



HAL
open science

Microlentille à faisceau expansé en connecteur standard pour capteur optique à fibre monomode en environnement sévère

Xavier Insou, Lionel Quetel, Sébastien Claudot, Monique Thual

► To cite this version:

Xavier Insou, Lionel Quetel, Sébastien Claudot, Monique Thual. Microlentille à faisceau expansé en connecteur standard pour capteur optique à fibre monomode en environnement sévère. Optique Toulouse 2018 - 38^e Journées Nationales d'Optique Guidée (JNOG'38), Jul 2018, Toulouse, France. hal-01891554

HAL Id: hal-01891554

<https://hal.science/hal-01891554v1>

Submitted on 9 Oct 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MICROLENTILLE À FAISCEAU EXPANSÉ EN CONNECTEUR STANDARD POUR CAPTEUR OPTIQUE À FIBRE MONOMODE EN ENVIRONNEMENT SÉVÈRE

Xavier Insou^{1,3}, Lionel Quénel², Sébastien Claudot³, Monique Thual¹

¹ Univ Rennes, CNRS, Institut Foton-UMR6082, F-22305 Lannion, France

² IDIL Fibres Optiques, 21 rue Louis De Broglie 22300 Lannion, France

³ Souriau-Sunbank - Esterline ECT, RD323, 72470 Champagné, France

sclaudot@souriau.com

RÉSUMÉ

Nous proposons une microlentille à faisceau expansé en connecteur standard utile pour des applications capteurs à fibre monomode en environnement sévère. Ce connecteur offre de faibles pertes d'insertion de la bande O à la bande C, de faibles réflexions et des tolérances de positionnement relâchées par rapport à une connectique monomode.

MOTS-CLEFS : connectique; fibre monomode; microlentille; capteur à fibre optique

1. INTRODUCTION

La connectique en milieu sévère est un élément clé dans la mise en place d'une chaîne de capteurs à fibres optiques monomodes. L'un des plus grands challenges reste souvent de coupler le signal dans le composant. Des solutions consistent à élargir le faisceau mais souvent dans des connecteurs spécifiques et avec des résultats non optimisés [1]. Dans cet article, nous proposons une microlentille à faisceau expansé adaptée aux connecteurs standards et compatible avec un environnement sévère. Nous présentons la problématique, le principe de la microlentille à faisceau expansé proposée qui offre de faibles pertes d'insertion et de faibles réflectances, nous montrons sa robustesse aux polluants ainsi que deux exemples d'application dans des capteurs en milieu sévère.

2. PRINCIPE DES MICROLENTILLES À FAISCEAU EXPANSÉ

Du fait de leurs très petits diamètres de mode (MFD), les fibres monomodes sont très sensibles aux polluants, aux fortes puissances laser et aux défauts d'alignement en connectique fibre à fibre. Le fait d'élargir le faisceau en sortie de fibre monomode permet de relâcher les contraintes de positionnement latérales et axiales par rapport à des fibres monomodes comme le montre le tableau 1. Ce tableau donne les défauts d'alignement latéral Δx , axial Δz ou angulaire θ illustrés sur la Fig. 1 qui conduisent à 1 dB de pertes en excès entre deux fibres de diamètres de mode de 55 μm puis 110 μm comparés à deux fibres monomodes (MFD=10,5 μm) à la longueur d'onde de 1550nm.

Tab. 1: Tolérances de positionnement à - 1 dB.

MFD (μm)	θ ($^\circ$)	Δx (μm)	Δz (μm)
SMF 10.5	2.6	2.5	57
55	0.5	13	1560
110	0.25	26	6250

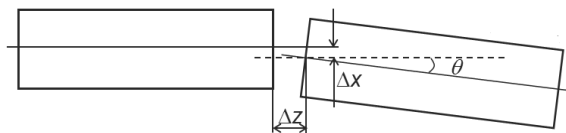


Fig. 1: Défauts de positionnement entre fibres.

Les tolérances latérales et axiales sont bien relâchées pour les faisceaux de 55 et 110 μm de diamètre mais les tolérances angulaires deviennent critiques (0.25 $^\circ$) pour le mode de 110 μm par rapport à la fibre monomode (2,6 $^\circ$). Un diamètre de mode de 55 μm est un bon compromis.

Pour obtenir ce faisceau étendu de $55\ \mu\text{m}$, nous avons mis au point une microlentille qui consiste à souder un tronçon de fibre à gradient d'indice (GIF) sur une fibre monomode (SMF) (voir Fig. 2) [2, 3]. Du fait du profil transverse parabolique d'indice de la GIF le faisceau gaussien de la fibre SMF s'élargit en se propageant dans la GIF. Si on coupe la GIF à l'endroit optimum L_{Glopt} où le diamètre de mode est maximum et où le rayon de front d'onde est plan, on obtient une microlentille SMF-GIF à faisceau expansé de distance de travail nulle.

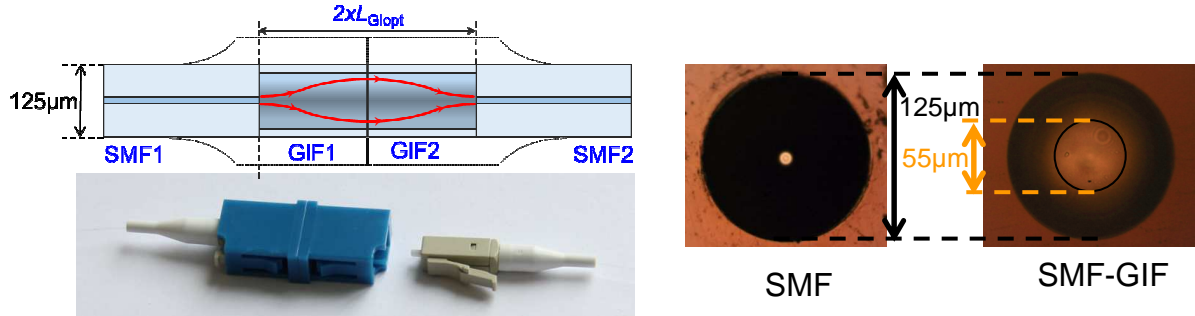


Fig.2 : (Gauche) Principe et photos des microlentilles en connecteurs LC; (droite) photo au microscope optique d'une microlentille à faisceau étendu de $55\ \mu\text{m}$ de MFD éclairée en lumière visible comparée à une SMF.

Les pertes d'insertion fibre à fibre de ces SMF-GIF en connectique LC sont de $0,5\ \text{dB}$ de la bande O à la bande C et les réflectances meilleures que $65\ \text{dB}$ dans des transmissions monomodes sans pénalité à $10\ \text{Gbits.s}^{-1}$ [2].

3. INTEGRATION DANS DES CONNECTEURS POUR ENVIRONNEMENT SÉVÈRE

Le diamètre extérieur maintenu à $125\ \mu\text{m}$ rend cette microlentille compatible avec une mise en connecteur standard de type LC (voir Fig. 2), FC, ST, voire multivoies (Fig. 3, gauche). De plus, le procédé de fabrication, très tolérant aux défauts de fabrication [3], garantit la répétabilité en termes de pertes d'insertion et de réflectance et le rend facilement industrialisable.

La robustesse de l'interface SMF GIF à trois contaminants : huile (MIL-PRF-7808, gouttelettes de $0,03\ \text{ml}$), eau (gouttelettes de $0,03\ \text{ml}$) et poussière (poudre de talc $10\ \mu\text{m}$) a été évaluée, en comparaison avec une SMF et une MMF (fibre multimode OM3). La Fig. 3, à droite, montre l'écart en perte d'insertion par rapport à des connexions non contaminées en connecteur LC pour 10 cycles d'accouplement et pour chaque type de contaminant. Ces résultats montrent que l'interface SMF GIF présente une robustesse similaire à celle d'une MMF en présence de contamination, et meilleure que celle d'une SMF.

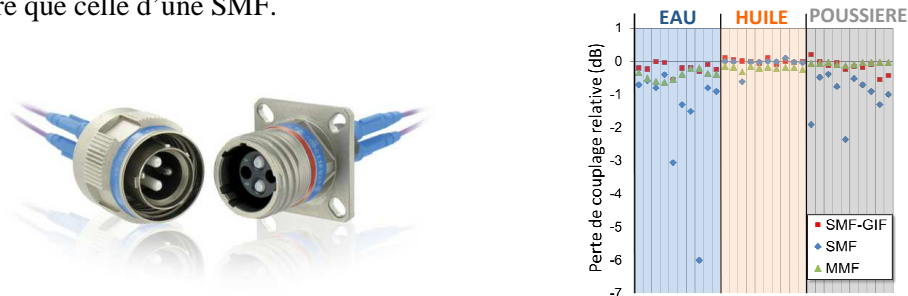


Fig. 3: (Gauche) connecteur multivoies avec fibres à faisceau étendu; (droite) Pertes d'insertion additionnelles de connexions SMF GIF, MMF et SMF mesurées en contamination à l'eau, à l'huile et à la poussière.

Un tel comportement rend l'utilisation de ces connecteurs particulièrement utile en environnement sévère, notamment pour des applications de capteur. De plus, grâce aux fortes tolérances d'alignement, comme démontré au paragraphe 2, ces connecteurs à faisceau étendu sont moins sensibles à la dilatation thermique.

4. EXEMPLES D'APPLICATIONS DANS DES CAPTEURS À FIBRE OPTIQUES

L'étude du comportement dynamique d'une pale d'éolienne par des fibres à réseaux de Bragg (FBGs) a été réalisée par IDIL Fibres Optiques. Un multiplexage de FBGs à la longueur d'onde de 1550 nm, permet de mesurer la température, l'élongation et la pression. Les FBGs sont connectés à l'interrogateur via des connecteurs optiques. La Fig. 5 présente l'éolienne équipée de FBGs. Les positions de ces FBGs le long des fibres sont données en Fig. 6. Ce travail a été mené dans le cadre du projet AeroGust (Aeroelastic Gust Modelling) réunissant industriels et académiques et financé par l'Union Européenne (Horizon 2020). L'humidité, le brouillard salin, les lubrifiants d'engrenage et les vibrations rendent inévitables l'usage de connecteurs à faisceau expansé pour garantir la fiabilité du système sur le long terme.



Fig. 5: Eolienne équipée de FBGs.

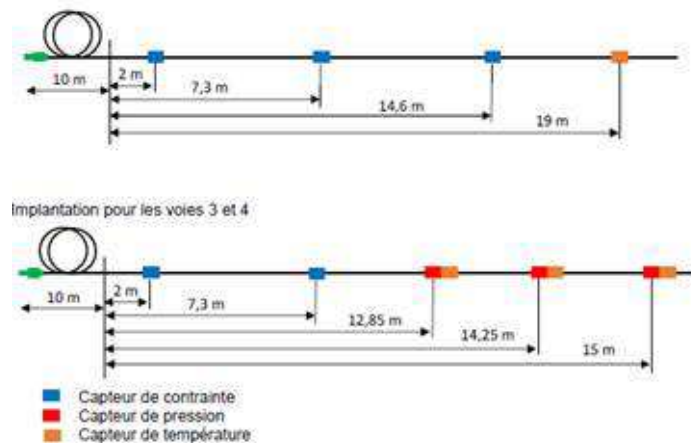


Fig. 6: Position des FBGs le long de la fibre.

IDIL Fibres Optiques a également réalisé dans les laboratoires d'IFREMER des expériences de mesures du processus de dispersion dynamique des vagues sur la base de l'effet Brillouin à 1550 nm également. La fibre était fixée sur un film néoprène qui flottait à la surface d'un bassin d'eau de mer. L'eau de mer, les polluants et le roulis rendent incontournables l'usage de connecteurs à faisceau expansé.

CONCLUSION

Nous avons analysé théoriquement et démontré expérimentalement l'usage d'une fibre à faisceau expansé intégrée dans des connecteurs standards pour des applications de capteurs optiques monomodes à faibles pertes d'insertion et à faibles réflexions. Ces connecteurs autorisent la transmission de signaux à au moins 10 Gbit.s^{-1} , peuvent être utilisés dans une large gamme de longueurs d'onde ($>200 \text{ nm}$) et devraient également supporter davantage de puissance qu'une connexion SMF classique (plus de 100 W espéré). Du fait de ses spécifications, de tels connecteurs peuvent être utilisés dans un large domaine d'applications incluant des parties mobiles comme des joints tournants.

RÉFÉRENCES

- [1] D. Childers, M. Hughes, S. Lutz, and T. Satake, "Design and performance of expanded beam, multi-fiber connectors", ThC1, Invited paper, Los Angeles, Optical Fiber Communication 2015.
- [2] S. D. Le, M. Gadonna, M. Thual, L. Quéstel, J-F. Riboulet, V. Metzger, D. Parker, A. Philippe, and S. Claudot, "Reliable Expanded Beam Connector Compliant with Single-mode Fiber Transmission at 10 Gbit/s", oral session, section D1.5 W4B.5, Los Angeles, Optical Fiber Communications 2015.
- [3] S. D. Le, P. Rochard, J.-B. Briand, L. Quéstel, S. Claudot, and M. Thual, "Coupling Efficiency and Reflectance Analysis of Graded Index Expanded Beam Connectors", Journal of Lighthwave Technology, Vol. 34, N°9, pp. 2092-2099, May 1, 2016.