

UNE BREVE HISTOIRE DE L'AMPLIFICATION OPTIQUE POUR LES TELECOMMUNICATIONS

Jean-Claude Simon¹

¹*Institut Foton/CNRS UMR 6082*

Université de Rennes 1/ Enssat, 22305 Lannion, France

jcb.simon@wanadoo.fr et simon@enssat.fr

RÉSUMÉ

Cette communication retrace les principales motivations et étapes qui ont jalonné les recherches et développements sur l'amplification optique directe, une technologie aujourd'hui incontournable dans les systèmes et réseaux de télécommunication par fibre optique.

MOTS-CLEFS : *Amplification optique, EDFA, SOA.*

Les premiers travaux théoriques et expérimentaux sur l'amplification optique pour la détection ou la transmission d'information ont été concomitants à l'apparition des tous premiers lasers à solide et à gaz, dans les années 1960. L'étude de la pré-amplification optique pour améliorer la détectivité des photo-détecteurs, nécessitant le plus faible nombre possible de modes d'émission spontanée, fit naître la première fibre optique monomode dopée au néodyme. Mais ces études n'avaient pas suscité un grand intérêt à l'époque, les principaux efforts des laboratoires de recherche en télécommunication optique étant consacrés à la mise au point de fibres optiques de faible atténuation ainsi qu'à la réalisation de diodes laser fiables et à émission continue.

C'est seulement avec le développement de fibres monomodes d'atténuation faible et de dispersion chromatique négligeable, à la fin des années 1970, que la question d'un intérêt potentiel pour l'amplification directe se posa, afin de remplacer les répéteurs optoélectroniques qui devenaient de plus en plus coûteux avec la montée attendue des débits numériques de transmission. Les premiers travaux portèrent sur les amplificateurs optiques basés sur les lasers à semi-conducteurs (SOA) à base de GaAs, dont le rendement énergétique inégalé était particulièrement prometteur. Mais dès le début des années '80 les études se focalisèrent sur les composants à base de GaInAsP, émettant dans la fenêtre d'atténuation minimale des fibres de silice (1550 nm). Parallèlement, la recherche progressait, à bas bruit mais sûrement, sur la mise au point de fibres dopées aux terres rares, notamment sur les fibres de silice dopée à l'erbium, pour aboutir en 1987 à la première démonstration d'amplification avec cette fibre (EDFA). Grâce à l'insensibilité totale du gain à la polarisation du signal et à l'absence de non-linéarités aux débits d'information usuels, propriétés indispensables dans un système de transmission à longue portée, l'EDFA allait rapidement prendre le pas sur les SOA qui peinaient sur l'amélioration de ces points. Dès le début des années 1990 apparurent les premiers EDFA commerciaux grâce notamment à l'utilisation, pour le pompage optique, de diodes laser émettant à 1480 nm, fiables et puissantes, une retombée des technologies pour les câbles optiques sous-marins. Ces amplificateurs furent utilisés comme amplificateurs en ligne dès 1995, dans les premiers systèmes sous-marins transocéaniques (TAT-12/13).

Mais c'est surtout avec l'avènement du multiplexage en longueur d'onde de canaux optiques que le développement des techniques d'amplification optique, principalement à base de fibre optique (EDFA et Raman), a connu une formidable accélération dans les années 1990 et 2000.

En effet, un seul amplificateur étant capable de traiter simultanément et sans diaphonie une centaine de canaux, voire plus, la réalisation d'un étage de régénération était considérablement simplifiée du fait qu'un seul amplificateur permettait de remplacer l'ensemble des répéteurs optoélectroniques qui auraient été nécessaires, chacun ne pouvant traiter qu'un seul canal à la fois. Ceci à condition que la remise en forme du signal ne soit pas nécessaire. Par ailleurs, l'amplification laser (ou Raman) étant insensible à la phase optique du signal, le passage aux techniques de transmission cohérente à partir de la fin des années 2000 ne nécessita pas de changement notable dans la conception de ces amplificateurs.

Quant aux SOA, un défaut pouvant aussi être une qualité, leur forte non-linéarité de gain fut exploitée dès le début des années 1990 pour l'étude de nombreuses fonctions optiques ultra-rapides, jusqu'à 100 Gbit/s, comme la conversion de longueur d'onde, la conjugaison de phase, la régénération optique du signal, la modulation rapide, etc...

Dans la présentation orale nous passerons en revue les principales étapes ayant jalonné la R&D de cette technologie qui a révolutionné la conception et le développement des réseaux optiques.

Remerciements

Je suis reconnaissant à mon collègue Michel Joindot pour son aide sur la bibliographie des premiers travaux sur le multiplexage en longueur d'onde dans les réseaux optiques.