

Chapitre 1 : Introduction aux systèmes de communications optiques

Introduction

Les systèmes de communication optique utilisent la lumière (onde lumineuse) pour transmettre de l'information d'un lieu à un autre sur des distances allant de quelques kilomètres à des milliers de kilomètres, afin de distribuer l'information aux foyers et de permettre les échanges entre les centraux téléphoniques des grandes villes.

La fibre optique constitue actuellement le support de transmission privilégié pour les communications optiques.

La fibre optique, aussi fine qu'un cheveu et plus résistante que l'acier, représente l'une des avancées technologiques les plus importantes en matière de câblage, car elle élimine tous les inconvénients des câbles électriques.

Le développement des communications par fibres optiques a commencé au début des années 70 et se poursuit jusqu'à nos jours.

1.1 Avantages des fibres optiques

Bien que le système de transmission optique soit semblable à celui du cuivre, les fibres optiques tendent à les remplacer. En effet, elles sont beaucoup plus performantes, et de nombreux avantages justifient leur intégration dans les systèmes de transmission :

Avantage économique: Un coût inférieur par rapport à d'autres supports de communication. Contrairement aux idées reçues, le coût d'entretien d'un réseau à fibre optique est également plus bas que celui d'autres types de câblage. La rentabilité de la fibre optique est un autre atout, car la durée de vie estimée d'un réseau optique est comprise entre 20 et 25 ans.

Performances de transmission: Très faible atténuation, avec une perte de signal négligeable sur de longues distances. Très large bande passante, offrant des débits élevés et symétriques. Possibilité de multiplexage, ce qui augmente la capacité de transmission sur les réseaux déjà en place.

Avantages et mise en œuvre: Faible poids, très petite taille et grande souplesse. Le poids au mètre est réduit, ce qui diminue la charge exercée par les installations complexes dans les bâtiments.

Sécurité électrique: Isolation totale entre les terminaux, permettant une utilisation en ambiance explosive ou sous forte tension. Cela autorise l'installation de ce câble dans des environnements potentiellement explosifs, où le risque d'étincelle est nul, et il n'est pas nécessaire de le mettre à la terre en cas de foudre, car le câble ne conduit pas l'électricité.

Sécurité électromagnétique: En plus de l'insensibilité aux parasites, la fibre optique n'en génère pas non plus. De plus, les perturbations radioélectriques n'affectent pas la transmission de l'information, évitant ainsi les problèmes de brouillage des signaux, même par temps de pluie.

Absence de diaphonie: Contrairement à la communication par câble en cuivre, qui est sujette au problème de diaphonie (passage du signal d'un câble à un autre voisin), ce phénomène n'existe pas dans les câbles à fibre optique."

- La fibre optique présente relativement peu d'inconvénients, son principal point faible réside dans sa connectique et les raccordements, entraînant des pertes et des courbures.

1.2 Bref historique

Des Romains à nos jours, l'histoire de la transmission par la lumière commence par un simple feu. De l'invention du photophone au développement des câbles optiques transatlantiques, l'idée de transmettre des informations à l'aide de la lumière remonte à Alexander Graham Bell.

Bell a inventé le photophone, un système téléphonique qui utilise la lumière pour transporter des informations. Les ondes acoustiques produites par la voix sont projetées sur un miroir qui se met à vibrer. En vibrant, ce miroir réfléchit un faisceau lumineux provenant du Soleil, de manière à ce que la puissance lumineuse réfléchie varie en fonction des vibrations du miroir. Ainsi, la voix, c'est-à-dire l'information à transmettre, est encodée dans la lumière elle-même. Un système de réception permet ensuite de réaliser la conversion inverse : l'information contenue dans la puissance lumineuse est retransformée en ondes acoustiques.

Cependant, le photophone souffre de deux problèmes majeurs. Tout d'abord, il dépend de la lumière du Soleil, ce qui signifie qu'il ne peut pas fonctionner la nuit ni par mauvais temps, comme en cas de pluie ou de neige. Ensuite, la lumière qui transporte l'information se propage dans l'air, nécessitant un environnement sans obstacles.

Le rêve de Bell nécessite donc à la fois une source de lumière adéquate et un milieu de propagation approprié. En attendant, la recherche et les découvertes en optique se poursuivent. D'abord, il y a eu l'invention du laser, puis celle des fibres optiques."

Dates remarquables :

1870: John Tyndall démontra que la lumière pouvait se propager à travers un tube d'eau par multiples réflexions interne (principe de la réflexion totale interne).

1880: Bel a inventé le photophone

1960 : Invention du laser à rubis, le premier laser fonctionnel, par Theodore Maiman

1964 : Charles Kao a prédire qu'il est possible d'optimiser la structure en verre pour la fabrication des fibres optiques, Charles Kao a été récompensé en 2009 par le prix Nobel de physique.

1970 : Les scientifiques de Corning Glass Works développèrent la première fibre optique monomode pouvant être utilisée dans les réseaux de communication.

1977 : Premier système de communications par fibre optique dans les laboratoires Bell-Corning.

On peut conclure que l'idée de transporter des signaux optiques sur de longues distances a été lancée en 1966, mais il a fallu plusieurs années pour maîtriser les procédés de fabrication et contrôler la composition des matériaux, ce qui influence de manière décisive l'atténuation (les pertes) du signal transmis. Il a ensuite été possible d'obtenir des atténuations suffisamment faibles pour rendre la transmission optique compétitive sur de grandes distances. Partie en 1960 de 1 000 décibels par kilomètre (dB/km), l'atténuation est descendue à 20 dB/km en 1975 puis à 0,2 dB/km en 1984.

⇒ De nos jours, il ya plus de 25millions de km de fibres optiques sont installés dans le monde, avec près de 300mètres de fibre est posés chaque seconde.

1.3 Evolution des systèmes de transmission par fibre optique

Dans sa première phase (1980-2000), l'utilisation de la fibre optique était principalement restreinte à l'interconnexion des centraux téléphoniques et des grandes infrastructures de communication, où les besoins en débits étaient élevés. À cette époque, seuls les réseaux de backbone et les opérateurs de télécommunications profitaient des avantages de la fibre en raison de son coût relativement élevé.

Cependant, au début des années 2000, une baisse substantielle des coûts de fabrication due aux progrès dans la production de fibres optiques, conjuguée à une demande croissante des particuliers pour des services à haut débit, a ouvert la voie à son déploiement plus large. Depuis 2005, les réseaux FTTH (Fiber to the Home) ont permis de fournir des connexions à très haut débit directement aux foyers. Ce déploiement de la fibre jusqu'au domicile a révolutionné l'accès à Internet, offrant des vitesses de plusieurs gigabits par seconde, et permettant de répondre aux besoins croissants en matière de bande passante.

Aujourd'hui, la fibre optique est en train de devenir la norme pour les connexions domestiques dans de nombreux pays, y compris dans les zones rurales où des initiatives gouvernementales visent à réduire la fracture numérique.

La figure 1 montre les générations d'évolution des systèmes de communication par fibre optique.

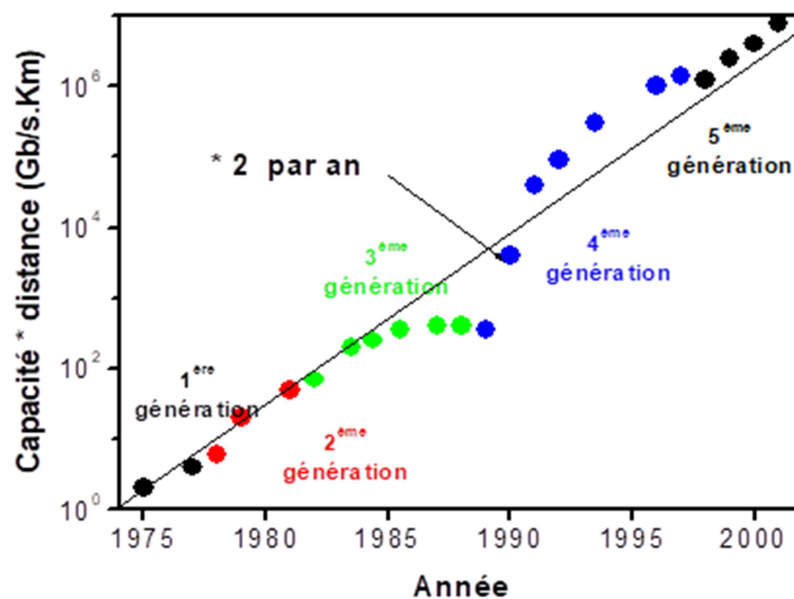


Figure 1.1 : Générations des systèmes de communication optiques et évolution de la capacité de transmission au cours des années [1975-2000].