
Bulletin de l'Union des Physiciens

Association de professeurs de Physique et de Chimie

Les fibres optiques

TELECOMMUNICATIONS PAR FIBRES OPTIQUES

par P. BOUSQUET,

Ecole Nationale Supérieure de Physique
de Marseille.

BREF HISTORIQUE.

L'idée d'utiliser la lumière comme support de transmission ne date pas d'hier, mais c'est surtout depuis l'apparition du laser au début des années soixante que des recherches actives ont été menées dans ce sens. Contrairement aux ondes hertziennes, un faisceau lumineux ne peut pas se propager dans l'atmosphère sur de longues distances, car rapidement l'énergie est absorbée et diffusée par les hétérogénéités du milieu — fluctuation de densité, poussières, brouillard, précipitations... Au voisinage du sol, on ne peut donc pas envisager de remplacer simplement un faisceau hertzien par le pinceau de lumière issu d'un laser. En revanche, on étudie sérieusement cette possibilité pour les liaisons entre satellites.

Pour être utilisable dans les transmissions terrestres et, *a fortiori*, sous-marines, un faisceau lumineux doit se propager dans un milieu protégé. Nous ne nous arrêtons pas sur diverses idées qui ont été émises et diverses tentatives qui ont été faites avant 1970, telles que l'emploi de séries de lentilles disposées à intervalles réguliers à l'intérieur d'un tube, ou de lentilles à gaz. L'encombrement de tels systèmes, leur sensibilité aux vibrations, la difficulté pour courber le faisceau et certainement leur prix de revient leur laissent peu de chances de développement.

Toutes ces tentatives ont été abandonnées le jour où l'on a montré qu'il était possible de réaliser des fibres de silice pré-

sentant une transparence compatible avec les besoins des télécommunications. Jusqu'alors les fibres optiques n'étaient utilisées que pour le transport d'images et dans les endoscopes, c'est-à-dire sur de très faibles longueurs.

En 1966, KAO et HOCKAM, en Grande-Bretagne, montrèrent que l'absorption présentée par ces fibres était due essentiellement à des impuretés, notamment des ions métalliques et non au verre lui-même qui les constituait. Ceci donnait l'espoir de pouvoir améliorer de manière substantielle leur transparence en mettant au point des méthodes d'élaboration permettant une purification poussée. L'industrie des semiconducteurs offrait déjà l'exemple de telles méthodes. De fait, dès 1970, la société américaine Corning Glasse réussissait à fabriquer des fibres en silice dont les pertes, à la longueur d'onde $0,85 \mu\text{m}$, étaient inférieures à $20 \text{ dB} (*)/\text{km}$, valeur que l'on considérait à l'époque comme la limite supérieure admissible en télécommunications. Dès 1972, on annonçait des pertes réduites à $4 \text{ dB}/\text{km}$, puis à $0,5 \text{ dB}/\text{km}$ en 1976 et à $0,2 \text{ dB}/\text{km}$ en 1979. Cette dernière valeur, obtenue pour la longueur d'onde $1,55 \mu\text{m}$, est très proche de la limite théorique prévue pour les fibres en silice ($\approx 0,15 \text{ dB}/\text{km}$).

Les progrès ont donc été extrêmement rapides, tant dans le domaine de la recherche que pour la mise au point de la fabrication industrielle. Ne serait-ce qu'en ce qui concerne l'atténuation du signal, les fibres optiques sont d'ores et déjà beaucoup plus performantes que les câbles coaxiaux. Mais ce n'est pas leur seul avantage, loin de là.

INTERET DE LA FIBRE OPTIQUE POUR LA TRANSMISSION DE L'INFORMATION.

Un avantage évident de la fibre optique en tant que support de communication réside bien sûr dans son aptitude à véhiculer un *très grand débit d'information* ou, ce qui revient au même, dans le fait d'avoir *une bande passante très large*. Cette propriété est due naturellement à la fréquence très élevée de l'onde lumineuse porteuse (plusieurs centaines de térahertz). Il faut d'ailleurs remarquer qu'on est actuellement très loin de savoir exploiter ces possibilités ; on n'y arrivera que si le problème de la modulation trouve des solutions nouvelles.

(*) *N.D.L.R.* : Si P_e est la puissance d'entrée et P_s la puissance de sortie, le gain en puissance exprimé en décibels (symbole dB) est donné

$$\text{par la relation : } g_{\text{dB}} = 10 \log_{10} \frac{P_s}{P_e}.$$

Les autres avantages que présente la fibre par rapport au fil de cuivre, au câble coaxial ou au faisceau hertzien sont plus ou moins déterminants suivant le type d'application envisagé.

En ce qui concerne l'atténuation des signaux, on réalise actuellement, en production industrielle, des fibres unimodales qui, à la longueur d'onde $1,3 \mu\text{m}$, ne présentent que des pertes de $0,5 \text{ dB/km}$ (la valeur limite de $0,2 \text{ dB/km}$ a été obtenue, rappelons-le, pour $\lambda = 1,55 \mu\text{m}$, longueur d'onde pour laquelle on ne dispose pas encore, industriellement, de sources bien adaptées). Mais $0,5 \text{ dB/km}$ représente déjà une excellente performance, puisqu'en se basant sur cette valeur on a prévu que l'espacement entre les répéteurs du câble transatlantique qui sera posé en 1988 sera de 50 km contre 2 km pour les câbles coaxiaux actuels.

L'insensibilité aux parasites électromagnétiques est un atout majeur des liaisons par fibres pour toutes les transmissions en milieu perturbé, telles que :

- liaisons entre ordinateurs, télémesures et contrôles de processus en ambiance industrielle ;
- liaisons embarquées (marine, avionique) ;
- liaisons militaires...

Inversement, *une fibre optique n'émet aucun rayonnement vers l'extérieur*, ce qui assure une discrétion parfaite des communications. Il est en effet impossible de prélever l'information sans détruire la fibre.

La fibre optique assure un *isolement galvanique parfait entre ses extrémités*. Cette propriété est, par exemple, mise à profit pour des mesures sur des lignes à haute tension, mais plus généralement, elle permet de s'affranchir des difficultés souvent rencontrées dans les liaisons entre circuits électroniques différents (problèmes de « masses »).

Enfin, un câble à fibres optiques est beaucoup *plus léger, plus souple et moins encombrant* qu'un câble traditionnel de même capacité. Cette qualité est appréciée non seulement dans le câblage des avions, mais aussi en télécommunications, urbaines notamment, car elle permettra d'accroître considérablement les capacités des liaisons sans travaux de génie civil importants, en remplaçant simplement les lignes en cuivre par des câbles optiques.

Notons enfin que le matériau de base, la silice, est très répandu, son approvisionnement sans aléas, et l'on espère que la fabrication de grandes quantités de fibres en abaissera le coût en dessous de celui du câble de cuivre.

Toutes ces raisons expliquent sans doute le formidable développement des techniques de transmission par fibre optique auquel nous assistons depuis une dizaine d'années.

Les articles qui suivent en exposent de façon succincte quelques aspects. Ils reprennent l'essentiel des conférences données à l'Ecole Nationale Supérieure de Physique de Marseille dans le cadre de l'Assemblée Générale annuelle 1984 de la section académique d'Aix - Marseille de l'Union des Physiciens.
