



Caractéristiques de la lumière

La recherche d'un moyen de transmission de la lumière sur des longues distances a conduit les scientifiques pour enquêter sur le verre qui était déjà utilisé pour expérimentations optique dans le laboratoire. Mais, il a été constaté que le verre utilisé en laboratoire, soit sous la forme de prismes ou lentilles, présentaient une perte très élevée d'environ 1000 dB/Km. Cependant, les recherches ont également montré que cette perte élevée n'était pas une caractéristique intrinsèque du verre mais était dû aux impuretés présentes dans le verre. En d'autres termes, une forte perte d'énergie optique n'était pas due aux molécules de verre mais était due aux impuretés qui y sont restées lors de sa fabrication. Donc, avec le meilleur possible les scientifiques ont préparé du verre purifié qui a ensuite été trouvé a un taux de perte de seulement 20 dB/Km. Bien que de nos jours, cette perte ne soit en rien petit, mais au début, il était très comparable aux autres disponibles alternatives pour les supports de communication à large bande comme les câbles coaxiaux. Progressivement, les technologies améliorées et le verre hautement purifié qui avait une très faible atténuation a commencé à être fabriqués. Alors, laissez-nous juste avoir un aperçu de cette amélioration de la fabrication de verre au cours des cinquante dernières années. Une courbe de «Historique de l'atténuation» est illustrée dans la figure ci-dessous.

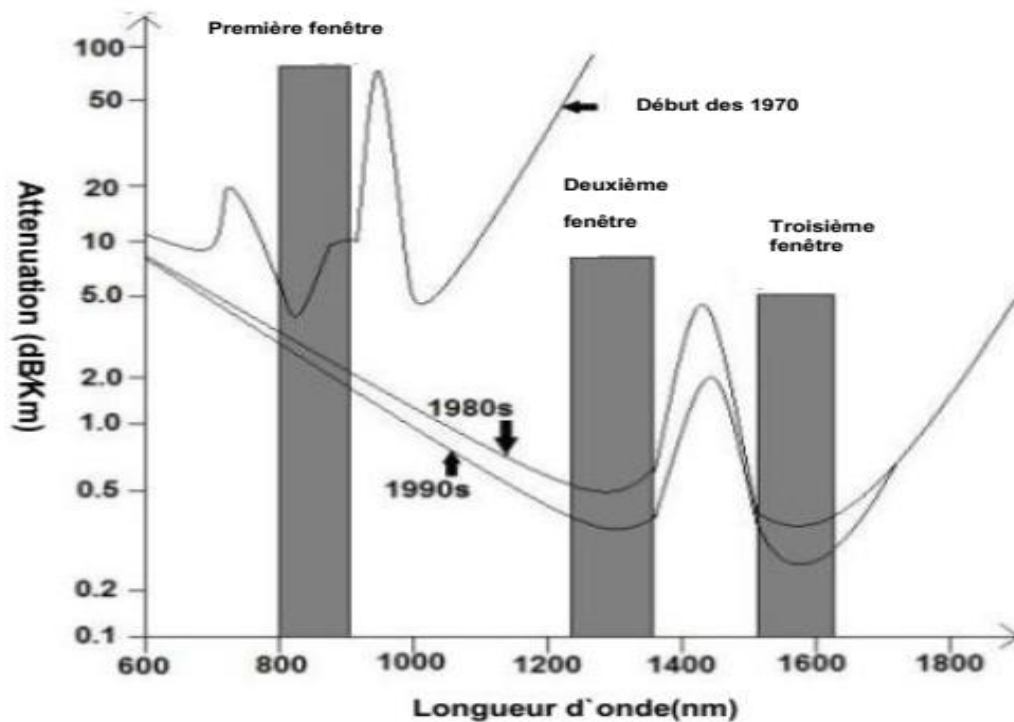


Fig.1: Historique de la courbe d'atténuation dans la fabrication du verre

La figure ci-dessus montre les profils de perte de verre fabriqué avec les meilleures technologies disponibles au début des années 1970, 80 et 90. Comme on le voit, on peut clairement conclure que la fabrication de verre purifié s'est considérablement améliorée en raison de laquelle les valeurs de perte sont devenues négligeables par rapport à d'autres alternatives. Dans les années 70, le verre manufacturé avait un profil de perte qui présentait une perte minimale à une longueur d'onde d'environ 800 nm (0,8 μm). Au moment où cette étude du verre se poursuivait, des LASERs ont également été inventés qui utilisaient un matériau semi-conducteur appelé gallium arséniure (GaAs) pour l'émission de lumière. Le GaAs est intrinsèquement capable d'émettre de la lumière de longueur d'onde 800 nm. Donc, par coïncidence, nous avons du verre qui avait une perte minimale à la longueur d'onde émise par les LASERs, et il s'est donc avéré être une excellente combinaison. Les communications optiques initiales ont donc commencé à une longueur d'onde de 800 nm et sont donc appelées la « première fenêtre » de la communication optique.

Au fur et à mesure que la technologie s'améliorait, le verre a été encore purifié et il a montré une région de perte minimale à 1300 nm et 1550 nm dans les années 80, comme le montre la figure 1. Il n'y avait pas de minimum dans la fenêtre de 800 nm et les LASERs GaAs ne pouvaient donc pas être utilisés comme sources. Mais au cours du temps, la technologie des matériaux semi-conducteurs s'est également améliorée simultanément et nous disposons de sources qui pouvaient émettre de la lumière à la fois dans les régions 1300 nm et 1550 nm. Ainsi, les communications optiques ont été déplacées vers ces régions et ont été appelées « deuxième fenêtre » et « troisième fenêtre » de la communication optique. La fenêtre 1300 nm a non seulement une faible perte mais peut également prendre en charge des débits de données élevés. Mais aujourd'hui, la majorité des transmissions optiques ont lieu dans la fenêtre de 1550 nm, car bien que la fenêtre de 1300 nm ait une bande passante élevée, elle présente également une perte plus élevée, ce qui affecte considérablement les performances du système de communication, car les distances deviennent considérablement importantes. La fenêtre de 1550 nm permet l'installation d'amplificateurs optiques à des intervalles réguliers qui peuvent amplifier la lumière dans le domaine optique sans la convertir en signal électrique. Cela conduit à une communication plus fiable et donc aujourd'hui la plupart des communications optiques se situent dans la troisième fenêtre. Voyons maintenant les avantages de la communication optique.

AVANTAGES DE LA COMMUNICATION OPTIQUE

- La communication optique fournit une bande passante ultra-élevée de l'ordre du térahertz (THz). Cet avantage répond à la première exigence d'un système de communication fiable de haute qualité.

- Le taux de perte de communication optique est très faible, environ 0,2 dB / Km. Ce système a donc des valeurs SNR élevées. Cet avantage fournit un système de communication fiable. Aucun autre support ne peut aujourd'hui fournir des valeurs de pertes aussi faibles que le support optique.
- Les systèmes de communication optique ont un niveau très faible, voire négligeable des interférences électromagnétiques (EMI).
- La communication optique permet une transmission de données de haute sécurité. En effet, le signal optique traverse les fibres optiques cette dernière ne permettent pas de fuite d'énergie lumineuse. Il est donc très difficile d'exploiter les informations transmises en communication optique.
- Les systèmes de communication optique ont un coût de fabrication très faible. Quel que soit le coût encouru, c'est uniquement grâce à la technologie. En effet, le verre optique est fabriqué à partir de silice, qui est librement abondante dans la nature. Ainsi, le seul coût est de le mouler en une forme de support optique comme une fibre optique. Le coût par canal vocal d'une fibre optique est également très inférieur au coût par canal vocal de tout autre support comme le câble coaxial, bien que les deux puissent avoir des coûts comparables par kilomètre. En effet, la bande passante de la fibre optique est presque 1000 fois plus grande qu'un câble coaxial. Ainsi, le coût par canal d'une fibre optique serait un millième de celui d'un câble coaxial.
- Applications où l'espace et le poids sont des contraintes, la fibre optique sert correctement car les fibres optiques ont un faible poids et un faible volume par rapport à d'autres médias....

Le seul défaut, s'il faut le souligner, est que la communication optique est une technologie de communication point à point. Si on compare la communication par fibre optique à d'autres technologies de communication multipoints comme la communication par satellite à cet égard est avantageuse en ce qu'elle est un type de technologie de diffusion. Mais dans le scénario moderne où les fibres optiques atteignent chaque maison, au moins dans une zone urbaine, les informations peuvent être diffusées dans chaque maison en très peu de temps. Ainsi, nous voyons que la communication optique présente de nombreux avantages par rapport à tout autre mode de communication, ce qui en fait l'option de communication la plus souhaitable aujourd'hui. Ces avantages sont précisément les raisons des développements rapides dans le domaine de la communication optique qui se sont révolutionnés presque tous les 10 ans et sont toujours en évolution rapide. Aujourd'hui, la plupart des réseaux sont

composés de fibres optiques utilisant la technologie de réseau optique. De nouveaux développements pour augmenter la capacité d'un système de communication optique ont également eu lieu, comme la technologie de multiplexage par répartition en longueur d'onde (WDM).

CARACTÉRISTIQUES DE LA LUMIÈRE

Nous savons que la lumière est une forme de rayonnement électromagnétique. Nous connaissons également la propagation de la lumière sous forme de rayons qui nous aident à prouver différentes lois comme les lois de la réflexion, la loi de Snell, les interférences, diffractions, etc. Nous connaissons bien les phénomènes comme l'émission photonique, la photoélectricité qui définissent une nature de particules pour la lumière sous forme de photons. Donc, fondamentalement, la nature de la lumière dépend du contexte dont nous parlons. Donc, dans ce cours, nous traitons d'abord la lumière dans le cadre du modèle de rayon et étudier différents phénomènes basés sur le modèle de rayon de la lumière. En allant plus loin, lorsque nous trouvons que le modèle de rayon est inadéquat pour expliquer certains phénomènes, nous nous éloignons du modèle de rayon et adoptons ensuite un modèle supérieur pour la lumière qui est le modèle d'onde où la lumière est traitée comme une onde électromagnétique. Et dans les situations où nous trouvons même le modèle d'onde inadéquat pour expliquer certains phénomènes comme l'interaction de la lumière avec la matière, nous adoptons le modèle quantique de la lumière où la lumière sera traitée comme un photon. Ainsi, dans ce cours, nous traiterons la lumière dans les trois modèles suivants:

- Modèle des rayons
- Modèle des ondes
- Modèle quantique

Une question très élémentaire qui peut maintenant venir à l'esprit du lecteur est de savoir comment caractériser ou décrire une source de lumière ? Une source de lumière peut être caractérisée par les facteurs suivants :

Intensité de la lumière : L'intensité de la lumière est définie comme la puissance par unité d'angle solide. Donc, pour une puissance donnée de la source, si la lumière émise est diffusée dans un angle solide très large, la source a une faible intensité. Si la lumière émise est confinée à un cône très étroit, la source semble être très brillante car son intensité augmente. Cela se produit dans le cas d'un LASER

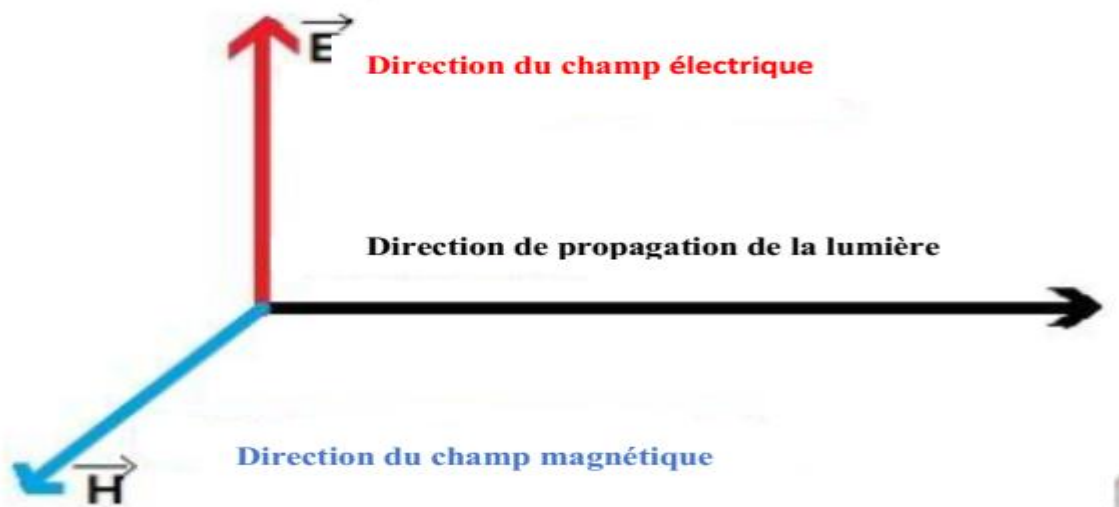
dont la lumière semble être beaucoup plus lumineuse et parcourt une longue distance qu'une ampoule normale de 60 W, bien que la puissance du LASER soit beaucoup plus petite que 60 W. L'intensité de la source indique à quel point la lumière émise est focalisée.

Longueur d'onde de la lumière (λ) : La deuxième caractéristique sur laquelle une source est caractérisée est la longueur d'onde de la lumière émise. La longueur d'onde de la lumière est indicative de la couleur de la lumière et tant de fois elle est aussi appelée couleur de la source. La lumière visible se situe dans une gamme de longueurs d'onde de 400 nm à 700 nm. Si nous regardons la figure 1, nous constatons que le verre qui nous semble si transparent dans la vie quotidienne n'est pas réellement transparent aux longueurs d'onde de 400 nm à 700 nm. En fait, il est beaucoup plus transparent aux lumières de longueurs d'onde 1300 nm et 1550 nm, qui se trouvent dans la région infrarouge. Étant donné que ces régions ne sont pas dans la plage visible, la couleur n'a pas de sens, mais nous pouvons conserver la couleur comme l'une des caractéristiques pour classer la lumière. En fonction des performances de perte souhaitées du système de communication optique, λ peut être choisi soit 1300 nm soit 1550 nm. Ainsi, le choix de la longueur d'onde de transmission a une relation directe avec le SNR de la transmission.

Largeur spectrale de la source ($\Delta\lambda$) : il s'agit essentiellement de la plage de longueurs d'onde sur laquelle l'émission a lieu. En d'autres termes, c'est la gamme de longueurs d'onde émises par la source. Ainsi, la largeur spectrale peut être considérée comme indicative de la pureté de la couleur de la source lumineuse. Autrement dit, si nous avons une source avec une large largeur spectrale, disons par exemple si elle émet toutes les longueurs d'onde allant du bleu au rouge, nous obtenons une lumière de la source qui ressemblera à de la lumière blanche. Si nous réduisons la largeur spectrale à presque le rouge, nous obtiendrions une lumière de couleur rouge vif. Si nous le réduisons à presque bleu, nous obtiendrions une lumière de couleur bleue et ainsi de suite. Ainsi, la réduction de la largeur spectrale augmente la pureté de la couleur. La largeur spectrale est un paramètre très important d'une source car nous découvririons plus tard que la largeur spectrale d'une source est liée au débit de données jusqu'à lequel une source peut être utilisée comme émetteur de signal optique. Plus la valeur de $\Delta\lambda$ sera petite, plus la pureté de la source sera élevée et plus le débit de données de la source sera élevé. En d'autres termes, plus la bande passante du système de communication sera élevée. Ainsi, le choix de $\Delta\lambda$ a une relation directe avec la bande passante de la transmission.

Les trois caractéristiques ci-dessus traitent la lumière comme source d'énergie. Nulle part la nature ondulatoire de la lumière ne doit être remarquée. Cependant, lorsque nous passons à l'examen de la propagation de la lumière dans une fibre optique, cette notion de lumière en tant que source d'énergie

est inadéquate et nous devons traiter la lumière comme une onde électromagnétique. Selon cette adoption, si les dimensions du milieu de propagation sont très importantes par rapport à la longueur d'onde de la lumière, la lumière peut être considérée comme une onde électromagnétique transversale (TEM). Cela signifie que la direction du champ électrique, la direction du champ magnétique et la direction de propagation de la lumière sont mutuellement perpendiculaires l'une à l'autre selon la règle de la main droite, comme illustré dans les figures 2.



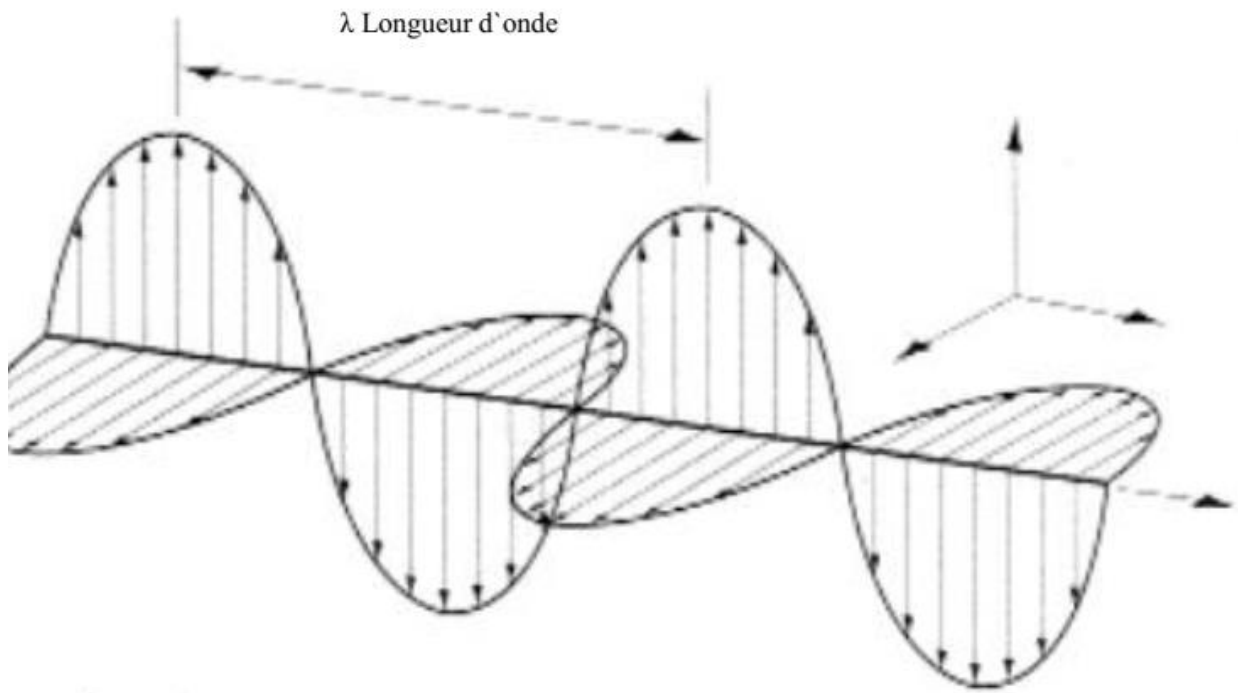


Fig. 2: nature TEM de la lumière

Les champs électriques et magnétiques de la lumière sont donc liés l'un à l'autre par le paramètre de milieu η qui est appelé l'impédance intrinsèque du milieu. défini par:

$$\eta = \frac{|E|}{|H|} = \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \quad (1)$$

Où, $|E|$ = amplitude du champ électrique E. $|H|$ = amplitude du champ magnétique H. μ = perméabilité du milieu. ϵ = Permittivité du milieu.

Donc, si le champ électrique est complètement connu, l'amplitude du champ magnétique peut être déterminée en utilisant la relation ci-dessus et sa direction serait perpendiculaire à la direction du champ électrique. Ainsi, avec la connaissance du champ électrique, le champ magnétique peut également être déterminé. Le comportement du champ électrique en fonction du temps est appelé la **polarisation de la lumière**. La polarisation est l'un des paramètres très importants de toute onde électromagnétique. C'est une quantité qui illustre la nature vectorielle de la lumière contrairement à d'autres quantités comme l'intensité, la longueur d'onde et la largeur spectrale qui montrent la nature scalaire de la lumière. La polarisation montre que la lumière est composée de champs électriques et

magnétiques variables qui sont des quantités vectorielles. Si nous regardons le lieu de l'extrémité de vecteur de champ électrique par rapport au temps, ce lieu donne la polarisation de l'onde. Il peut y avoir différentes formes que l'extrémité du vecteur de champ électrique peut tracer en fonction du temps. Sur la base de ces formes, il existe différents types de polarisation appelés états de polarisation, à savoir:

- Polarisation linéaire
- Polarisation elliptique
- Polarisation circulaire
- Polarisation aléatoire

Les polarisations linéaires et circulaires sont des cas particuliers de polarisation elliptique comme nous le verrons très bientôt. En général, l'extrémité du vecteur champ électrique trace une ellipse et la lumière est alors dite polarisée elliptiquement. Ce type de polarisation est illustré à la figure 3. Sur la figure, nous pouvons clairement voir que le vecteur de champ électrique E trace une ellipse par rapport au temps et donc la lumière est dite polarisée elliptiquement. En général, on peut dire que la lumière est polarisée elliptiquement. Cependant, dans certains cas particuliers, cette ellipse peut dégénérer en cercle ou en ligne droite et la lumière est alors dite respectivement polarisée circulairement ou polarisée linéairement. Lorsque le grand axe et le petit axe de l'ellipse deviennent égaux l'un à l'autre, le lieu de E serait un cercle et il serait alors polarisé circulairement.

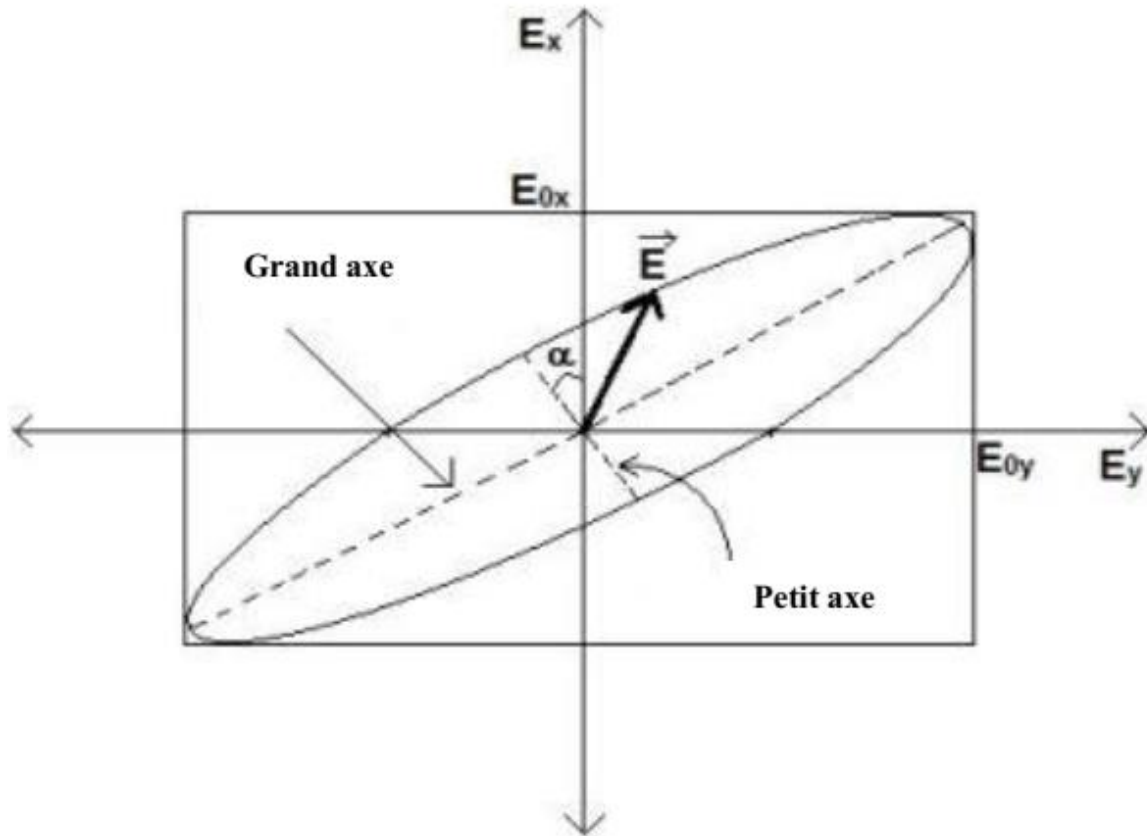


Fig. 3 : Polarisation elliptique

Lorsque le grand axe ou le petit axe de l'ellipse devient nul, le lieu de E serait une ligne droite et la lumière serait alors polarisée linéairement. Ainsi, en général, nous pouvons dire que la lumière qui est de nature électromagnétique transversale a trois états de polarisation, linéaire, circulaire ou elliptique. Si la lumière n'a pas un comportement systématique par rapport au temps, c'est-à-dire si le champ électrique s'oriente de manière aléatoire en fonction du temps (ce qui peut se produire dans le cas d'une lumière provenant d'une source de grande valeur $\Delta\lambda$), la lumière est dite polarisée de façon aléatoire. Dans ce type de polarisation, l'amplitude ou la direction de E ou les deux varient de façon aléatoire en fonction du temps. Les lumières incohérentes n'ont en général pas de degré de polarisation défini et seraient polarisées de façon aléatoire.

La polarisation est donc une autre caractéristique très importante qui catégorise différentes sources de lumière. Il représente et illustre la nature vectorielle de la lumière.

MODÈLE DES RAYONS DE LUMIÈRE

Avec le contexte d'information ci-dessus, passons maintenant à la discussion du modèle de lumière le plus simple possible, le modèle de rayon. Fondamentalement, nous avons deux aspects principaux de la nature des rayons de la lumière.

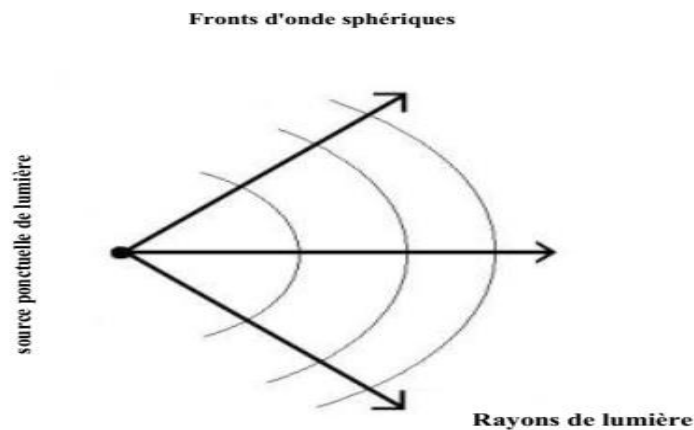


Fig.4: Fronts d'onde sphériques

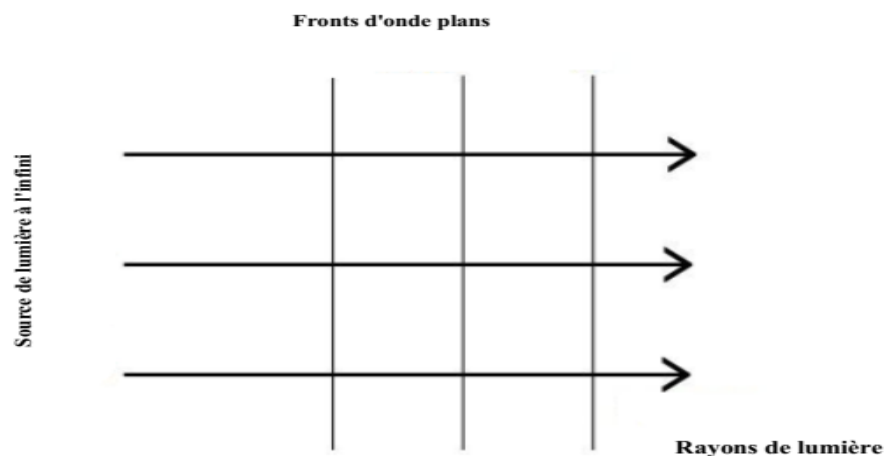


Fig.5: Fronts d'ondes plans

Les rayons lumineux sont en fait des lignes fictives qui représentent en réalité la direction de propagation de ce que l'on appelle des fronts d'ondes de la lumière comme le montre les figures 4 et 5.

Les fronts d'ondes ne sont que des surfaces de phase constantes dans lesquelles la différence de phase entre deux points quelconques est nulle. En réalité, ils représentent la nature spatiale de la propagation d'une onde et sont donc également appelés fronts d'onde. Ces fronts de phase peuvent être de nature sphérique ou plane et, par conséquent, nous obtenons deux aspects de la nature des rayons de la lumière. Une ligne tracée perpendiculairement à un front d'onde en chaque point donne la direction de propagation de l'énergie lumineuse en ce point est conventionnellement appelée rayon de lumière. Ainsi, les rayons lumineux sont en fait des lignes imaginaires qui déterminent la direction de propagation de l'énergie lumineuse. En d'autres termes, ce que nous avons réellement n'est pas un rayon lumineux mais la direction de propagation des fronts d'onde de l'énergie lumineuse qui sont représentés par des segments de ligne dirigés appelés rayons lumineux.

Si nous avons une source de lumière isotrope située à une distance finie, comme dans la figure.4, nous obtenons des fronts d'ondes sphériques parce que la source de lumière émettra de la lumière dans toutes les directions et les ondes lumineuses se déplaceraient sphériquement vers l'extérieur à partir de la source de lumière. Si nous dessinons maintenant des lignes perpendiculaires à ces fronts de phase en tout point, ces lignes donneraient la direction du flux d'énergie lumineuse à ce point et la ligne tracée serait alors appelée un rayon lumineux. En raison de leur nature sphérique, les ondes lumineuses peuvent être appelées ondes sphériques.

Si la même source est maintenant placée à une très grande distance du point d'observation (idéalement à l'infini), les fronts d'onde sembleraient presque plans et parallèles les uns aux autres, comme le montre la figure 5. Ainsi, les rayons lumineux ne semblent pas non plus divergents, mais apparaissent parallèles les uns aux autres car ils sont perpendiculaires aux fronts d'ondes en tout point. Les ondes lumineuses peuvent maintenant être appelées ondes planes.

Dans les sections suivantes, lorsque nous discutons de la propagation de la lumière dans une fibre optique, nous procédons d'abord à un traitement de la lumière comme un rayon, puis observons la fidélité de notre explication en considérant les fronts d'onde et affinons notre discussion si nécessaire.

MODELE ELECTROMAGNETIQUE DE LA LUMIERE

Le « modèle des rayons » étant clair pour nous, passons à la discussion sur la nature ondulatoire de la lumière. Le « modèle d'onde » de la lumière introduit la lumière comme une onde électromagnétique. Si la lumière est traitée comme une onde électromagnétique, alors la lumière doit être exprimable comme une fonction d'onde généralisée, qui est donnée comme suit :

$$\Psi(x, t) = Ae^{j(\omega t - \beta x)} \quad (2)$$

Où, A = Amplitude de l'onde. ω = Fréquence angulaire de l'onde (radian / seconde), β = Constante de phase (Radian / mètre)

La fonction d'onde est une fonction généralisée de l'espace (x) et du temps (t). Le terme $(\omega t - \beta x)$ est la fonction de phase de $\psi(x, t)$. Ainsi la phase de l'onde est fonction de l'espace et du temps. Si nous gelons maintenant l'espace, c'est-à-dire prenons $x = \text{constant}$ ou en d'autres termes observons à un point particulier, nous voyons qu'il y a une variation sinusoïdale de l'amplitude de l'onde en fonction du temps ayant une fréquence angulaire de ω rad / s. Si nous arrêtons le temps, c'est-à-dire prenons $t = \text{constant}$ ou en d'autres termes observons l'onde entière simultanément, nous voyons que l'amplitude de l'onde a une variation sinusoïdale avec une constante de phase β rad / m. Ces deux phénomènes constituent donc ensemble un phénomène d'onde représenté par l'équation d'onde généralisée.

La constante de phase β est définie comme le changement de phase par unité de distance. La longueur d'onde (λ) d'une onde est la distance entre deux points consécutifs sur l'onde qui sont dans la même phase. La différence de phase entre deux points d'une même phase est soit zéro soit un multiple entier de 2π . Ainsi, la longueur d'onde d'une onde est mesurée entre deux points qui ont une différence de phase de 2π . La constante de phase β peut donc être calculée comme suit :

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (3)$$

Donc, si nous connaissons la longueur d'onde (λ) d'une onde dans un milieu, nous pouvons calculer la constante de phase de l'onde dans ce milieu et vice-versa. Une question fondamentale qui peut venir à l'esprit du lecteur est que, une fois que la fréquence de la lumière (f) est connue, la longueur d'onde (λ) peut être facilement calculée à partir de la relation suivante :

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (4)$$

Où, c = vitesse de la lumière, alors quelle est la particularité de β ? Mais le lecteur doit noter à ce stade que la vitesse de la lumière est un paramètre dépendant du milieu. Egale à c (3×10^8 m/s) dans le vide, mais est différent dans différents milieux. Dans le même milieu également, la vitesse de la lumière peut varier si le milieu est lié. Ainsi, la vitesse de la lumière est un paramètre dépendant du milieu.

Ainsi, la longueur d'onde de la lumière n'est pas toujours donnée par l'équation (4) mais peut être trouvée à partir de:

$$\lambda(\text{milieu}) = \frac{\text{vitesse de la lumière dans le milieu}}{\text{fréquence de la lumière}} \quad (5)$$

$$\beta(\text{milieu}) = \frac{2\pi}{\lambda(\text{milieu})} \quad (6)$$

Une fois que la fréquence de la lumière est connue, nous pouvons calculer la valeur de β (moyenne) puis à partir de l'équation (6), nous pouvons calculer la valeur de λ (moyenne) puis trouver la vitesse de la lumière à partir de l'équation (5).

Traitant la lumière comme une onde électromagnétique, définissons maintenant un paramètre optique important d'un milieu appelé l'indice de réfraction du milieu. L'indice de réfraction d'un milieu est défini comme le rapport de la vitesse de la lumière dans le vide à la vitesse de la lumière dans ce milieu. Il est noté n . Étant donné que l'indice de réfraction est un rapport de deux vitesses, il s'agit d'un nombre pur et n'a pas d'unité.

$$\text{Indice de réfraction du milieu } (n \text{ (moyen)}) = \frac{\text{Vitesse de la lumière dans le vide}(c)}{\text{vitesse de la lumière dans le milieu}(v)} \quad (7)$$

Pour la plupart des milieux, $n \text{ (moyen)} < 1$, c'est-à-dire que la vitesse de la lumière diminue de sa valeur dans le vide. En effet, la lumière se déplace plus rapidement sous vide et dans tout autre support, elle ralentit. Par exemple, l'indice de réfraction du matériau en verre est d'environ **1,5**, c'est-à-dire que la lumière se déplace **1,5** fois plus rapidement dans le vide que dans le verre. De même, l'indice de réfraction de l'eau est de **1,33**. En d'autres termes, l'indice de réfraction d'un milieu indique le facteur par lequel la vitesse de la lumière diminue dans le milieu. Au fur et à mesure de nos études, nous rencontrons un autre type d'indice de réfraction, appelé indice de réfraction effectif qui est désigné par n_{eff} et est donné par,

$$n_{\text{eff}} = \frac{c}{v}. \quad (8)$$

Où v' n'est pas nécessairement la vitesse de la lumière dans un milieu non lié mais est une vitesse généralisée de la lumière dans un milieu lié comme des fibres optiques, des guides d'ondes optiques, etc. C'est une vitesse dépendant de la structure ou de la taille. Par exemple, l'indice de réfraction réel du verre sous forme non liée est de 1,5. Mais si le verre est fabriqué sous la forme d'un milieu lié (disons une fibre optique), son indice de réfraction change car la vitesse de la lumière en lui change. L'indice de réfraction de cette forme ou de structure liée particulière de verre est alors l'indice de réfraction effectif de cette structure de verre et changerait à nouveau si nous modifions cette forme.

Nous avons déjà vu qu'en général, chaque fois que nous discutons de questions liées à la lumière, de manière conventionnelle, nous les discutons en termes de longueur d'onde de la lumière plutôt que de fréquence. Ce sont précisément les raisons pour lesquelles on a défini les trois fenêtres de la communication optique en termes de longueurs d'onde et non en termes de fréquences. On rencontre également la quantité appelée "largeur spectrale" de la source de lumière qui est la plage de longueurs d'onde qui sont émises par une source de lumière. En général, la longueur d'onde de la lumière est donnée par la relation (5). C'est,

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (9)$$

Où, λ = longueur d'onde de la lumière dans un milieu. v = vitesse de la lumière dans le milieu. f = fréquence de la lumière étudiée

La largeur spectrale peut être calculée à partir de (8) comme,

$$\Delta\lambda = \frac{-v}{f^2} \Delta f \quad (10)$$

Ou

$$\Delta\lambda = \left(\frac{-v}{f}\right) \frac{\Delta f}{f} \quad (11)$$

La quantité (v / f) est la longueur d'onde et ainsi, la relation ci-dessus (10) peut être réécrite comme,

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{-\Delta f}{f} \quad (12)$$

Prenons maintenant un petit exemple. Supposons une longueur d'onde de fonctionnement (λ) d'environ 1000 nm et une fenêtre de fonctionnement optique ($\Delta\lambda$) d'environ 1000 nm, puis à partir de la relation (12), nous trouvons la valeur de la bande passante (Δf) de notre supposée système de communication optique à environ 3×10^{13} Hz. Bien que ce soit un exemple très grossier et petit, mais cela donne au lecteur une idée de l'énorme bande passante la communication optique peut fournir. Ainsi, un système de communication optique est vraiment un système à très large bande par rapport à un système de communication micro-ondes classique.

Avec cette base de connaissances sur les caractéristiques de la lumière, examinons maintenant le composant de base d'un système de communication optique, **la fibre optique**. Sur le plan de la construction, une fibre optique est une tige de verre cylindrique solide appelée cœur, à travers laquelle se propage la lumière sous forme de signaux optiques. Cette tige est entourée d'une autre coque cylindrique coaxiale en verre d'indice de réfraction plus faible appelée le gaine. Cet arrangement de base qui guide la lumière sur de longues distances est illustrée à la figure 6.

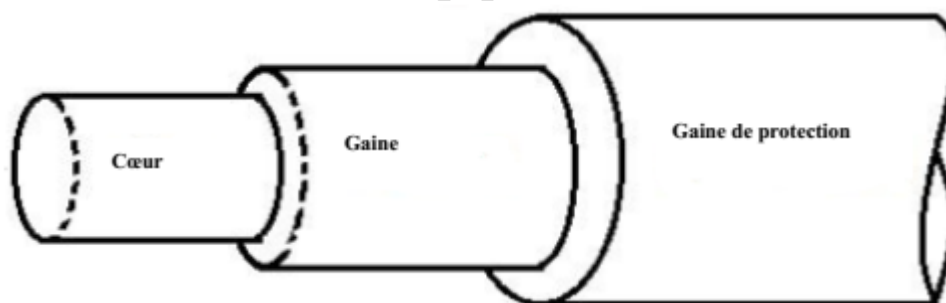


Fig. 6: Détails de construction d'une fibre optique

Le diamètre de la gaine est de l'ordre de $125 \mu\text{m}$ et le diamètre du cœur est encore plus petit que cela. Il s'agit donc d'une tige de verre très fine et cassante. Afin de fournir une résistance mécanique à cet agencement de cœur-gaine, d'autres environnements coaxiaux appelés couches de revêtement et de gainage sont prévus. Ils ne jouent aucun rôle dans la propagation de la lumière à travers la fibre optique, mais sont uniquement présents pour fournir une résistance mécanique et un support à la fibre.

L'énergie lumineuse sous forme de signaux optiques se propage à l'intérieur de l'agencement de cœur-gaine et sur toute la longueur de la fibre par un phénomène appelé **réflexion totale interne** de la lumière. Ce phénomène se produit uniquement lorsque l'indice de réfraction du cœur est supérieur à l'indice de réfraction de la gaine. Par des multiples réflexions totales internes à l'interface Cœur-gaine, la lumière se propage à travers la fibre sur de très longues distances avec une faible atténuation.

X*Bouchene Mohammed Mehdi*

Dr. Bouchene Mohammed Mehdi
Univ Guelma