

**Année universitaire 2020/2021**

## **REMERCIEMENTS**

Nous tenons à remercier toute l'équipe pédagogique de la Faculté des Sciences de Meknès et en particulier tout le corps professoral intervenant dans la filière « Science de la Matière Physique » pour l'effort fourni pour réussir notre formation et mieux atteindre tous les objectifs attendus des différentes matières.

Nos remerciements les plus distingués sont adressés à notre encadrant, Monsieur Bouzid, qui en tant que professeur, a bien voulu accepter de suivre notre travail, nous diriger, afin de pouvoir mener ce projet à terme.

Nous tenons également à remercier toutes les personnes, qui, de près ou de loin, se sont impliquées dans la réalisation de ce rapport, tant par le soutien opérationnel, que professionnel.

Nous adressons également nos sincères remerciements aux membres de nos familles qui n'ont jamais hésité à nous offrir le meilleur d'eux-mêmes et surtout nos parents qui ont supporté les frais de nos études.

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>5</b>
<b>CHAPITRE I : GENERALITE SUR LA FIBRE OPTIQUE .....</b>	<b>6</b>
I.1 INTRODUCTION .....	6
I.2 STRUCTURE D'UNE FIBRE OPTIQUE .....	6
I.3 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE FIBRE OPTIQUE .....	7
I.3.1 La réflexion .....	7
I.3.2 La réfraction .....	8
I.3.3 La Réflexion total .....	8
I.4 OUVERTURE NUMERIQUE D'UNE FIBRE OPTIQUE.....	9
I.5 PARAMETRES DETERMINANT LE TYPE DE FIBRE: .....	10
I.6 DIFFERENTS TYPES DE FIBRE.....	10
I.6.1 Fibres multimodes.....	10
I.6.2 Fibres monomodes.....	11
I.7 FABRICATION DE LA FIBRE .....	12
I.8 AVANTAGES DE LA FIBRE OPTIQUE.....	13
I.9 INCONVENIENTS DE LA FIBRE OPTIQUE .....	13
I.10 CONCLUSION .....	13
<b>CHAPITRE II : GUIDAGE DE LA LUMIERE POUR ECLAIRER DES BATIMENTS .....</b>	<b>14</b>
II.1. INTRODUCTION .....	14
II.2. MIROIR PARABOLIQUE (SOLARDO) .....	14
II.2.1 Structure de miroir parabolique .....	14
II.2.2 Principe de fonctionnement du miroir parabolique.....	15
II.2.3 Le cône d'acceptance .....	16
II.2.4 Système de filtrage .....	17
II.3. LE MODULE COMPOSE EN LENTILLES DE FRESNEL.....	19
II.3.1 STRUCTURE.....	19
II.3.2 Lentille de Fresnel .....	20
II.3.3 Principe de fonctionnement de ce module .....	21
II.4. CONCLUSION .....	22
<b>CHAPITRE III : SYSTEME CYLINDRO-PARABOLIQUE .....</b>	<b>23</b>
III .1. INTRODUCTION .....	23
III.2. STIGMATISME .....	23
III .3. STRUCTURE DE SYSTEME CYLINDRO-PARABOLIQUE.....	25
III .3.1 Structure .....	25

III .3.2 Réflecteur (miroirs) .....	25
III .3.3 Récepteur (porteur de fibre optique) .....	26
III.4. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....	26
III.4.1 La géométrie parabolique .....	26
III.4.2. Description optique.....	27
III.4.3. Système optique d'une surface cylindro-parabolique .....	28
III.4.4. Mécanisme de suivi du soleil .....	29
III.45. CONCLUSION.....	29
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>31</b>

# INTRODUCTION

À l'époque des Grecs anciens, le phénomène du transport de la lumière dans des cylindres de verre était déjà connu. Il était, semble-t-il, mis à profit par les artisans du verre pour créer des pièces décoratives. Plus tard, les techniques de fabrication utilisées par les artisans vénitiens de la Renaissance pour fabriquer les « millefiori » ressembleraient beaucoup aux techniques actuelles de fabrication de la fibre optique. L'utilisation du verre en conjonction avec la lumière n'est donc pas récente.

Le principe de la fibre optique a été développé dans les années 1970 notamment dans les laboratoires de l'entreprise américaine "Corning Glass Works". Cette fibre optique est une ligne de transmission qui permet de transporter la lumière, l'éclairage ou l'information d'un point à un autre. Nous en faisons tous l'expérience, peut-être sans le savoir, lorsque nous communiquons sur internet.

Grace à ce principe de la fibre optique à la propriété de conduire la lumière, nous pouvons innovation de système d'éclairage permettant de concentrer et transporter la lumière du soleil directement à l'intérieur des bâtiments, Cette lumière naturelle est ensuite diffusée dans les pièces à éclairer par des luminaires spécifiques.

La présentation de ce rapport est divisée en trois chapitres :

Le premier chapitre, nous présentons une généralité sur la fibre optique, la définition et les différents types d'une fibre, en expliquant sa structure. Ensuite, le principe de fonctionnement et les étapes de fabrication de fibre.

Dans le deuxième chapitre on présentons deux systèmes d'éclairage innovant par la fibre optique, en expliquant le mécanisme d'action.

Le troisième chapitre traite une modélisation innovante de configuration plus rentable, qui utilise le principe de la concentration où une quantité de la lumière considérable.

# CHAPITRE I : GENERALITE SUR LA FIBRE OPTIQUE

## I.1 INTRODUCTION

Une fibre optique est un fil en verre ou en plastique très fin, qui a la propriété de conduire la lumière. Elle sert en général dans la transmission de signaux optiques et par conséquent d'informations. Elle offre un débit d'informations supérieur à celui des câbles coaxiaux et supporte un réseau « large bande » par lequel peuvent transiter aussi bien la télévision, le téléphone, la visioconférence ou les données informatiques. Dans ce chapitre, nous allons présenter les fibres optiques, afin d'avoir les connaissances requises pour comprendre l'étude théorique de notre projet. [1]

## I.2 STRUCTURE D'UNE FIBRE OPTIQUE

Classiquement une fibre est constituée de 3 parties : Le cœur, la gaine optique et la couche protectrice. [2]

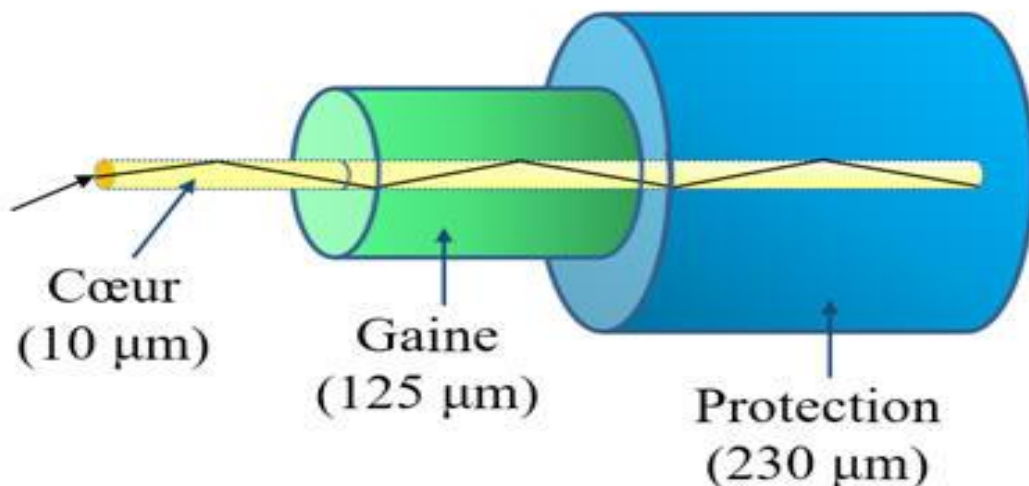


Figure I.1 : Schéma d'une fibre optique.

Description des différentes parties :

**Le cœur** : constitue l'une des parties où se trouve la lumière, et c'est cette partie qui a le diamètre le plus petit. La lumière n'est que partiellement confinée dans celui-ci. La fibre est souvent faite de verre ou plastique mais très souvent constituée avec de la silice.

**La gaine** : constitue une fine couche qui entoure le cœur de la fibre optique, elle joue un rôle tout aussi important que le cœur de la fibre pour la propagation des ondes lumineuses. Elle est généralement en silice comme le cœur mais avec un indice de réfraction légèrement inférieur à celui-ci.

**La couche protectrice** : est une couche en plastique qui offre une protection supplémentaire à la fibre contre les perturbations extérieures qui pourraient être engendrées.

### I.3 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE FIBRE OPTIQUE

Le phénomène physique principal étant à l'origine du transport de la lumière au sein de la Fibre optique est connu et maîtrisé depuis longtemps. Il porte le nom de réflexion totale. Afin de bien comprendre son principe, redéfinissons d'abord deux autres notions simples :

#### I.3.1 La réflexion

Lorsqu'un rayon lumineux (Figure I.2), appelé rayon incident, « tombe » sur une surface réfléchissante (exemple : un miroir) il subit une déviation dans le même plan suivant un angle de réflexion « r » qui est de même valeur que l'angle d'incidence « i » par rapport à un axe appelé axe d'incidence, perpendiculaire à la surface de séparation.[3]

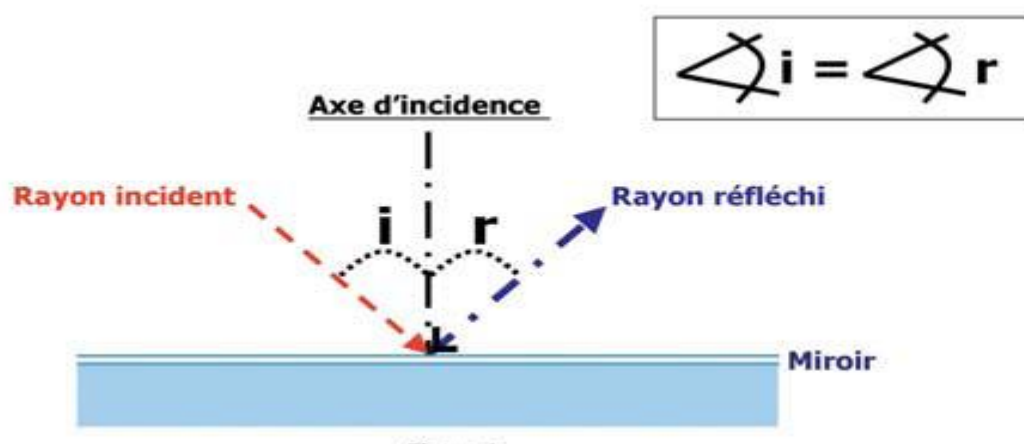


Figure I.2 : La réflexion.

### I.3.2 La réfraction

(La figure I.3) illustre un autre phénomène optique : La réfraction. Elle agit lors du passage d'un rayon lumineux incident d'un milieu 1, par exemple de l'air, vers un milieu 2 différent, par exemple de l'eau. Ce rayon incident va subir une déviation lors de la traversée dans le second milieu. L'angle de réfraction « r » du rayon réfracté sera différent de l'angle d'incidence « i » par rapport à l'axe d'incidence déjà défini ci-dessus. Les relations mathématiques qui en résultent sont indiquées à côté de (la figure I.3). Dans notre exemple, le milieu 2 est plus réfringent que le milieu 1. Son indice de réfraction  $n_2$  est plus grand que l'indice de réfraction du milieu 1  $n_1$ . [3]

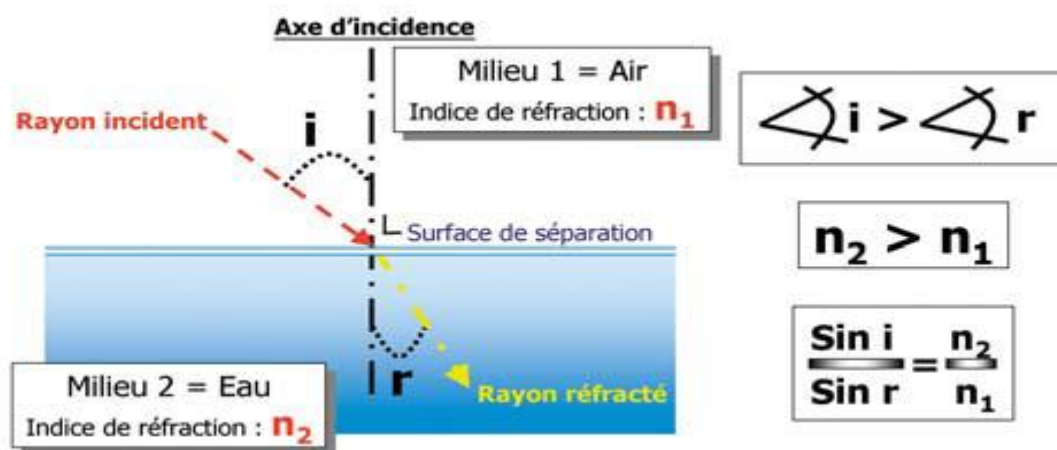


Figure I.3 La réfraction.

### I.3.3 La Réflexion total

Nous pouvons définir ce phénomène comme suit : Il y a réflexion totale lorsque l'angle d'un rayon lumineux incident, évoluant d'un milieu plus réfringent (+ dense) vers un milieu moins réfringent (- dense), est supérieur à la valeur de l'angle limite du milieu où se propage le rayon incident.

(Figure I.4) montre qu'en-dessous de l'angle limite « L », les rayons lumineux (en rouge) subissent le phénomène de réfraction et traversent la surface de séparation des deux milieux. Le rayon (jaune) ayant son angle d'incidence égale à l'angle limite rase la surface de séparation. Par contre le rayon (vert) qui attaque la surface de séparation avec un angle d'incidence supérieur à l'angle limite n'est plus en mesure de « sortir » vers le deuxième milieu mais subit une réflexion totale dans le premier. Dans une fibre optique, nous allons



donc créer les conditions nécessaires et indispensables à la réflexion totale pour guider le signal lumineux dans le conduit en verre. [3] (3)

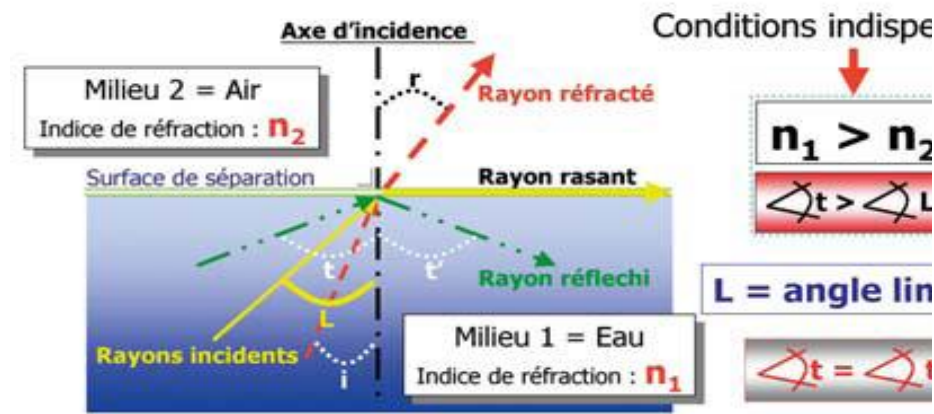


Figure I.4 : La réflexion totale

$$\sin i_t = \frac{n_2}{n_1} \quad (1) \quad \text{avec } n_1 > n_2$$

#### I.4 OUVERTURE NUMERIQUE D'UNE FIBRE OPTIQUE

La propagation de la lumière dans la fibre peut se faire avec très peu de pertes même lorsque la fibre est courbée. Une fibre optique est souvent décrite selon deux paramètres. [4]

Le premier est la différence d'indice normalisé, qui donne une mesure du saut d'indice entre le cœur  $n_c$  et la gaine  $n_g$  :

$$\Delta n = \frac{n_c - n_g}{n_c} \quad (2)$$

Le second est l'ouverture numérique de la fibre (Figure I.5), qui représente le sinus de l'angle d'entrée maximal de la lumière dans la fibre pour que la lumière puisse être guidée sans perte.

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

$$ON = \sin \theta_{\max} = \sqrt{n_c^2 - n_g^2}$$

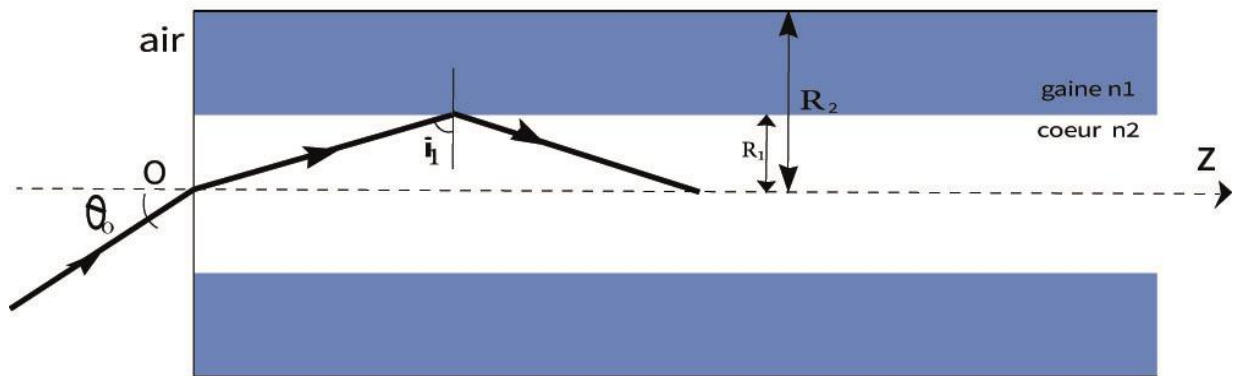


Figure I.5 : ouverture numérique d'une fibre

### I.5 PARAMETRES DETERMINANT LE TYPE DE FIBRE:

Il existe deux paramètres pour pouvoir déterminer le type de fibre. [5]

- **La longueur d'onde de coupure  $\lambda_c$**  : est la longueur d'onde de référence nous permettant de déterminer si la fibre est monomode ou multimode. Pour une longueur d'onde inférieure à  $\lambda_c$ , la fibre est multimode, elle est dite monomode si la longueur d'onde du mode est supérieure à  $\lambda_c$ .
- **La fréquence normalisée  $v$**  : On peut également déterminer le mode pouvant se propager dans la fibre grâce à la fréquence normalisée  $v$  qui dépend de l'ouverture numérique, la longueur d'onde  $\lambda$ , et le rayon de cœur  $a$ , Elle a pour expression :

$$v = \frac{2\pi a}{\lambda} ON \quad (4)$$

### I.6 DIFFERENTS TYPES DE FIBRE

#### I.6.1 Fibres multimodes

Il existe deux types de fibres multimodes : **les fibres à saut d'indice** et **les fibres à gradient d'indice**. Les fibres multimodes sont capables de transmettre plusieurs rayons lumineux grâce à un cœur mesurant 50  $\mu\text{m}$  pour les fibres à gradient d'indice et de 200  $\mu\text{m}$  pour celles à saut d'indice. Les rayons lumineux se déplacent dans la fibre en rebondissant dans le cœur

grâce aux réflexions totales. Pour la **fibre à saut d'indice**, la dispersion des rayons lumineux est très grande, ce qui provoque une déformation du signal reçu et une forte atténuation du signal à la sortie. Elle est utilisée dans le transport de données et elle est, à ce jour, la fibre la plus utilisée.

Certains défauts ont été corrigés **pour la fibre à gradient d'indice** ; en effet, cette fibre est composée de plusieurs couches à indices de réfraction croissants, ce qui permet de ramener "délicatement" le rayon vers le centre de la fibre et par conséquent de diminuer l'atténuation à la sortie. Elle est utilisée dans les réseaux locaux. (Figure I.6). [6]

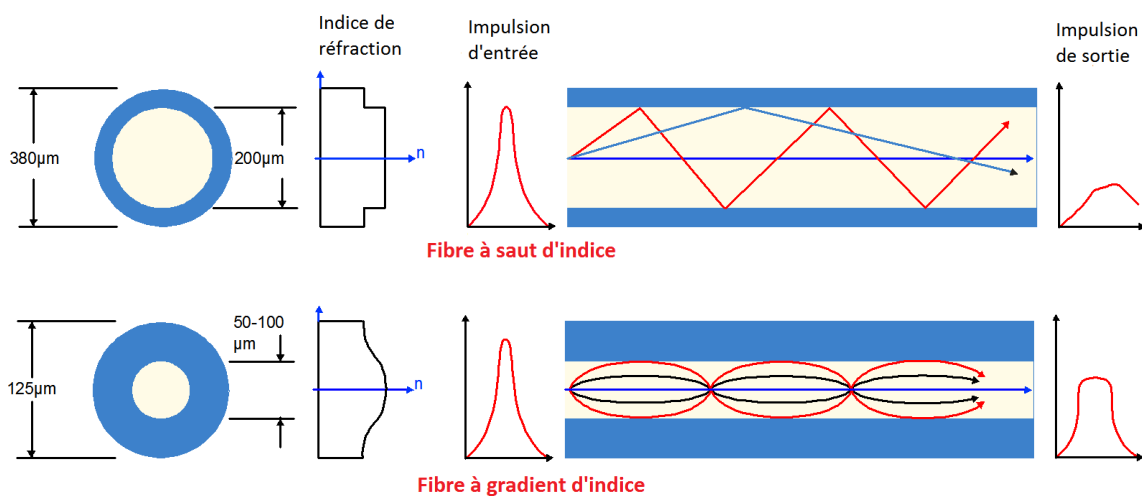


Figure I.6 : Fibres multimodes.

### I.6.2 Fibres monomodes

Lorsqu'on diminue le diamètre du cœur de la fibre, celle-ci n'admet plus qu'un seul rayon lumineux. Les fibres monomodes sont principalement utilisées lorsque de grandes distances doivent être parcourues par la fibre. Le cœur de la fibre mesure généralement de 8 à 10  $\mu\text{m}$  et la gaine environ 125  $\mu\text{m}$ . Les rayons lumineux se déplacent donc quasiment en ligne droite ce qui diminue alors considérablement l'atténuation. Selon la longueur d'onde utilisée, elle est de 0,36 dB/km à 1 300 nm et de 0,2 dB/km à 1 550 nm. Mais elle doit bénéficier d'une grande puissance d'émission comme celle émise par les diodes-lasers, qui sont relativement coûteuses. (Figure I.7). [6]

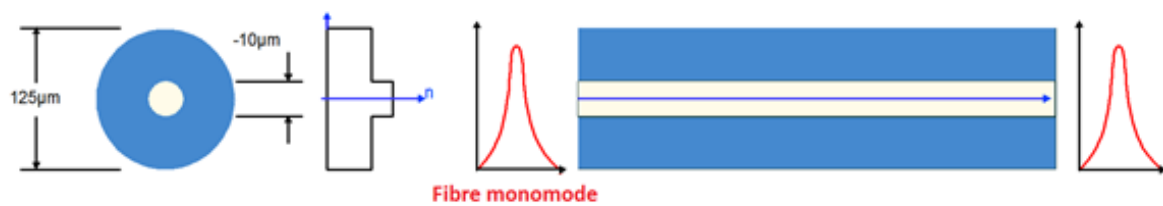


Figure I.7 : fibre monomode.

## I.7 FABRICATION DE LA FIBRE

Sa fabrication se décompose en trois étapes [7] :

- **La préforme** : La préforme constitue la première étape de la fabrication et permet de définir macroscopiquement la géométrie et les propriétés de la fibre. Durant celle-ci, on construit un cylindre en silice de plusieurs dizaines de centimètres de long et d'un centimètre de diamètre, qui sera ensuite tronqué de façon à obtenir une fibre identique à celle étudiée théoriquement.
- **Le fibrage** : Le fibrage est la transformation de la préforme en fibre optique. La préforme est placée en haut d'une tour, appelée "tour de fibrage", d'environ 3 mètres, à l'entrée d'un four. Lorsque la température de ce four est suffisamment élevée (autour de 2300°C), on y introduit notre fibre. Une goutte va alors se former et tomber sous l'action de son poids entraînant un fil de silice (de diamètre environ égal à 60 μm). Par la suite, la fibre est enrobée de résine bas indice, pour enfin être récupérée sur un cabestan.
- **Le polissage** : Le polissage est la dernière étape nécessaire à la réalisation de notre fibre. Elle permet d'obtenir une surface d'entrée et de sortie parfaitement plane. En effet, il est essentiel que la qualité optique (lors de l'expérimentation) soit de l'ordre de la longueur d'onde afin d'éviter toute réflexion non désirée à l'interface air-silice.

## **I.8 AVANTAGES DE LA FIBRE OPTIQUE**

- Performances de transmission : très faible atténuation, très grande bande passante, multiplexage possible de plusieurs signaux ; elles permettent aux systèmes d'avoir une portée et une capacité très supérieures à celles des câbles conducteurs.
- Sécurité électrique : isolation totale entre terminaux, utilisation possible en ambiance explosive ou sous forte tension.
- Avantage de mise en œuvre : très petite taille, grande souplesse, faible poids appréciables aussi bien en télécommunications que pour le câblage en informatique ; application industrielles.
- La fibre optique offre moins de dégradation du signal. En effet, la perte de signal dans la fibre optique est inférieure à celle du fil de cuivre. [8]

## **I.9 INCONVENIENTS DE LA FIBRE OPTIQUE**

- La fibre optique est une matière fragile, elle exige plus de protection autour du câble par rapport au cuivre.
- Le coût de la fibre optique est très élevé. [8]

## **I.10 CONCLUSION**

La fibre possède des qualités non négligeables comme support de transmission de l'information qui lui ont permis de s'imposer dans les réseaux de télécommunications. Et plusieurs de ses défauts semblent pouvoir se corriger (la dispersion chromatique, l'atténuation, ...), les fibres monomodes sont plus utilisées dans les systèmes d'éclairage compte tenu de leurs avantages par rapport aux fibres multi-modes. Nous allons maintenant passer à des systèmes d'éclairages utilisant la technologie de fibre optique.

# CHAPITRE II : GUIDAGE DE LA LUMIERE POUR ECLAIRER DES BATIMENTS

## II.1. INTRODUCTION

On s'intéresse maintenant à des différents moyens alternatifs pour profiter l'énergie naturelle du soleil et la récompenser en une autre forme d'énergie utilisable, en utilisant des fibres optiques comme un moyen de transportation de cette énergie.

**Qu'ils sont alors les dispositifs expérimentaux proposés pour effectuer cette opération ?**

L'idée est la même; mais les dispositifs se diffèrent l'un de l'autre, dans cette partie on va traiter les fameux cas en passant par la technologie **SOLARDO** basée sur la captation des rayonnements solaires par un miroir parabolique dont le guidage se fait toujours par technologie de la fibre optique qui doit respecter certains conditions pour conserver le spectre lumineux complètement, le deuxième module est composé de **lentilles de Fresnel**, qui concentrent les rayons du soleil de même façon qu'auparavant.

## II.2. MIROIR PARABOLIQUE (SOLARDO)

### II.2.1 Structure de miroir parabolique



*Figure II.1 : structure de miroir parabolique.*

C'est un système d'éclairage naturel révolutionnaire (*Figure II.1*), composé d'une [9] :

- parabole avec un revêtement des miroirs distribués sur sa surface ;

- un système de suivi solaire ;
- un système de triple filtrage ;
- une pièce de fixation posée sur la parabole.

Le concept fondamental est d'amener la lumière du soleil dans les pièces sombres en utilisant le principe des fours solaire.

### II.2.2 Principe de fonctionnement du miroir parabolique

Ce type de miroir, ou miroir convergent, est un miroir qui permet de réfléchir des rayons lumineux incident en parallèles en un seul point, le foyer. On reconnaît un miroir concave par sa surface creuse, comme le creux d'une cuillère (*Figure II.2*). [16]

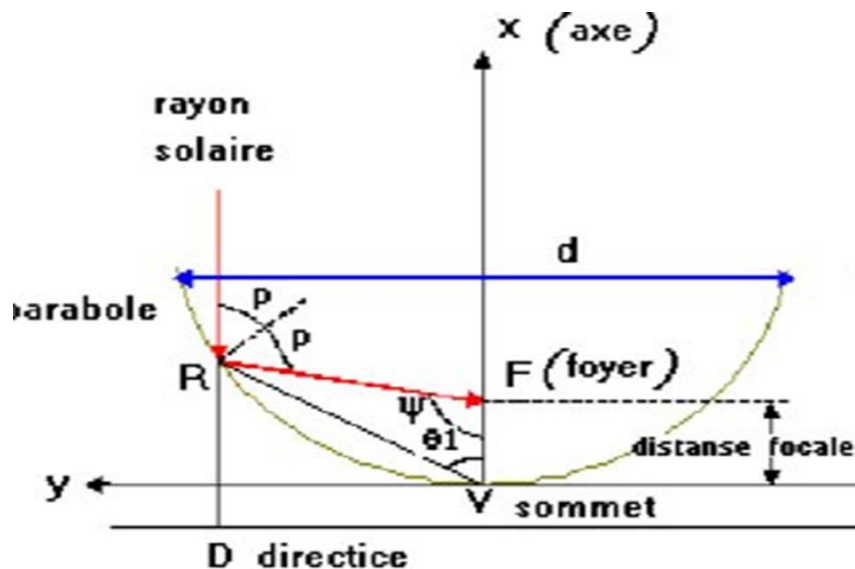


Figure II.2 : Principe de fonctionnement du miroir parabolique.

L'équation de la parabole est (5) :

$$y^2 = 4 \cdot f \cdot x \quad (5)$$

f : la distance focale FV.

$$p = \frac{2f}{1 + \cos \psi} \quad (6)$$

p : rayon parabolique, distance (RF) entre la courbe de la parabole et le foyer f.

ψ : Angle mesuré à partir de la ligne (VF) et le rayon parabolique (P).

L'angle d'ouverture  $\Psi$  d'une parabole est exprimé par la relation suivante (7) :

$$\tan \Psi = \frac{(f/d)}{2(f/d)^2 - \frac{1}{8}} \quad (7)$$

$f$  : distance focale.

$d$  : diamètre de l'ouverture de la parabole.

Les rayonnements solaires réfléchissants se concentrent au foyer, C'est pourquoi nous avons mis l'entrée de la fibre dans le foyer de miroir.

Après la réflexion des RS on sert à les diffuser dans une fibre optique comme elle montre la (Figure II.2).

### II.2.3 Le cône d'acceptance

A partir de l'ouverture numérique, qui a été traité dans le chapitre 1, on peut introduire la notion du cône d'acceptance (Figure II.3). [10]

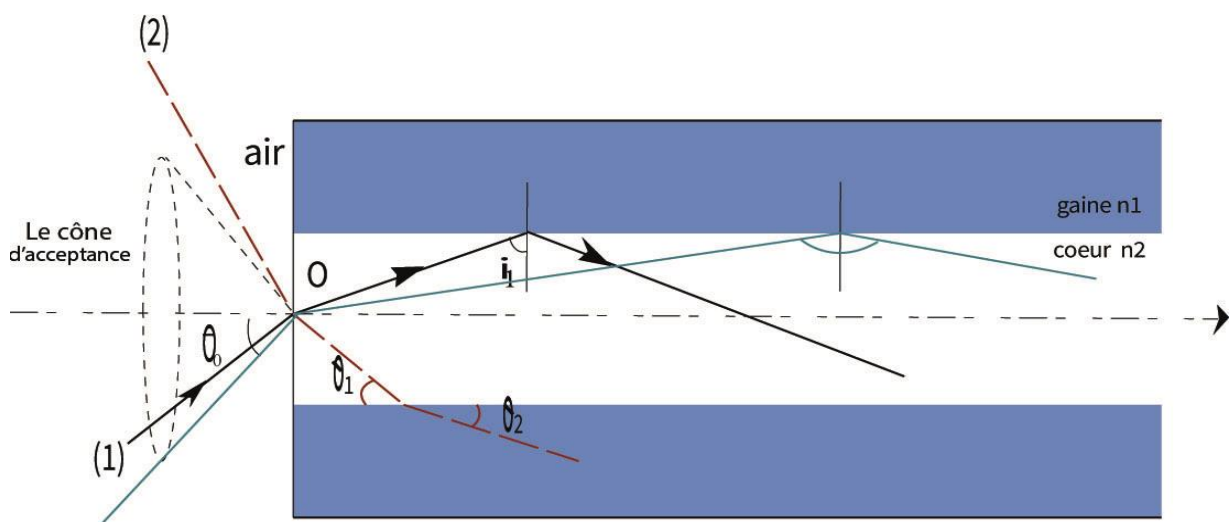


Figure II.3 : le cône d'acceptance.



Cette condition représente l'angle maximal permis pour qu'un faisceau puisse se propager dans une fibre optique.  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  et  $\theta_3$  sont respectivement les angles d'entrée dans la fibre, de réflexion à l'intérieur du cœur et de réfraction dans la gaine.

Ce dernier assure la réflexion de l'énergie dans la fibre d'où la première condition à respecter c'est qu'il faut que les RS soient diffusés dans un intervalle et avec un flux lumineux important pour bien éclairer.

$$E = \frac{d\Phi}{dS} \quad (8)$$

$\Phi$  étant le flux lumineux diffusé par la source c'est la puissance émise par la source dans toutes les directions, c'est l'énergie par seconde qui traverse une sphère qui entoure la source.

L'éclairement  $E$  c'est le flux qui atteint un élément de surface.

#### II.2.4 Système de filtrage

on sert à augmenter l'intensité lumineuse, avant le guidage sans que notre fibre soit endommagée, l'on peut l'assurer en éliminant les rayons UV et IR par un système de triple filtrage dont l'un est posé sur la surface focale de la parabole, on propose le système de filtrage dans la (Figure II.4).

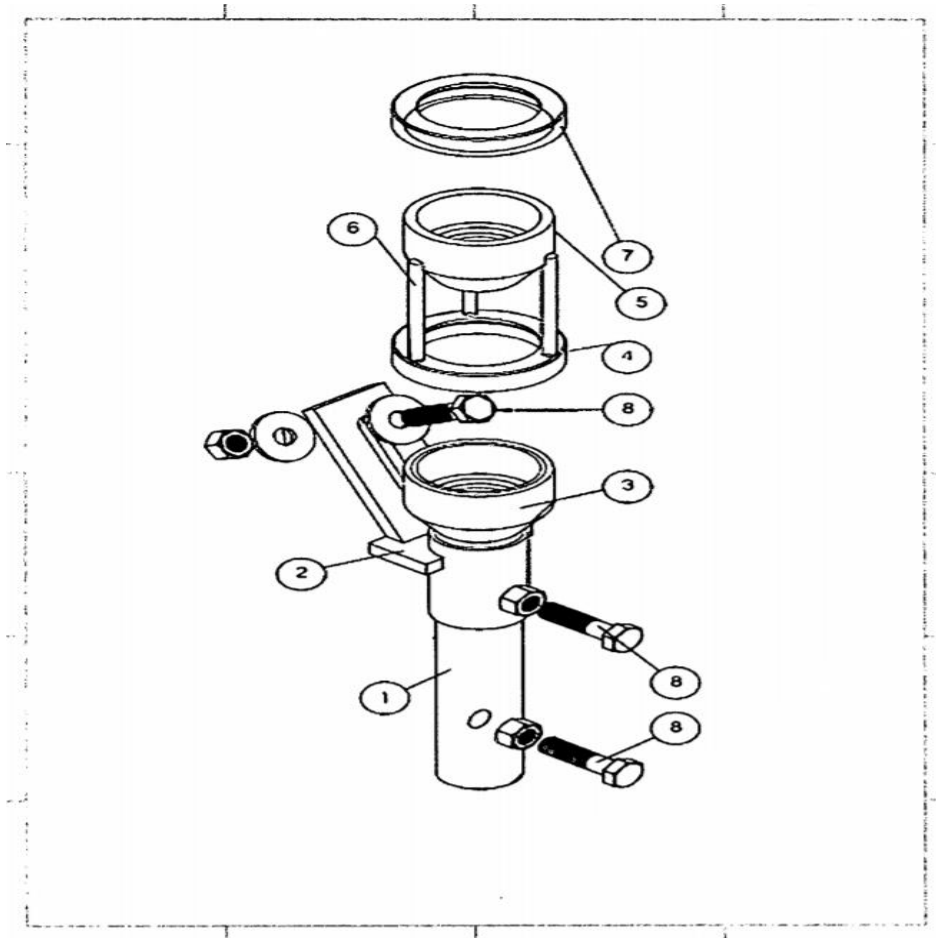


Figure II.4 : système de triple filtrage.

Ce system de filtrage compose d'une [9] :

**Lentille anti UV** : est une lentille possède la capacité de protéger notre fibre contre des rayons ultra-violet.

**Filtre anti-infrarouge** : le filtre se caractérise par sa capacité à bloquer les rayons infrarouge. Il laisse passer tous le spectre visible.

Le tube (1) contient des vices de serrages à l'entrée et à la sortie, le diamètre de tube est plus supérieur de celui de la surface focale, le filetage (3) reçoit l'écrou de couvercle (4) destiner à pénétrer le filtre optique assurant la troisième station de filtration des rayons ultraviolets et infrarouges.

La pièce plate a un rôle pour fixer le dispositif sur le bras de parabole en gardant l'angle d'incidence convenable, comme il assure plus de flexibilité dans le réglage de l'entrée de support au niveau de point focale.

Les tiges (6) laissent un trou entre les deux systèmes de filtrage, ce qu'on peut considérer comme une deuxième station de filtrage maintenant un autre filetage (5) avec un écrou de couvercle (7) pour le premier niveau de filtration.

## **II.3. LE MODULE COMPOSE EN LENTILLES DE FRESNEL**

### **II.3.1 STRUCTURE**



*Figure II.5 : structure de ce module.*

Ce dispositif (*figure II.5*) est composé d'un [11] :

- Un panneau contient les lentilles
- plusieurs lentilles de Fresnel pour la collection de la lumière du soleil
- des fibres optiques assemblées en faisceaux pour le transport de cette lumière naturelle jusqu'aux liminaires.

### II.3.2 Lentille de Fresnel

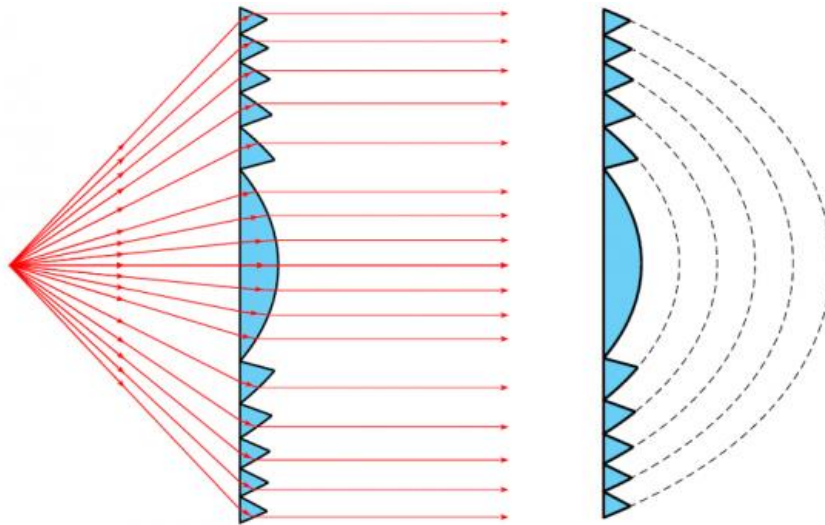


Figure II.6 : la lentille de Fresnel.

La lentille de Fresnel (*Figure II.6*) est une lentille plan-convexe découpée qui était inventée pour remplacer le fonctionnement des miroirs utilisés dans l'éclairage des phares de signalisation marine. Ce genre de lentille permet d'effectuer une série de réfractions au niveau des surfaces coupées, pour éviter le problème du poids, et les envoyer parallèlement vers l'infini, mais due au principe de Fermat on peut l'utiliser pour concentrer les rayons afin de les guider dans une fibre optique et c'est le but de cette étude. On schématise ces différents phénomènes dans *figure II.7*. [12]

La problématique visée c'est celle de l'éclairage naturel dont la transportation d'énergie solaire se fait par des fibres optiques. Les premiers créateurs de ce projet sont Florent Longa et Quentin Martin-Laval [13].

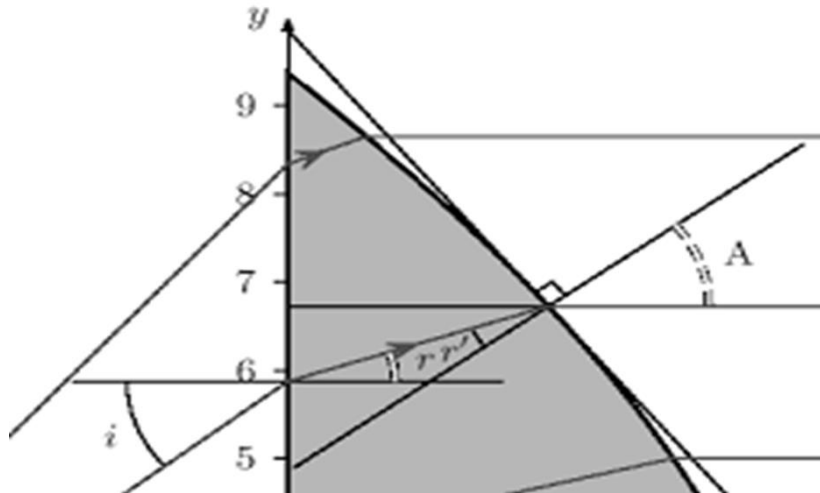
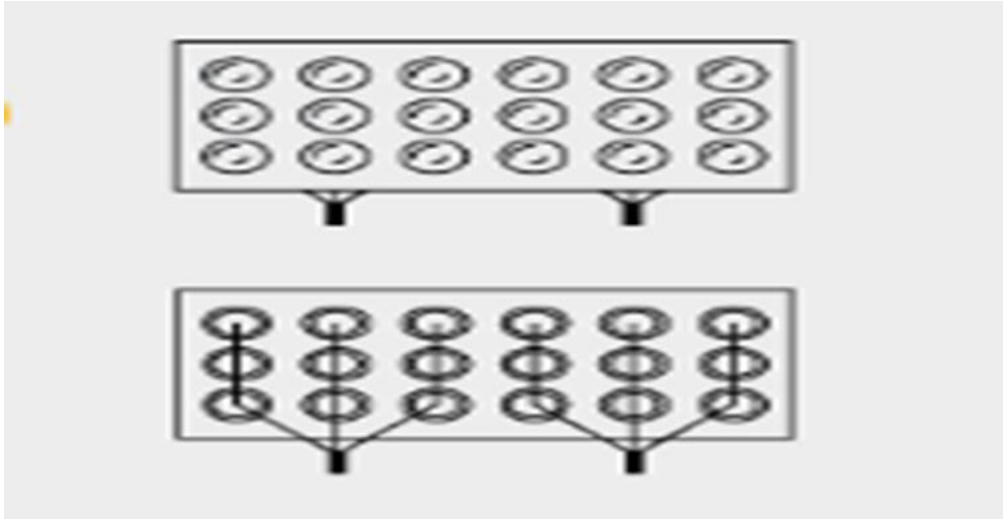


Figure II.7 : principe de fonctionnement de lentille de Fresnel.

Le but c'est de profiter ces phénomènes optiques pour concentrer le spectre lumineux quel est alors le principe de fonctionnement de ce modèle ?

### II.3.3 Principe de fonctionnement de ce module

Pour la captation ; le module est basé sur les lentilles optiques qui collecte la lumière du soleil par concentration, ces derniers sont placé sur un traquer solaire a deux degrés de liberté pour effectuer des rotations horizontalement afin de régler l'inclinaison et verticalement pour l'orientation ce système de suivi donne un rendement énergétique important, *figure II.8* représente le schème simplifié.



*Figure II.8 : fonctionnement de panneau.*

via des plaques fixées au plafond comme les luminaires. On peut éclairer jusqu'au 100 mètre carré d'après un panneau de 6 mètre seulement.

Par le biais de la fibre optique la lumière est transportée à l'intérieur des bâtiments grâce au fameux phénomène de la réflexion totale qui peuvent conduire la lumière à la fois d'une façon horizontale et verticale et qui ont la possibilité d'être courbées sans affecter la diffusion lumineuse.

La diffusion de la lumière se fait par une lampe bi-source hybride, solaire et LED, avec automatisme de modulation intégré, diffuse la lumière naturelle dans la pièce à éclairer.

## **II.4. CONCLUSION**

Les deux modèles, système de miroir parabolique et le panneau composé en lentilles de Fresnel, qui ont été traités dans ce chapitre sont basés sur amener la lumière du soleil dans les pièces aveugles des bâtiments.

Ils sont des systèmes d'éclairage naturel utilisant la technologie de fibre optique pour récupérer la lumière du soleil à l'extérieur des bâtiments et la transporter à l'intérieur.

Grâce à tout ça, ils sont présentés de quelque inconvénient manifesté dans l'incapacité de produire une quantité maximale d'éclairage.

# CHAPITRE III : SYSTEME CYLINDRO-PARABOLIQUE

## III.1. INTRODUCTION

Il existe plusieurs techniques distinctes pour la collection de la lumière solaire, les plus importantes sont deux modules. L'un compose en lentille de Fresnel dont le principe de concentration des rayons solaires qui incidents parallèlement à la surface en un point que nous appelons le point focal du concentrateur. L'autre est le miroir parabolique avec le même principe que le premier.

Ces dernières techniques présentent un certain nombre d'inconvénients; ce qui nous a incité à innover d'autre modèle de configuration plus rentables, qui utilisent le principe de la concentration où une quantité de la lumière considérable.

Le concentrateur solaire cylindro-parabolique contenant un porteur sur forme une ligne placé au foyer, qui a un rôle de porter plusieurs fibres optiques. L'un des avantages de ce module est de capter le maximum des rayons lumineux par rapport à l'autre dispositif.

## III.2. STIGMATISME

On dit qu'un système est stigmatique si à un point objet correspond un point image unique (*Figure III.1*) [16].

Pour certains systèmes, le stigmatisme est exact, soit pour tout point, soit pour quelques points particuliers (cas du miroir sphérique par exemple).

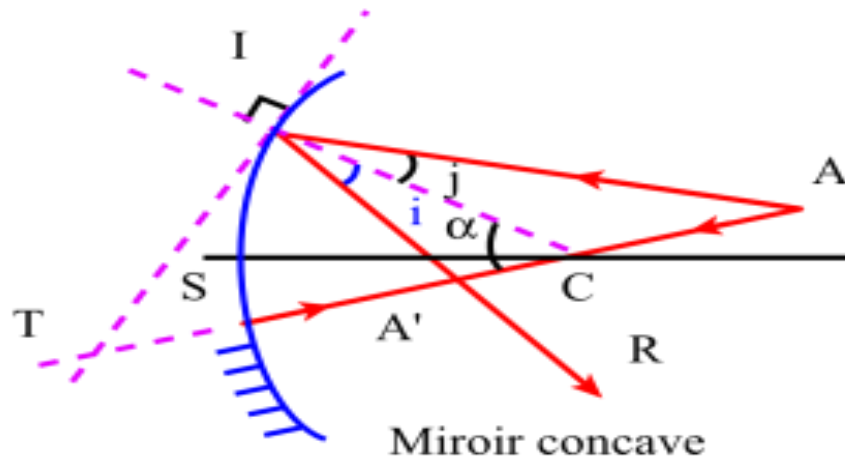


Figure III.1 : le stigmatisme.

Le miroir plan réalise le stigmatisme rigoureux pour tout point de l'espace. Quel que soit le point objet A, son image est le symétrique A' de A dans le miroir. C'est le seul système optique qui soit rigoureusement stigmatique quel que soit le point objet considéré et quel que soit l'ouverture du cône de rayons envoyés par le point objet (Figure III.2) [14].

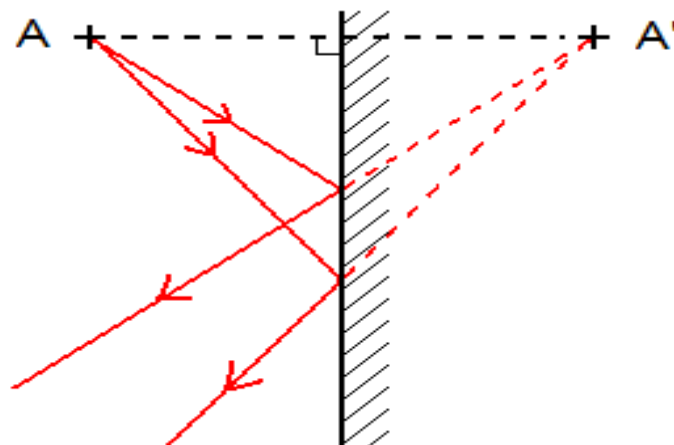


Figure III.2 : stigmatisme rigoureux pour les miroirs plans.

La plupart des systèmes optiques fonctionnent dans des conditions de stigmatisme approché obtenues par des réglages et des diaphragmes. (Si ce n'est pas le cas, le système est dit astigmatique : il n'y a pas d'image optique.)

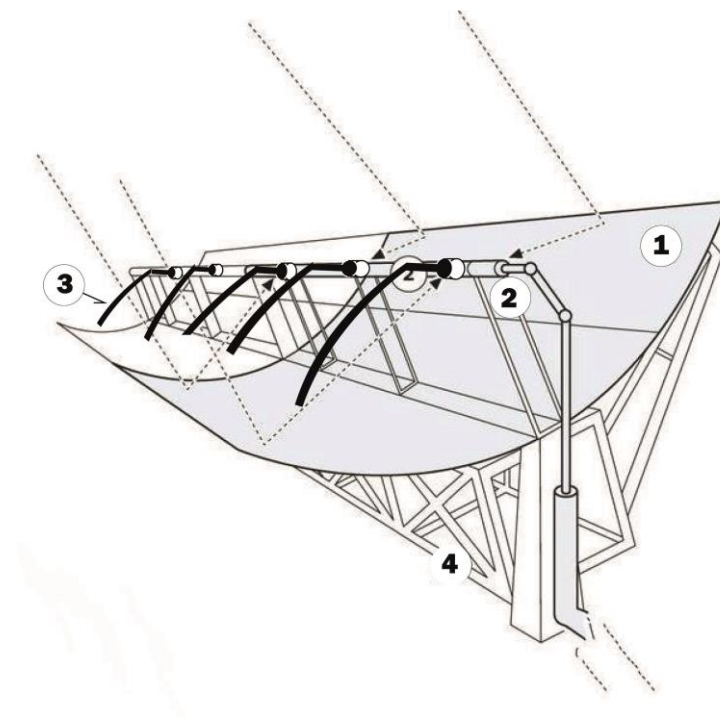


### III .3. STRUCTURE DE SYSTEME CYLINDRO-PARABOLIQUE

#### III .3.1 Structure

Ce type de miroir cylindro parabolique(1) se compose en un grand ensemble des petites miroirs parallèles, qui tournent autour d'un axe horizontal pour suivre la course du soleil.

Les rayons solaires sont concentrés sur un alignement horizontal, on place une plusieurs fibre optique(3) successive sur cet alignement (2).



*figure III.3 : structure de system cylindro parabolique*

**LE CONCENTRATEUR SOLAIRE CYLINDRO-PARABOLIQUE EST COMPOSE DES ELEMENTS SUIVANTS :**

#### III .3.2 Réflecteur (miroirs)

Le réflecteur Fabriqué en verre dont la transivité atteint 98%. Ce verre est recouvert d'une couche d'argent en dessous et d'une couche protectrice spéciale. Un réflecteur de haute qualité peut refléter 97% du rayonnement incident. [15]



Figure III.4 : miroir

### III .3.3 Récepteur (porteur de fibre optique)

L'élément le plus important est le porteur des fibres optique qui se place sur une ligne droite parallèle à la surface de réflexion qui se situe au foyer contenant une série de fibres orientées vers la normale de la surface externe du dispositif cela affecte sur le rendement énergétique de dispositif (Figure III .5).



Figure III .5 : récepteur.

## III.4. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

### III.4.1 La géométrie parabolique

La surface primaire d'un concentrateur cylindro-parabolique est déterminée à travers le produit de son contour par sa longueur  $L$  comme indiqué sur la (Figure III.6), tandis que sa surface d'ouverture ( $A_0$ ) est définie comme étant le produit de son diamètre d'ouverture ( $d$ ) par longueur ( $L$ ) représenté par la relation (9) [15] :

$$A_0 = L.d \quad (9)$$

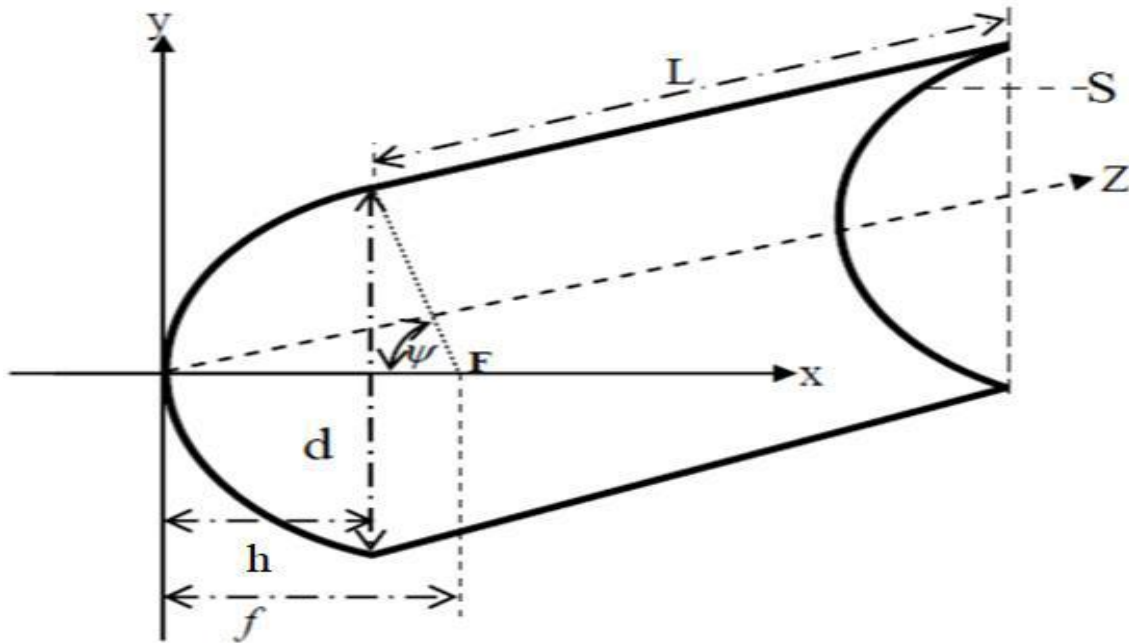


Figure III.6 : Description géométrique d'un cylindro- parabolique.

La surface d'une cylindro-parabolique ( $A_x$ ) représente la longueur de l'arc (S) multipliée par la longueur (L), elle est représentée par la relation suivante :

$$A_x = L.S \quad (10)$$

#### III.4.2. Description optique

Le paramètre optique dans les concentrateurs solaires est le coefficient de concentration solaire (C). Il est défini comme étant le rapport entre le flux solaire concentré au plan focal et le flux solaire réfléchi à travers la surface d'ouverture du concentrateur comme illustré sur la (Figure III.7) [15]. Rapport entre les deux flux surfaciques fait ressortir l'expression(11) suivante :

$$C = \frac{A_o}{A_t} \quad (11)$$

$A_o$  : Est la surface d'ouverture du concentrateur.

**At** : Est la surface de la tache solaire focalisée le long de ligne focale.

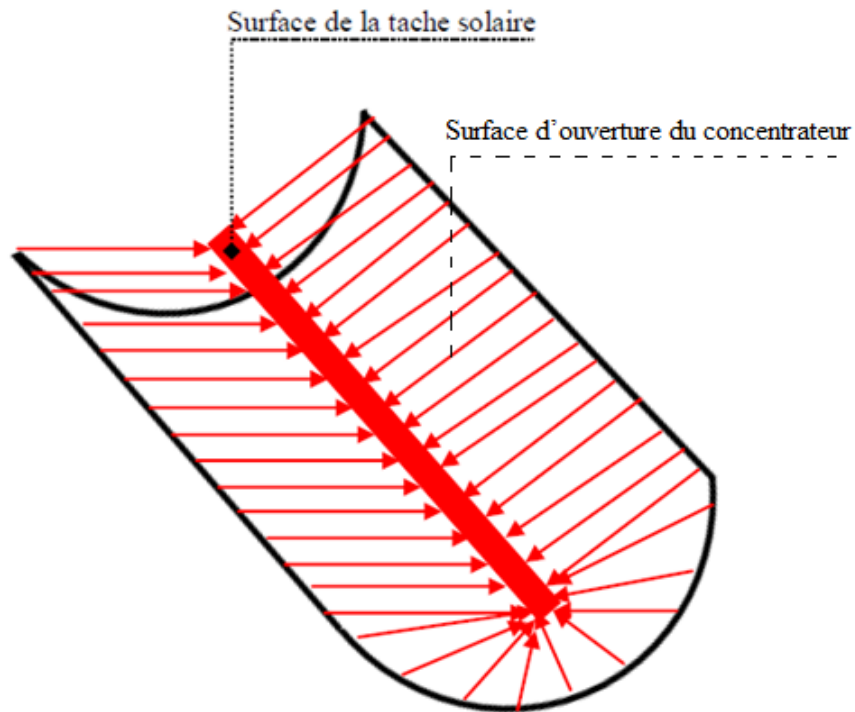


Figure III.7 description optique.

#### III.4.3. Système optique d'une surface cylindro-parabolique

Selon les lois de la réflexion, tous les rayons verticaux sur la surface de réflexion (Surface d'une cylindro-parabolique) sont reflétés dans le foyer linéaire s'étendant le long de la surface cylindrique parabolique (Le focus linéaire). Le foyer linéaire est ainsi appelé car il combine tout le rayonnement réfléchi (Figure III.8) [15].

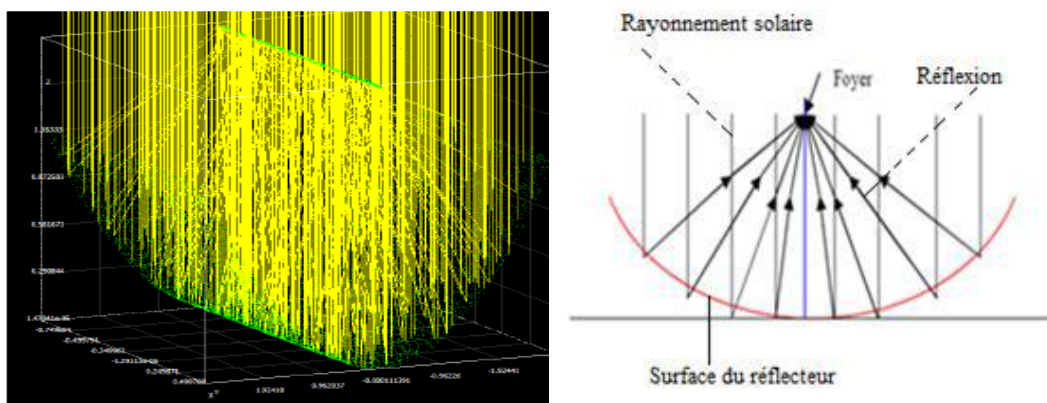


Figure III.8 Système optique d'une surface cylindro-parabolique.

#### III.4.4. Mécanisme de suivi du soleil

Puisque la position apparente du soleil est variable par rapport à un point de captation au cours d'une journée, nous serons donc obligés de modifier constamment la position du concentrateur afin de suivre celle du soleil.

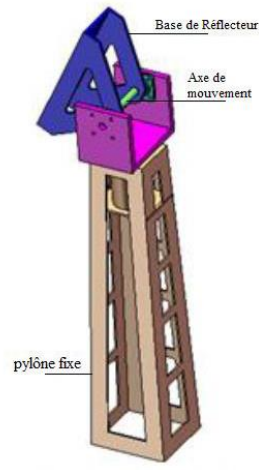


Figure III.9 : Mécanisme de suivi du soleil.

C'est un système qui se déplace sur un axe de sorte que le rayonnement solaire reste verticalement sur le réflecteur. De cette manière, le rayonnement se reflète dans le foyer et se concentre sur la ligne droite qui porte les fibres optiques.

Notre modèle, (Figure III.9), est basé sur un système du suivi solaire fiable de deux axes à l'aide d'une carte électronique liée à un micro-ordinateur par le port parallèle qui permet d'effectuer des rotations en respectant l'inclinaison, pour éviter l'état stationnaire du système. La parabole concentre la lumière sur un récepteur sous forme d'une droite qui se comporte comme une ligne focale du réflecteur. Le choix d'un miroir parabolique vient du fait qu'il a la propriété d'être stigmatique pour des points qui se situent à l'infini en tenant compte de taux de concentration [16].

#### III.45. CONCLUSION

Dans ce chapitre, on a présenté une explication scientifique des concepts de base des systèmes d'éclairage cylindro-parabolique, tels que la forme géométrique et optique, les composants de base et les propriétés, etc.



# CONCLUSION

La fibre optique est une technique essentielle et principale dans les télécommunications, elle permet d'améliorer les quantités transmises mais également en qualité. Nous pouvons dire que la fibre optique dans tous les domaines d'applications connaît une très grande évolution. L'évolution de la transmission de lumière solaire par fibre optique est accélérée ces dernières années. Aujourd'hui le besoin des systèmes d'éclairage naturel (Energie renouvelable) est très important.

Nous avons introduit notre projet par une généralité sur les fibres optiques, le principe de fonctionnement, les différents types de cette fibre et les plus utilisés sont des fibres optiques monomodes. Ensuite nous avons traité un autre système d'éclairage innover par rapport à des autres systèmes déjà existes et qui présentent plusieurs nombre d'inconvénient, pour montrer l'efficacité énergétique et les avantages physiques à notre système, enfin nous avons vu les différents domaines d'application des fibres, les avantages et les inconvénients.

La fibre optique, grâce aux performances dans les domaines d'éclairage, est de plus en plus utilisée dans les réseaux de télécommunications, car il est naturel aujourd'hui de recevoir et d'envoyer des messages instantanément de n'importe quel point de la planète. Cette capacité de communication à l'échelle du globe, sans précédent dans l'histoire, bouleverse notre représentation du monde. Elle est le résultat d'une longue évolution, depuis les signaux de fumée des indiens d'Amérique jusqu'aux réseaux de télécommunication par fibre optique.

# BIBLIOGRAPHIE

- [1], Fibre optique, [https://fr.wikipedia.org/wiki/Fibre\\_optique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fibre_optique), [consulte le 18 juin 2021]
- [2], Structure des fibres et Modes linéairement polarisés, <http://physique.unice.fr/sem6/2016-2017/PagesWeb/PT/Fibre/fibresmodes.html>, [consulte le 20 juin 2021]
- [3], Câblage fibre optique pour réseaux locaux, <http://notionsinformatique.free.fr/reseaux/cablagefibre%20optique.pdf>, [consulte le 20 juin 2021]
- [4] Fibre optique plastique à large ouverture numérique, <https://www.luxeri.fr/fibre-optique-plastique-a-large-ouverture-numerique-c1200x66752>, [consulte le 18 juin 2021]
- [5], Types de Fibres, <http://physique.unice.fr/sem6/2013-2014/PagesWeb/PT/Fibres/fibre-optique2.html>, [consulte le 22 juin 2021]
- [6], Les différents types de fibre, [http://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2009/Transmission\\_sur\\_fibre\\_optique/types.html](http://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2009/Transmission_sur_fibre_optique/types.html), [consulte le 10 juin 2021]
- [7], La fabrication de la fibre optique, <https://www.lafibrelyonnaise.fr/fabrication-de-la-fibre-optique/>, [consulte le 10 juin 2021]
- [8], Avantages et inconvénients de la fibre optique, <https://www.fibre-pro.fr/2018/07/10/avantages-et-inconvenients-de-la-fibre-optique/>, [consulte le 15 juin 2021]
- [9], Brevet d'invention, <http://patent.ompic.ma/publication-server/pdf-document?PN=MA38942%20MA%2038942&iDocId=12651&iepatch=.pdf>, [consulte le 8 juin 2021]
- [10], Martin kom, Jean EYEBE Fouda, Guillaume kom, Technologie de l'optique guidée, [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fmooc.auf.org%2FIMG%2Fpdf%2FSequence1\\_1ere\\_partie\\_Technologie\\_Optique\\_Guidee.pdf&psig=AOvVaw3IKnhIEOIBM5Ah71pIIsJ8&ust=1626092909099000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjhxqFwoTCIDTpKaC2\\_ECFQAAAAAdAAAAABAJ](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fmooc.auf.org%2FIMG%2Fpdf%2FSequence1_1ere_partie_Technologie_Optique_Guidee.pdf&psig=AOvVaw3IKnhIEOIBM5Ah71pIIsJ8&ust=1626092909099000&source=images&cd=vfe&ved=0CAsQjhxqFwoTCIDTpKaC2_ECFQAAAAAdAAAAABAJ), [consulte le 15 juin 2021]



[11], FORMA TIS, <http://blog.formatis.pro/echy>, [consulte le 15 juin 2021]

[12], Les lentilles de Fresnel, <https://journals.openedition.org/bibnum/733>, [consulte le 18 juin 2021]

[13], Les lentilles à échelons de Fresnel,  
[https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.bibnum.education.fr%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FFRESNEL\\_MEMOIRE\\_NOUVEAU\\_SYSTEME\\_ECLAIRAGE\\_DES\\_PHARES\\_GUIGUENO.pdf&psig=AOvVaw1nGv7-SBSMfZzJ9LxnJAhL&ust=1626093791621000&source=images&cd=vfe&ved=0CAwQ3YkBahcKEwjw\\_-jMhdvxAhUAAAAAHQAAAAAQBA](https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.bibnum.education.fr%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FFRESNEL_MEMOIRE_NOUVEAU_SYSTEME_ECLAIRAGE_DES_PHARES_GUIGUENO.pdf&psig=AOvVaw1nGv7-SBSMfZzJ9LxnJAhL&ust=1626093791621000&source=images&cd=vfe&ved=0CAwQ3YkBahcKEwjw_-jMhdvxAhUAAAAAHQAAAAAQBA), [consulte le 18 juin 2021]

[14], stigmatisme, <https://www.techno-science.net/definition/8504.html>, [consulte le 20 juin 2021]

[15], Qussay omar mohammed hroub, mémoire de master Etude expérimentale d'un concentrateur solaire cylindro-parabolique à base de miroirs plans dans la région de Biskra,