

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 75 (1984)

Heft: 17

Artikel: Le rôle de la fibre optique en téléinformatique

Autor: Saitta, L.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-904466>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Le rôle de la fibre optique en téléinformatique

L. Saitta

Le principe de la transmission sur fibres optiques sera brièvement passé en revue. Le rôle de la fibre optique dans les transmissions numériques sera analysé et leur contribution à la téléinformation décrite.

Das Prinzip der Übertragung über Glasfasern wird kurz in Erinnerung gerufen; anschließend untersucht der Autor die Rolle der Glasfaser in der digitalen Übertragung sowie den zu erwartenden Beitrag dieser Technologie an die Teleinformatik.

1. Introduction

Les conversations téléphoniques, les échanges d'informations, les liaisons de télévision, etc. sont assurées essentiellement par deux techniques de transmission. Il s'agit d'une part des liaisons dites «radio» et des liaisons utilisant un conducteur métallique d'autre part. Ce conducteur métallique peut prendre différentes formes, selon la quantité et la qualité des informations devant être transmises. Cela va de la paire téléphonique jusqu'au guide d'onde en passant par les câbles coaxiaux bien connus. Toutefois, ces supports sont limités par leur capacité de transmission et par la sensibilité des courants qui les parcourent, aux parasites extérieurs tels que les coups de foudre, les lignes à haute tension, les chemins de fer.

C'est donc avec acharnement que depuis plus de 20 ans, des scientifiques se sont mis à la recherche de nouveaux moyens permettant d'éliminer ces inconvénients. La lumière devait s'avérer le moyen idéal recherché. En effet, sa faible longueur d'onde inférieure au micromètre (correspondant à une fréquence de $\sim 10^8$ MHz) ouvrait la voie aux spéculations les plus fabuleuses, car la quantité d'informations pouvant théoriquement être transmise par un faisceau lumineux est quasiment illimitée. On se rendit toutefois très vite compte que la lumière utilisée devait être guidée, car il n'était pas possible de réaliser des liaisons à l'aide d'un rayon lumineux traversant l'atmosphère sur plusieurs kilomètres; les turbulences atmosphériques, le moindre brouillard ou les nuages pouvant alors perturber le rayon. En outre, les deux extrémités du rayon devaient être situées de manière telle qu'une vue directe entre ces deux points soit possible.

Les rayons lumineux sont insensibles aux perturbations électromagnétiques habituelles, mais sont par contre bien plus influencés par les conditions atmosphériques et l'environnement géographique.

Il fallut donc trouver un véritable guide d'ondes lumineuses. Le phénomène de guidage de la lumière était déjà bien connu et était exploité par exemple dans les fontaines lumineuses ou pour l'éclairage des cadrans d'anciens récepteurs de radio. Toutefois, l'utilisation de fibres de verre s'avéra la plus intéressante [1; 2].

En Suisse, les trois câbleries de Brugg, Cossonay et Cortaillod ont uni leurs moyens de recherche et de développement dans le domaine des transmissions par fibres optiques. Cette collaboration a donné naissance, il y a sept ans, à la Société Cabloptic SA, qui a pour but le développement et la fabrication des fibres, des câbles optiques et des accessoires de montage. Cabloptic SA occupe aujourd'hui 35 personnes dont plus de la moitié possède une formation universitaire ou d'ingénieur. Il s'agit de la seule firme développant et fabriquant des fibres optiques en Suisse.

2. Quelques caractéristiques des fibres optiques

Les fibres optiques fabriquées par cette société sont essentiellement destinées aux télécommunications. Il s'agit de fibres multimodes à gradient d'indice ainsi que de fibres monomodes [3; 4; 5]. Ces fibres optiques sont constituées de deux zones distinctes, à savoir:

- le cœur, partie centrale de la fibre conduisant la lumière
- le manteau optique extérieur, également transparent, mais dont la valeur de l'indice de réfraction est inférieure à celle du cœur.

Grâce à cette différence d'indice de réfraction, la lumière qui a été injectée dans le cœur reste prisonnière de celui-ci et se propage selon l'axe longitudinal de la fibre. Bien entendu, ce guidage reste valable pour autant que la fibre ne soit pas soumise à des contraintes mécaniques trop importantes telles que des courbures de quelques millimètres de rayon. Dans un tel cas, une partie de la lumière risque

Adresse de l'auteur

L. Saitta, Cabloptic SA, 2016 Cortaillod.

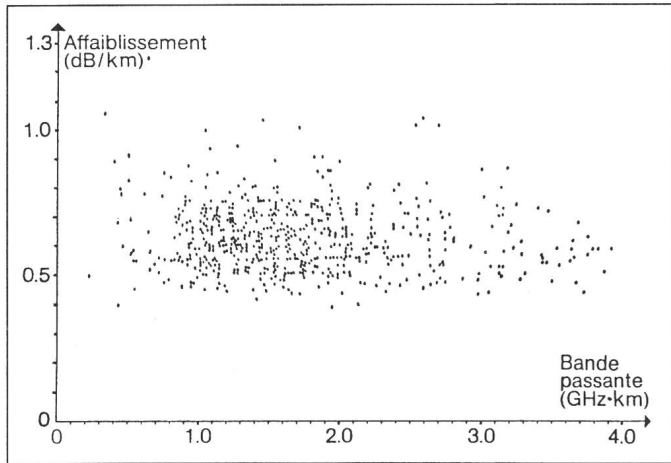


Fig. 1
Distribution de fabrication de fibres optiques multimodes à gradient d'indice

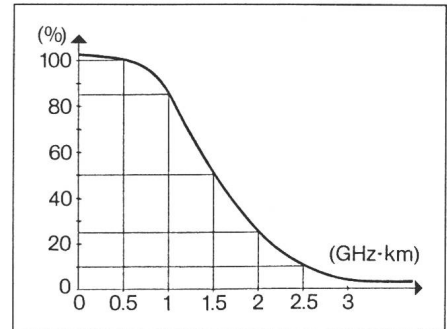


Fig. 3 Distribution cumulée de la fabrication en fonction de la bande passante

d'être extraite du cœur et ne sera plus guidée dans le manteau.

Il existe trois familles de fibres utilisées dans les télécommunications, à savoir:

Les fibres multimodes à saut d'indice dans lesquelles le cœur, en général assez gros, possède des propriétés optiques homogènes. Ces fibres sont utilisées pour des liaisons de courtes distances et de faibles capacités de transmission car leur bande passante est relativement peu importante. Cette caractéristique est due au fait que l'ensemble des rayons se propage à la même vitesse mais que la longueur du chemin parcouru par chacun d'eux est différente.

La deuxième famille de fibres est constituée des fibres multimodes à gradient d'indice dans lesquelles le cœur, dont le diamètre de 50 μm est normalisé, présente un indice de réfraction variable en fonction du rayon. Cette inhomogénéité permet de compenser par des variations de vitesse la différence de longueur des chemins parcourus par chacun des rayons. De cette ma-

nière, les temps de propagation entre les modes sont compensés et la bande passante d'une fibre à gradient d'indice peut largement dépasser 1 GHz·km lorsque la forme du profil d'indice est optimisée pour la longueur d'onde utilisée. Cette performance, associée à un affaiblissement linéique nettement inférieur à 1 dB/km, permet de réaliser aujourd'hui sans répéteur des liaisons de 140 Mbit/s sur des distances de l'ordre de 20 km. Lorsque les composants actifs seront devenus plus performants, il sera certainement possible de réaliser des liaisons encore plus longues avec ce type de fibres. Une statistique des caractéristiques des fibres produites par Cabloptic est représentée sur les figures 1 à 4.

La 3e famille de fibres est constituée des fibres monomodes dans lesquelles le cœur a un diamètre de l'ordre de 5 à 10 μm , c'est-à-dire nettement plus petit que celui des fibres appelées multimodes vues précédemment. Cette faible dimension du cœur a comme particularité de n'autoriser le guidage que d'un seul mode de propagation de

lumière. Ceci conduit à augmenter encore considérablement la capacité de transmission de ce type de fibre. Quant à son affaiblissement linéique, il est même inférieur à celui des fibres multimodes de bonne qualité.

3. Applications

Les transmissions optiques nécessitent l'utilisation de sources lumineuses à semi-conducteurs. Elles sont du type DEL ou Laser. Leur propriété de conversion «courant électrique - puissance lumineuse émise» n'est malheureusement pas linéaire. Cette caractéristique exclut d'emblée l'utilisation de tels composants pour les transmissions du type analogique de très haute performance. Par contre, leur utilisation s'adapte très bien aux liaisons digitales.

Dans les réseaux locaux informatiques, plusieurs types de support sont utilisés. Il s'agit:

- des câbles plats multiconducteurs
- des paires téléphoniques torsadées
- des câbles coaxiaux
- des fibres optiques.

Les deux premiers ne sont utilisés que dans les «petits» réseaux, limités en étendue à une salle ou, au maximum, à un bâtiment. Les câbles coaxiaux et la fibre optique se disputent le marché des réseaux plus performants et plus étendus. Aujourd'hui, il

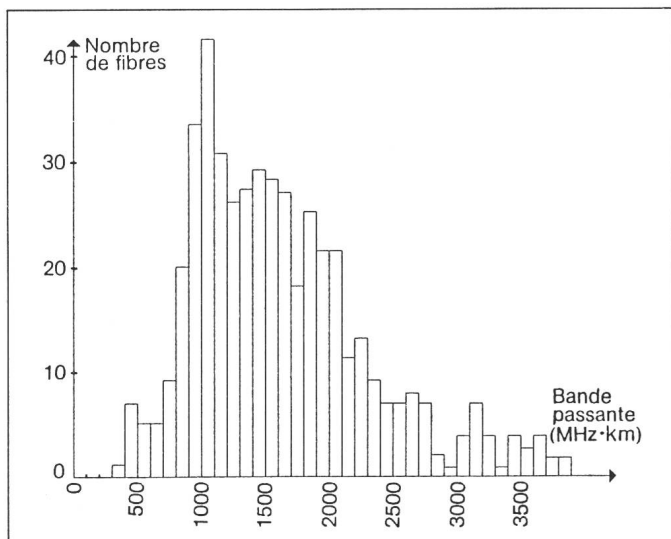


Fig. 2
Histogramme de bande passante à 1,3 μm
472 fibres
Bande passante moyenne: 1,57 GHz · km
Bande passante maximum: >4 GHz · km

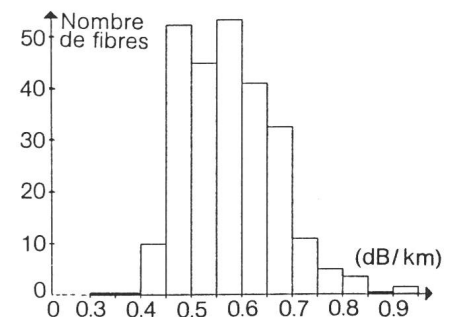


Fig. 4 Histogramme d'affaiblissement à 1,3 μm
472 fibres
Affaiblissement moyen 0,61 dB/km

est clair que le câble coaxial se taille encore la plus grande part du marché, car la technologie est largement connue grâce en particulier au développement important de la télévision par câble.

Toutefois, même pour des distances très courtes et pour des débits d'informations bas, des problèmes se posent. Ils se situent en particulier au niveau de la sécurité électrique, au niveau des perturbations électromagnétiques et des rayonnements parasites de hautes fréquences. Un câble coaxial, dont le conducteur extérieur est relié à la terre d'un bâtiment, peut par exemple constituer un danger quand il passe dans un autre bâtiment dont le potentiel de terre peut varier par rapport à celui du premier bâtiment (en particulier pendant les orages).

Les fibres optiques éliminent radicalement tous les inconvénients d'origine électrique ou électromagnétique. Leur utilisation permettra aux réseaux locaux d'entrer dans des milieux industriels fortement pollués par de grosses machines électriques. Un nouveau marché s'ouvre aux systèmes de contrôle de processus et à la robotique.

De plus, il est très difficile pour une personne non autorisée d'intercepter ou d'introduire des informations circulant sur un réseau réalisé en fibres optiques. Outre les mesures de sécurité prises au niveau du logiciel, cette caractéristique des fibres constitue une contribution supplémentaire très importante à la protection des informations toujours plus nombreuses et vitales qui circulent dans les réseaux de transmission de données.

Dans les réseaux locaux, un autre aspect positif des fibres est certainement constitué par le volume très réduit des câbles optiques par rapport à celui des câbles métalliques. En outre, le fait que les fibres sont isolantes permet de les installer dans des canalisations déjà utilisées par des câbles d'énergie.

Actuellement, l'ère des ordinateurs personnels est en plein développement et chaque utilisateur dispose d'une capacité de mémoire et d'une intelligence qui lui permettent de faire face à un certain nombre de besoins. Toutefois, une évolution se dessine vers laquelle les ordinateurs personnels seront reliés entre eux par un réseau local qui donnera accès à des ressources communes telles que des banques de données, des imprimantes rapides ou des ordinateurs plus puissants, auxquels il pourra être fait appel lorsqu'un problème dé-

passera la capacité d'un ordinateur personnel. Cela signifie que les réseaux locaux vont prendre une envergure toujours plus grande. L'affaiblissement très réduit des fibres qui permet la couverture de surfaces de plusieurs dizaines de km² sans amplificateurs ne constituera donc pas le dernier des arguments en faveur de l'introduction de cette technologie dans les réseaux locaux.

Ces réseaux informatiques sont conçus pour des transmissions de données avec des débits pouvant aller jusqu'à plusieurs Mbit/s, mais, sont mal adaptés à la communication vocale et à la transmission d'image de télévision.

Parallèlement à ces applications informatiques, les centraux téléphoniques ont fortement évolué, en particulier avec l'apparition de la commutation temporelle par l'utilisation d'autocommutateurs électroniques. Les voies de commutation ne sont plus établies en permanence durant la communication mais sont assurées par un partage du temps par échantillonnage ou par balayage périodique. Ces nouveaux centraux sont conçus pour les communications vocales et de données jusqu'à 64 kbit/s. Par contre ils ne sont pas adaptés aux liaisons informatiques à haut débit ainsi qu'à la transmission d'images de télévision. Un central à commutation temporelle ressemble donc étrangement à un ordinateur. De là à l'intégration toute numérique du transport de données, il n'y a qu'un pas qui sera certainement franchi au cours de cette décennie. Ce qui signifie que l'abonné ne disposera plus que d'une seule connexion à un réseau à intégration de services entièrement numériques.

En outre, l'apparition de la télévision à haute définition ainsi que la digitalisation des images toujours plus importantes seront des paramètres qui certainement devront être pris en compte lors de la planification des nouveaux réseaux locaux. Seule la fibre optique sera en mesure, grâce à sa très grande capacité, d'apporter chez l'abonné la masse d'informations gigantesque dont il pourra disposer à chaque instant.

Pour pouvoir fonctionner à satisfaction, les futurs réseaux locaux devront être interconnectés entre eux et, de plus, reliés à d'énormes banques de données. Ceci implique l'existence de *réseaux à grandes distances* numériques qui représenteront de véritables artères de communication.

De ce côté-là, l'introduction systématique de la fibre optique au détriment du câble métallique est déjà une réalité ou est en voie de l'être [6; 7]. Dans l'ensemble des pays industrialisés, la planification et la réalisation des nouvelles lignes interurbaines ainsi que celles des réseaux ruraux se font déjà en fibres optiques. Pour ces applications, la fibre monomode, avec ses caractéristiques très performantes en capacité de transmission mais aussi en affaiblissement, semble s'imposer pour des liaisons dont les distances dépassent 20 km. Pour cette qualité de fibre, un débit binaire de 565 Mbit/s sur des distances de plusieurs dizaines de km sont réalisables sans difficultés particulières, et on parle déjà de Gbit/s.

Toutefois, pour atteindre de tels débits, des efforts considérables doivent encore être faits par les fabricants de composants et de circuits électroniques alors que les fibres optiques monomodes proposées aujourd'hui sur le marché permettent déjà de telles vitesses de transmission.

4. Conclusion

Outre les importants travaux de développement entrepris depuis plusieurs années qui ont permis aux fibres optiques d'atteindre aujourd'hui des performances proches des limites théoriques, les fabricants de fibres ont sans cesse amélioré la rentabilité des processus de fabrication utilisés. Ceci permet de proposer aujourd'hui à la téléinformatique des câbles à fibres optiques très performants à des prix particulièrement compétitifs.

La fibre optique est la solution d'avenir qui, tout en éliminant les inconvénients des conducteurs métalliques, donne la possibilité de communiquer un volume d'informations impensable à réaliser dans les techniques traditionnelles.

Literatur

- [1] H. Melchior: Glasfaserkommunikation: Einführung und Übersicht, Stand der Entwicklung. Bull. SEV/VSE 70(1979)15, S. 797...802.
- [2] B. Rhomberg: Entwicklungsstand der optischen Übertragung. Bull. SEV/VSE 73(1982)3, S. 130...131.
- [3] P. Benoit: Fibres, câbles et accessoires de montage des lignes de transmissions par fibres optiques. Bull. ASE/UCS 70(1979)15, p. 803...808.
- [4] H. Berthou et P. Benoit: Les fibres optiques et leur fabrication. Bull. ASE/UCS 70(1979)15, p. 823...829.
- [5] R. Ruchet: Développements récents dans les câbles de télécommunication. Bull. SEV/VSE 74(1983)19, S. 1136...1141.
- [6] W.A. Steffen: PTT-Versuchsanlage mit Glasfaserkabel in Bern. Bull. SEV/VSE 70(1979)15, S. 808...810.
- [7] E. Hadorn: Zur Einführung der optischen Übertragung im schweizerischen Fernmeldenetz. Bull. SEV/VSE 73(1982)3, S. 131...132.