Le rayonnement solaire: conversion thermique et application. Technique et documentation, deuxième Edition-1980.

[19] Sofiane RAHMOUNI. « Evaluation et Amélioration Energétiques de Bâtiments dans le cadre du Programme National d’Efficacité Energétique ». In : Diss. Université de Batna 2 (2020).

[20] TERRIER. Christian et VANDEVYVER. Bernard. "L'éclairage naturel", fiche pratique de sécurité ,Paris : ED 82, Travail et Sécurité, (Mai 1999), p1 [En ligne] www.inrs.fr (Page consultée le 21 septembre2004)

[21]T SALOMON et S BEDEL. La maison des [néga]watts, le guide malin de l'énergie chez soi. France, 2004.

[22] « Les sources primaires et les sources secondaires de la lumière » dans Encyclopédie ENCARTA sur CDROM, France : Microsoft Corporation.2004.

[23] 41A. VANDENPLAS. Comité National Belge de l'Eclairage- Commission de l'Eclairage Naturel, L'éclairage naturel et ses applications. Bruxelles : S.I.C, 1964, p123.

[24] 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.

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

[26] Logiciel AutoCAD 2014 - Français

Thèses et mémoires :

[27] ABBOU Hind et BOUKHATEM Roumaissa, " étude et simulation d'un liaison spécialisée à base de fibre optique", mémoire de master juin2018

[28] AMARI Malika et HAMRI Bellel ,''Etude et évaluation d'une chaine de transmission optique point apoint avec une longueur d'onde 1.55µm'', mémoire de Master, juin 2017.

[29] BENKRARAZ Abdelkader et BOUMEDINE Belal Walid,''Caractérisation d'une chaine de transmission numérique à haut débit par fibre optique'', mémoire de Master, 2014.

[30] BOURSAS (Abderrahmane), étude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation, mémoire de magister, Faculté des sciences de l'ingénieur, Université Constantine 1, Constantine, 2013, p.70

[31] BOURSAS (Abderrahmane), étude de l'efficacité énergétique d'un bâtiment d'habitation à l'aide d'un logiciel de simulation, mémoire de magister, Faculté des sciences de l'ingénieur, Université Constantine 1, Constantine, 2013, p.85-91

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

[33] CHIKH Kamel, MOHAMMEDI Seyfeddine. "ÉTUDE ET CONCEPTION D'UN SYSTEME DE CHAUFFAGE CENTRALISE POUR UNE CRÈCHE A LA VILLE DE BERROUAGHIA", mémoire de Master, médéa , juin 2018.

[34] **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.

[35] Mme. HADJA. Eclairage .cours de Equipment d'habitat .mai 2022

[36] Mr . MIMENE. Communication Optique. cours de télécom. mai 2022

[37] 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.

[38] N, Bellel. Contribution à la réalisation et simulation d'un capteur plan à eau type collecteur; thèse de magistère, Université de Constantine. (1989).

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

[40] REBOUH Hichem, BENSALEM Nabil,''étude et synthèse des systèmes de communication optique'', 2010 -2011.

[41] :Togniclo Carolle Thon-Adjalin, ''étude d'un système de transmission sur fibre optique plastique à saut d'indice'', mémoire pour l'obtention du grade de Maitre en sciences, 2011.

Sites web :

[42] www.neal-dz.net

[43] Http://www.performance-energetique.lebatiment.fr , Mercredi 06-01 2017 17:27:27

[44] http://media.xpair.com , Mercredi 0601 2017 17:28:21

[44] http://www.iea-shc.org/fr Solar energy systems in architecture integration criteria and guidelines (No). Report T.41.A.2, (janvier 2013).

[45] Black Box Le site Web Black Box . (consulté le 24 juillet 2020).

[46] http://www.echy.fr mardi 01-03-2022

[47] http://www.lacompagnieduciel.com sp3-parans.php.Système SP3 de PARANS (Société Suédoise), distribué en France par la Compagnie du Ciel mardi 01-03-2022

[48] https://www.meteoblue.com mardi 01-03-2022

[49] www.ldlp-dictionary.com . December 2019, consulté le 22-03-2022.

[50] https://www.unige.ch/sysener/fr/projets/projets-en-cours-v4/himawari.com . 16-04-2022

Les annexes

Annexe :

A. Les panneaux solaire optique :

- SP4-8.2 , SP4-12.2 ,SP4-16.2, SP4-24.2, SP4-40.2
- Largeur (mm) 1 100 1 100 1950 1950 1950
- Hauteur (mm) 820 940 820 940 1 120
- Poids (kg) sans câbles 60 65 75 85 95
- Câbles à fibres optiques = points lumineux 8 pcs 12 pcs 16 pcs 24 pcs 40 pcs
- Puissance lumineuse (lm)* 5600 8400 11200 16800 28000
- Puissance lumineuse (lm) par câble* 700
- Longueur maximale du câble 100 mètres (personnalisé pour chaque câble)
- Diamètre du câble optique FIber 4 mm
- Rayon de courbure minimal 180 mm
- Alimentation 100-250 V CA, 50-60 Hz
- Consommation d'énergie 0-12 W
- Température de fonctionnement -20 °C – +50 °C
- Matériaux Aluminium, Acier, Verre, Acrylique, PE
- Traitement IP (électronique) IP66
- Interface Web de connexion (GPRS/3G/4G)

*Toutes les valeurs sont basées sur un éclairement solaire de 100000 Lux et dépendent de la longueur du câble.

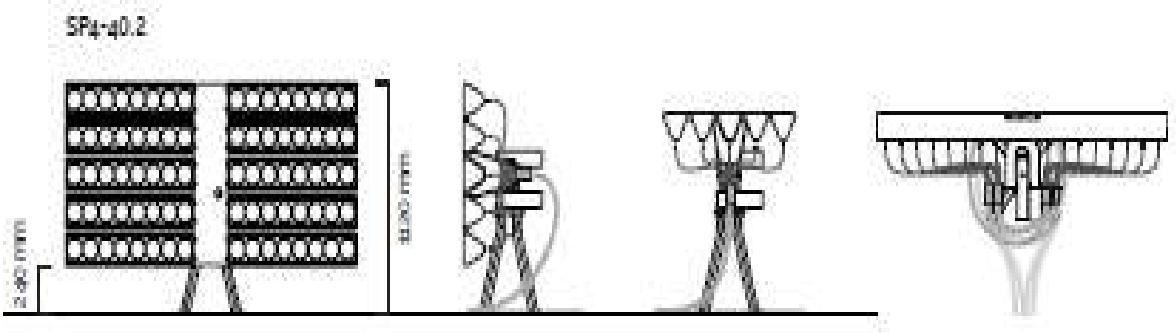
- Haute qualité d'éclairage disponible
- Longueur de câble personnalisée : jusqu'à 100 mètres
- Système modulaire : 8 à 40 points lumineux/collecteur
- Pas de rayons IR et UV
- Câbles souples et fins Connecté au nuage.

Annexe Tableau A.1 : Caractéristiques des différents panneaux solaires optique .



	SP4-8.2	SP4-12.2	SP4-16.2	SP4-24.2	SP4-40.2
Width (mm)	1100	1100	1950	1950	1950
Height (mm)	820	940	820	940	1120
Weight (kg) without cables	60	65	75	85	95
Fibre optic cables - light points	8 pcs	12 pcs	16 pcs	24 pcs	40 pcs
Light output (lm)*	5600	8400	11200	16800	28000
Light output (lm) per cable*	700				
Maximum cable length	100 meters (customized for each cable)				
Fiber optic cable diameter	4 mm				
Minimun bending radius	180 mm				
Power supply	100-250 V AC, 50-60 Hz				
Power consumption	0-12 W				
Operating Temperature	-20°C ~ +50°C				
Materials	Aluminium, Steel, Glass, Acrylic, PE				
IP raiting (electronics)	IP66				
Connection	Web interface (GPRS/3G/4G)				

A.1- le modéle du panneau que nous avons sélectionné



B. LUMINAIRES SP4

–lumière naturelle à l'intérieur Diffusez la lumière de différentes façons pour répondre à vos demandes et Toutes les valeurs sont basées sur l'éclairement solaire de 100 000 Lux et dépendent de la longueur du câble optique. :

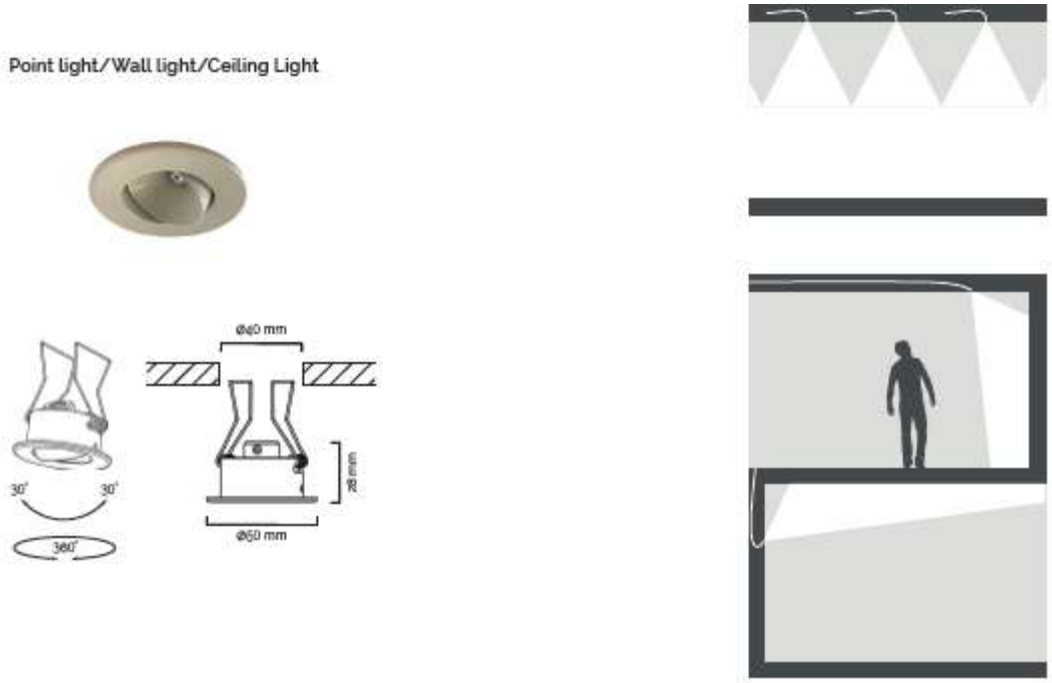
POINT LIGHT — éclaire une grande surface

PLAFONNIER — éclairage au-dessus du plafond

APPLIQUE MURALE — éclaire le mur

ÉCLAIRAGE AMBIANT — pour éclairage de fond général.

B.1- Point light/Wall light/Ceiling Light



Annexe Tableau B.1 : le Caractéristique de modèle (Point light/Wall light/Ceiling Light)

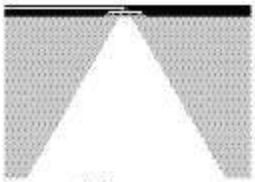
LUMINAIRES	Point Light/Wall light/Ceiling light
Dimensions	Ø50 x 28 mm
Weight	<0,05 kg
Material	Aluminum
Recess depth	210 mm
Fiber optic cables per luminary	1
Light output per cable (lm)	700°
Tilt	30°
Rotate	360°
Protection rating	IP44
Mounting	Recessed, with spring
Ceiling material	False ceiling

B.2- SP4 point lights :

Pure Point Light

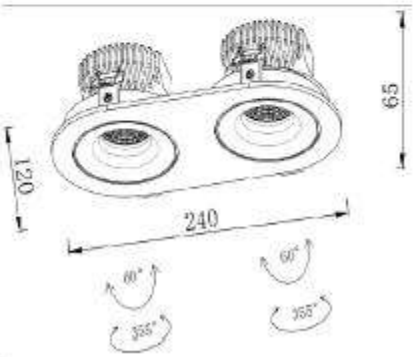





Pure sunlight

Hybrid Point Light


Sunlight is complemented by LED light

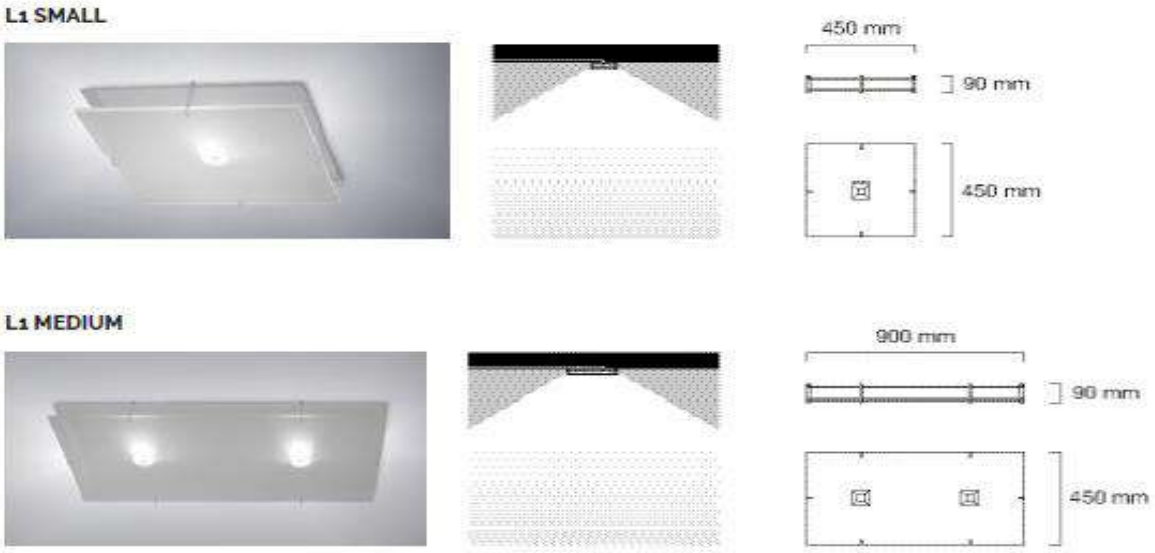


Annexe Tableau B.2 : le Caractéristique de modèle(pure point light / hybrid point light)

LUMINAIRES	Pure Point Light	Hybrid Point Light
Dimensions	110 x 110 x 65 mm	240 x 120 x 65 mm
Weight	0.5 kg	0.95 kg
Material	Aluminum	Aluminum
Recess depth	250 mm	250 mm
Fiber optic cables per luminary	1	1
Light output per cable (lm)	700°	700°
LED light output	-	755 lm
LED power consumption	-	12 W
Tilt	60°	60°
Rotate	355°	355°
Protection rating	IP20	IP20
Mounting hole	Ø 100	Ø 2 x 100-110
Mounting	Recessed, with spring	Recessed, with spring
Ceiling material	False ceiling	False ceiling

B.3-SP4 luminaries :

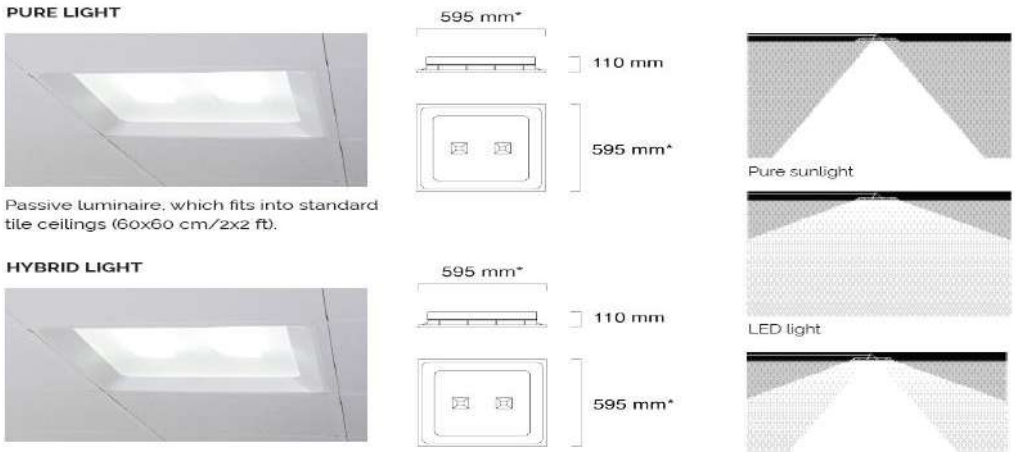




Annexe Tableau B.3 : le Caractéristique de modèle (L1 small/ L1 medium) :

LUMINAIRES	L1 SMALL	L1 MEDIUM
Dimensions	450 x 450 x 90 mm	450 x 900 x 90 mm
Weight	3.6 kg	7.2 kg
Material	Acrylic	Acrylic
Recess depth	180 mm	180 mm
Fiber optic cables per luminary	1	2
Light output per cable (lm)	700*	700*
Mounting	Screws and plugs	Screws and plugs
Ceiling material	Hard / false ceiling	Hard / false ceiling

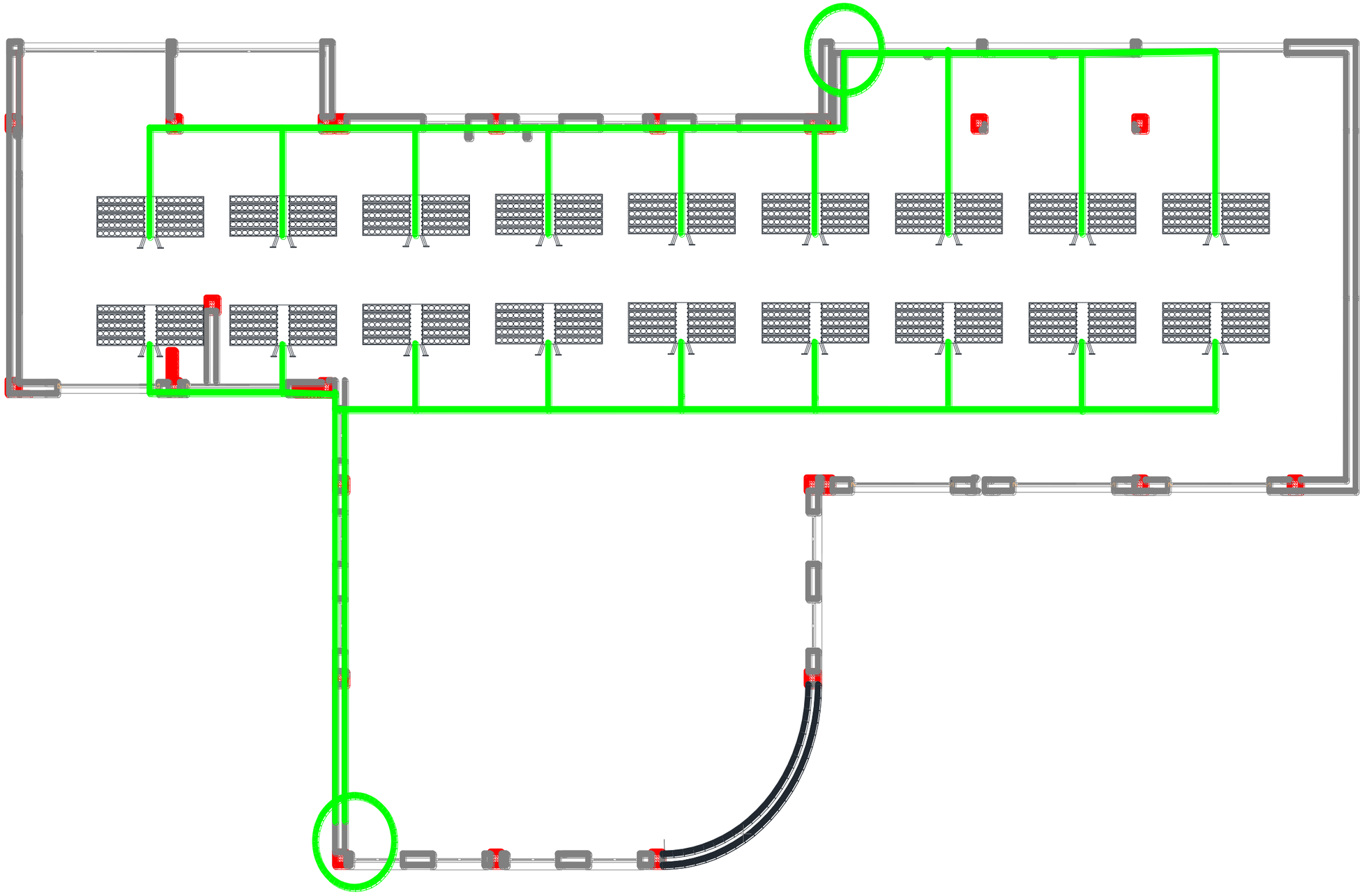
B.4- SP4 LUMINARIES(pure light / hybrid light) :



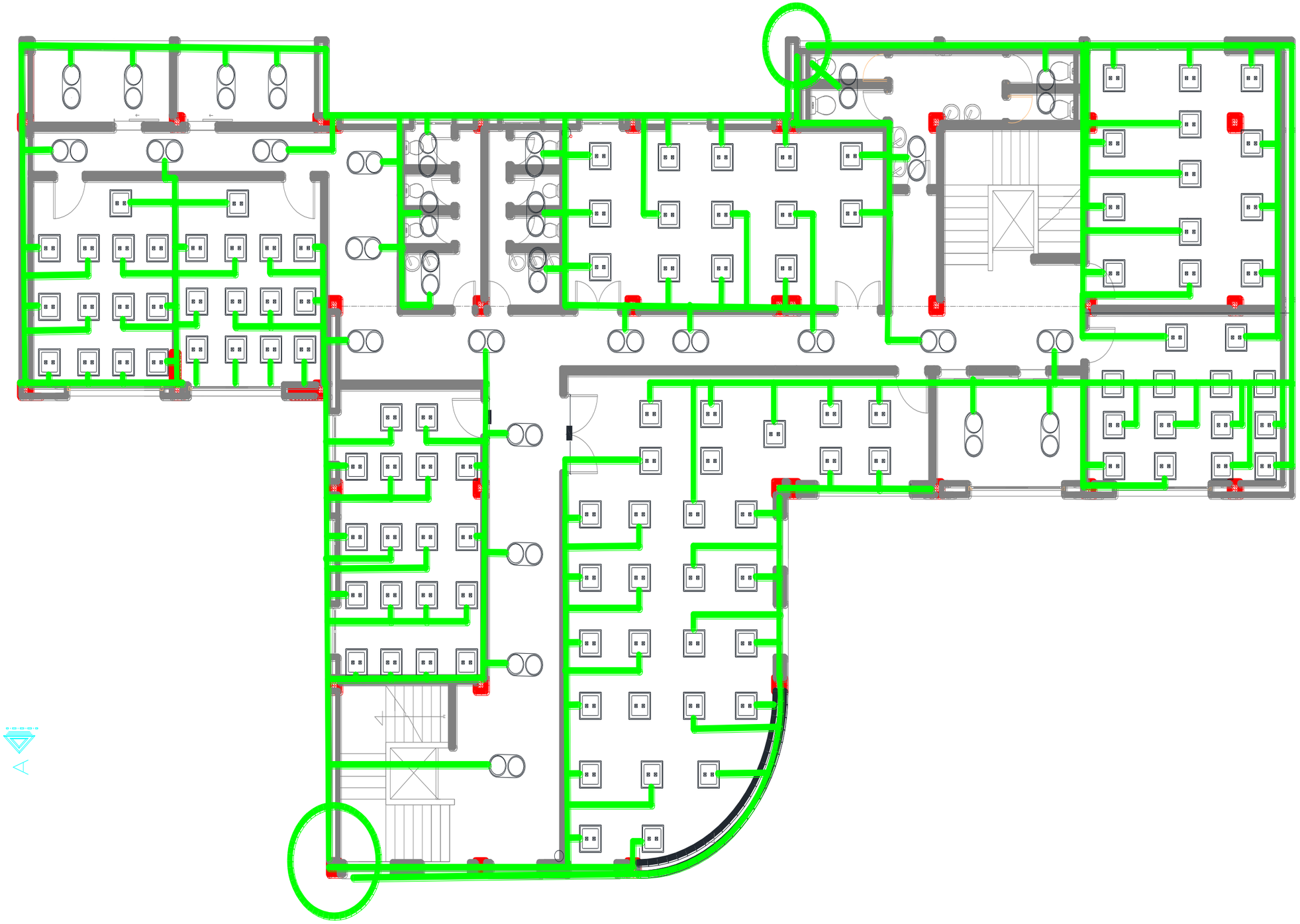
Annexe Tableau B.4 : le Caractéristique de modèle(pure light / hybrid light) :

LUMINAIRES	PURE LIGHT	HYBRID LIGHT
Dimensions	595 x 595 x 110 mm	595 x 595 x 110 mm
Weight	7 kg	7 kg
Material	PMMA, PC, Steel	PMMA, PC, Steel, LED
Recess depth	300 mm	300 mm
Fiber optic cables per luminary	2	2
Light output per cable (lm)	700*	700*
LED light output	-	990 lm / luminary
LED power consumption	-	15 W
Mounting	Replace the ceiling tile	Replace the ceiling tile
Ceiling material	False ceiling	False ceiling

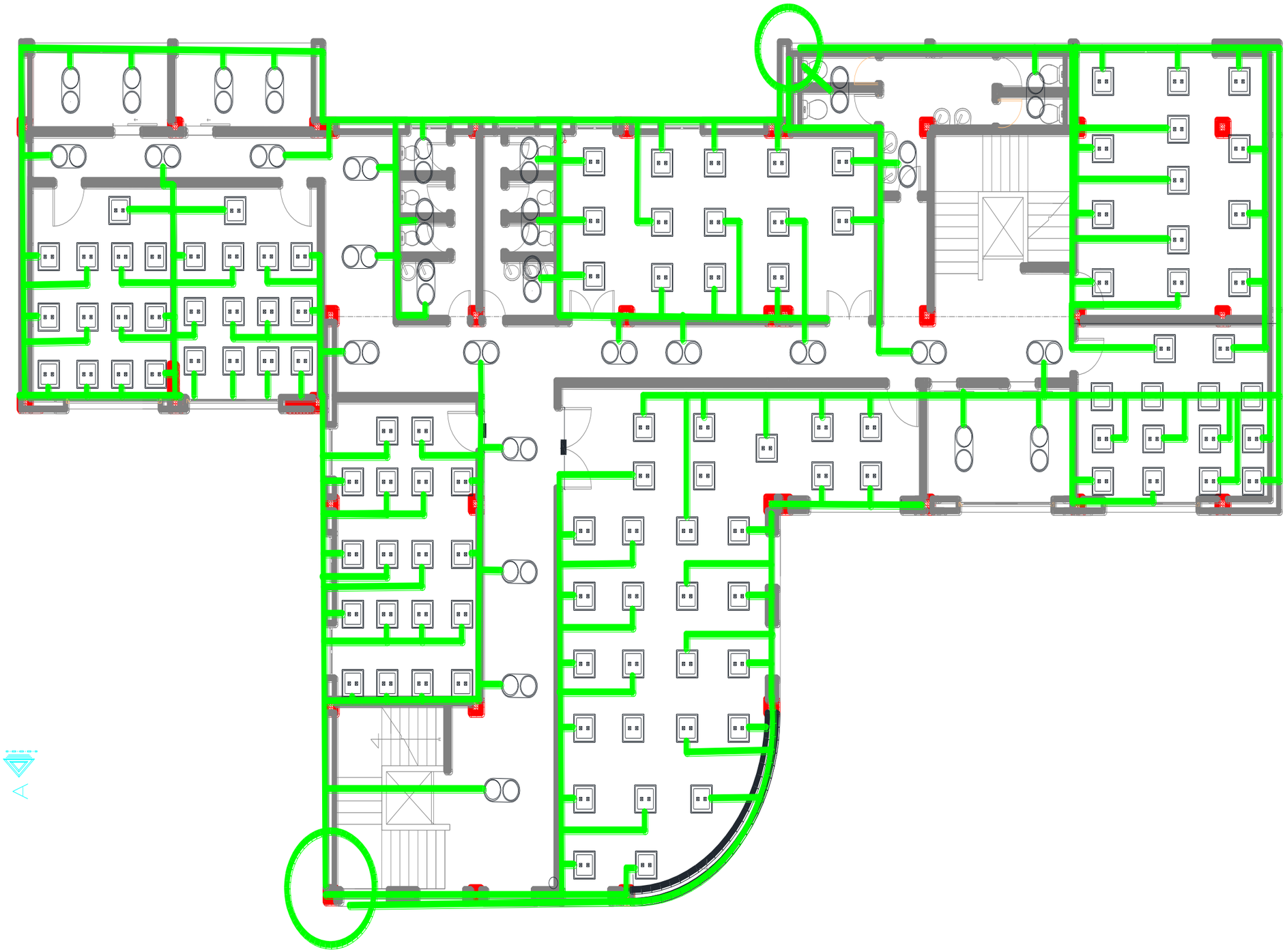
IMPLANTATION DES SYSTEMES D'ECLAIRAGE



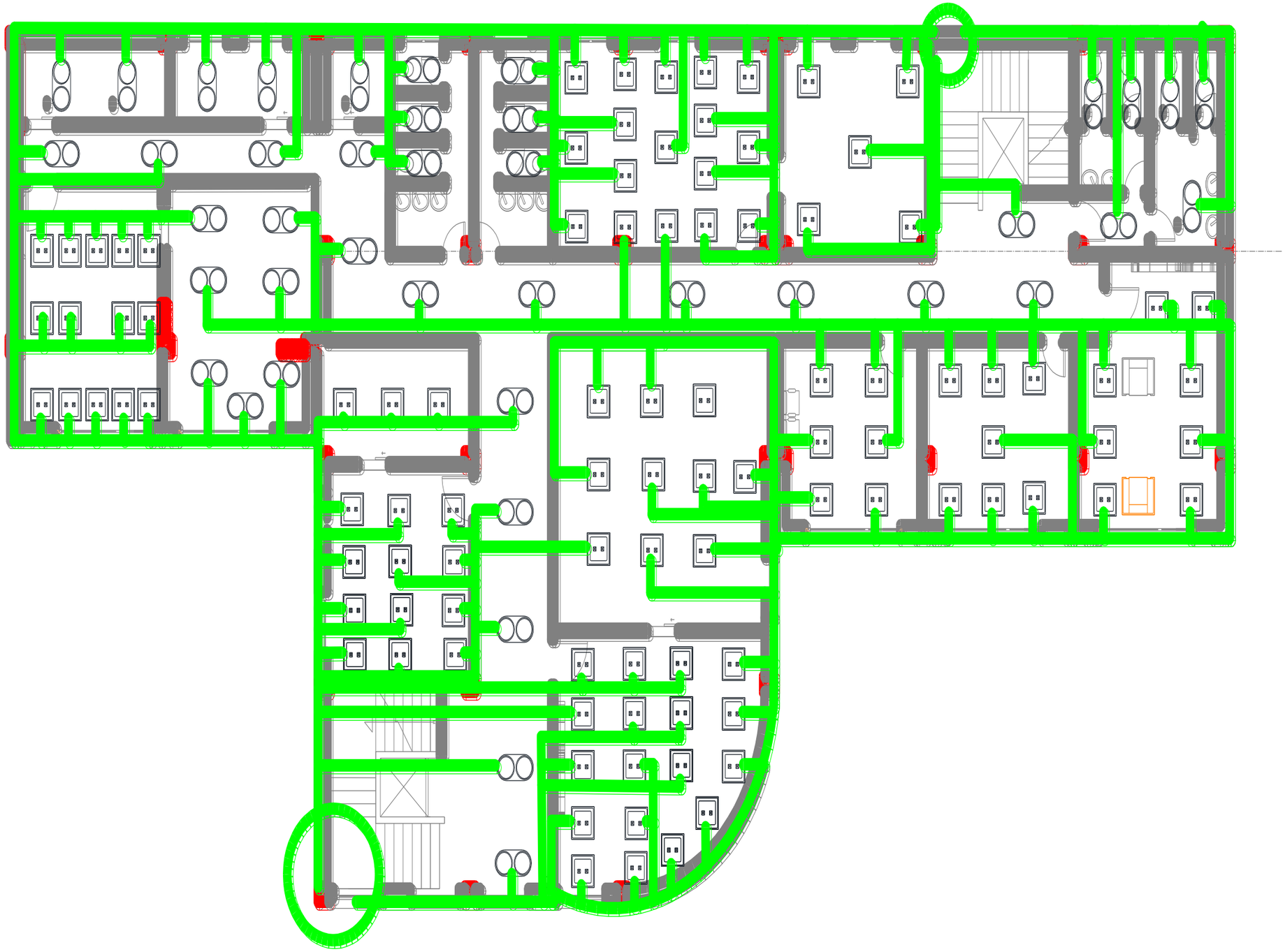
PLAN DE **la terrasse**



PLAN DE 2EME ETAGE



PLAN DE 2EME ETAGE



PLAN DE 1ERE ETAGE