

ACHETER

Câbles & faisceaux

de fibres optiques

pour la spectroscopie

ACHETER DES FIBRES OPTIQUES POUR LA SPECTROSCOPIE

Patrice LE BOUDEC*,¹

¹IDIL Fibres Optiques, 4 rue Louis de Broglie, 22300 LANNION

*patrice.leboudec@idil.fr



<https://doi.org/10.1051/photon/202211457>

Les fibres optiques sont de plus en plus utilisées dans des applications autres que les télécommunications. La spectroscopie est l'un des domaines où les fibres deviennent de plus en plus indispensables entre autres pour la fabrication de sondes permettant de déporter les points de mesures.

Les bandes de longueur d'onde d'intérêt sont larges, allant de 200 nm à l'infrarouge moyen vers 5 μm voire plus. Les fibres silice transmettent la lumière entre 200 nm et un peu plus de 2200 nm. Pour les longueurs d'onde supérieures, il faudra utiliser des fibres en verre fluoré ou en verre de chalcogénures. Mais le matériau n'est pas le seul paramètre à

prendre en compte. Le diamètre, l'ouverture numérique ainsi que la gaine devront être définis afin de s'adapter au mieux à l'application.

L'UTILISATION DES FIBRES OPTIQUES POUR LA SPECTROSCOPIE

Le développement de petits spectromètres fibrés a accéléré le développement de cette méthode d'analyse qui est aujourd'hui de plus en plus ●●●



SUR MESURE
—
PRÉCISION DE POSITION ÉLEVÉE
—
SIMPLE OU MULTI-BRANCHES
—
ENVIRONNEMENTS SÉVÈRES

DROIT FAN-OUT FURCATION



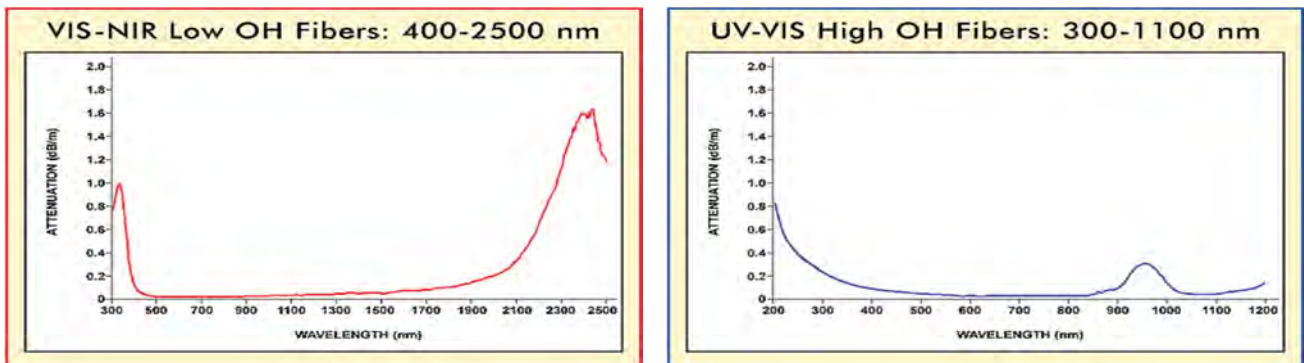


Figure 1 : Atténuation d’une fibre low-OH et High-OH (crédit Ocean Insight)

utilisée, que ce soit au laboratoire ou dans l’industrie. Le gros avantage tient au fait qu’il est possible de séparer la partie analyse de la lumière de l’endroit où doit se faire la mesure. Il est ainsi possible de capter la lumière dans une toute petite zone, comme dans le cerveau d’un rat ou dans un mini-réacteur chimique et de l’analyser dans une zone plus accessible. Les fibres permettent également de s’affranchir de nombreux réglages des chemins optiques nécessaires pour amener la lumière dans les systèmes d’analyse. Cela permet par exemple de réaliser des systèmes de mesure transportables comme un sac à dos contenant une lampe d’excitation, un spectromètre miniature, une batterie, un ordinateur et une sonde optique pour analyser la photosynthèse dans une forêt d’Amazonie. Des sondes à fibres optiques peuvent aussi être insérées dans une aiguille pour rentrer dans de la matière. On peut alors mesurer la quantité de gras dans de la viande, ou la qualité nutritionnelle de fourrages. Certaines fibres peuvent résister à certains milieux très agressifs : température, rayonnement ou milieux chimiques. On peut donc capter la lumière dans ces milieux et la déporter vers l’appareil de mesure qui sera en zone sans contrainte.

LES ASPECTS GÉOMÉTRIQUES

Les premiers paramètres à définir sont le diamètre de cœur et l’ouverture numérique. En effet, suivant le schéma d’expérience souhaité, il sera possible d’optimiser grandement le

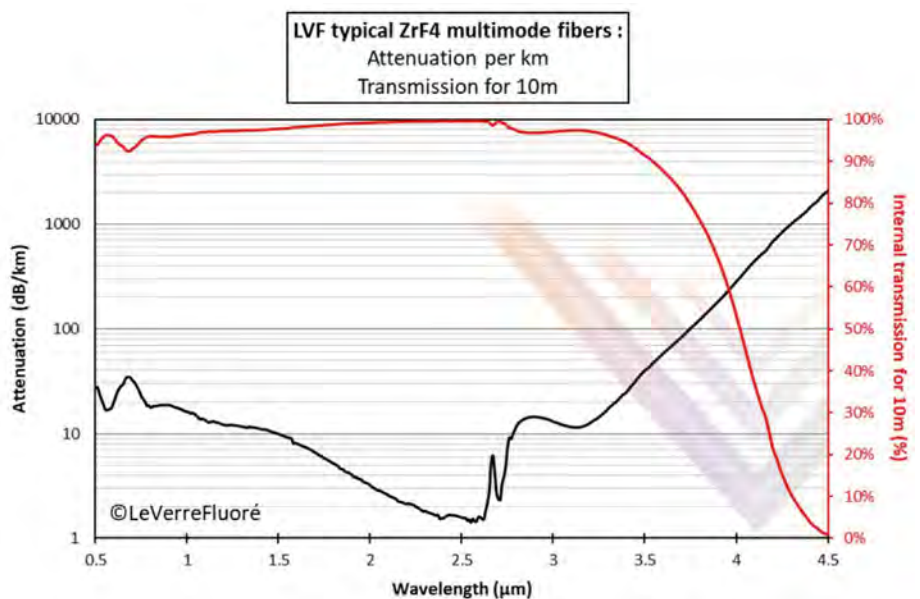
rendement. Il faudra faire attention aux deux côtés de la fibre : le système optique qui capte la lumière devra être pensé afin de récupérer un maximum de photons et uniquement ceux d’intérêt. De même la taille de la fibre devra être en regard de celle du détecteur : ce n’est pas la peine d’avoir un diamètre de cœur de 600 µm pour un détecteur de diamètre 10 µm ! On l’aura compris, le choix de ces paramètres sera un compromis

à trouver pour optimiser la quantité de lumière qui arrivera sur le système de détection.

Un point est à souligner : le produit surface du cœur par l’ouverture numérique sera une constante pour le système d’injection. On ne pourra donc capter de la lumière sur une très grande surface que dans une petite ouverture numérique. Ainsi, récupérer la lumière diffusée par une surface étendue dans une fibre de diamètre 10 µm aura un rendement extrêmement faible. Une relecture assidue des cours de photométrie sera indispensable pour éviter des déconvenues !

Les fibres existantes ont des diamètres de cœur allant de quelques microns à 1 voire 2 mm. Si l’on a besoin de grosses fibres, il faudra prendre en compte la rigidité du

Figure 2 : Atténuation d’une fibre en verre fluoré (crédit Le Verre Fluoré)



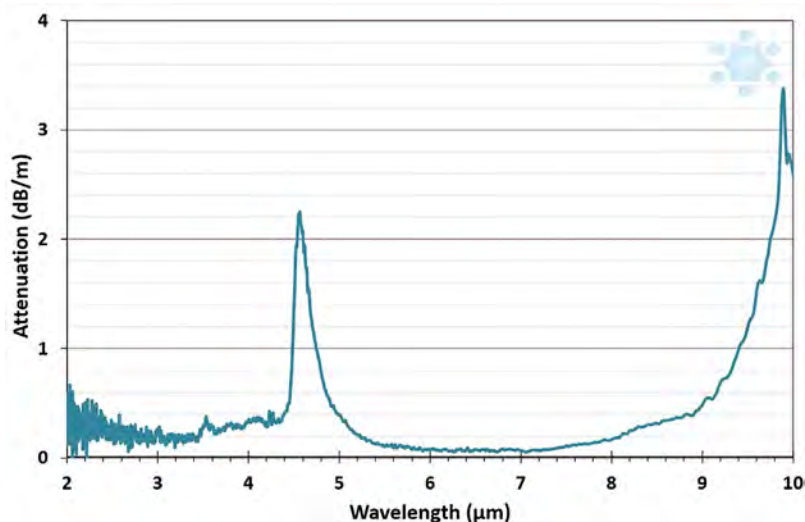


Figure 3 : Atténuation d'une fibre de verre chalcogénure (crédit SelenOptics)

verre qui pourra devenir problématique à partir de 400μm. On pourra alors préférer un assemblage de fibres plus petites (bundle) afin de conserver de la souplesse.

QUELLE FIBRE POUR LES DIFFÉRENTES LONGUEURS D'ONDE

La bande de longueurs d'onde d'intérêt devra être étudiée avec soin. Pour les longueurs d'onde dans le visible et proche infra-rouge, la silice « low-OH » sera parfaitement adaptée : de 450 nm à 1700 nm, l'atténuation est inférieure à 0.2 dB/m (inférieure à 0.1 dB/m de 480 nm à 1300 nm).

Les fibres High-OH seront quant à elles adaptées pour l'ultra-violet jusqu'à 200 nm (0.8 dB/m à 200 nm).

Il faut cependant noter que ces fibres seront susceptibles de noircir lorsqu'on injectera de l'ultra-violet. Il faudra alors utiliser des fibres solarisées. Ces fibres ont été préalablement insolées avec de l'UV. Leur transmission est alors légèrement moins bonne, mais elle sera stable dans le temps.

La silice transmet la lumière jusque 2000/2200 nm. Au-delà, il existe d'autres matériaux. Pour la bande 2000/4500 nm, on pourra utiliser des fibres en verre fluoré. Un grand nombre de diamètres est disponible sur le marché. Ces fibres sont cependant plus fragiles, il est donc conseillé de les utiliser en câble déjà assemblés et connectés. Elles servent par exemple beaucoup ●●●

La silice transmet la lumière jusque 2000/2200 nm. Au-delà, il existe d'autres matériaux. Pour la bande 2000/4500 nm, on pourra utiliser des fibres en verre fluoré. Un grand nombre de diamètres est disponible sur le marché. Ces fibres sont cependant plus fragiles, il est donc conseillé de les utiliser en câble déjà assemblés et connectés. Elles servent par exemple beaucoup en astronomie pour coupler les télescopes aux instruments de mesure.

EVALUATION DE LA DANGÉROSITÉ DES SOURCES LUMINEUSES

Specbos 1211 UV-VIS-NIR portable
MESURES SPECTRALES DE PRÉCISION

Excellent rapport qualité/prix

- **Spectroradiomètre large bande**
 - UV - VIS - NIR
 - traçable NIST
- **2 modes**
 - luminance énergétique
 - éclairage énergétique
- **Fonctionnalités**
 - Luminance
 - radiance/ irradiance
 - éclairage
 - coordonnées xy et u v
 - valeurs RVB
 - longueur d'onde dominante
 - pureté des couleurs
 - température de couleur
 - indice de rendu des couleurs

ScienTec c'est aussi, la distribution de :

Luxmètres,
Photomètres,
Chromamètres,
Vidéocolorimètres,
Photogoniomètres,
Sources de référence...

info@scienteec.fr - 01 64 53 27 00 - www.scienteec.fr

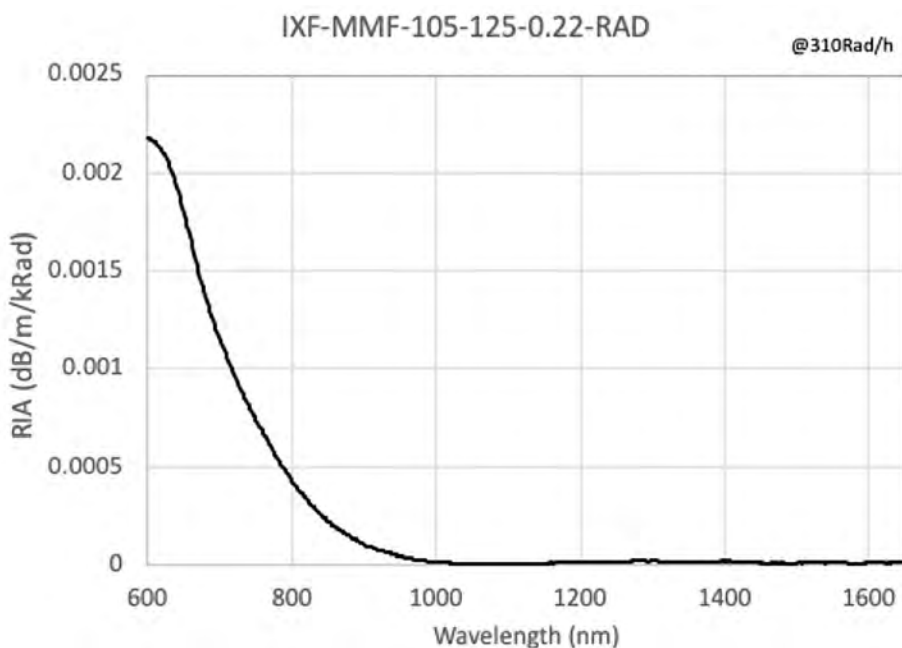


Figure 4 : augmentation de l'atténuation d'une fibre soumise aux radiations (crédit Ixblue)

en astronomie pour coupler les télescopes aux instruments de mesure. Pour travailler à plus de 4500 nm, des fibres à base de matériaux chalcogénures ont été développées il y a quelques années. Elles sont maintenant disponibles commercialement. De nouvelles technologies de fibres commencent à être disponibles. Il s'agit des fibres micro-structurées et en particulier les fibres hollow-core. Le cœur de ces fibres est constitué d'air et les bandes de transmission sont alors importantes jusque dans

l'infra-rouge moyen. Il est également possible d'injecter du gaz dans le cœur pour en faire des cellules d'absorption.

LES CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES

Pour conserver les propriétés mécaniques des fibres, il est nécessaire de les protéger car la silice se dégrade

rapidement au contact de l'eau. Si elles ont une très bonne tenue en température, ce n'est pas forcément le cas des gaines qui les protègent. Le matériau le plus classique est le polymère. Malheureusement il ne résiste qu'à des températures allant de -40°C à 80°C. Au-delà, il se dégrade rapidement et perd ses qualités de protection. On peut alors utiliser du polyimide qui sera efficace jusqu'à 350 °C. Pour des températures encore plus élevées, on pourra utiliser des gaines métalliques de type aluminium ou cuivre. Le métal est déposé directement sur la fibre lors du fibrage. La température utilisable pourra alors monter aux alentours de 1000°C. La présence de rayonnement ionisant induira à terme un noircissement plus ou moins rapide de la silice. Il sera alors nécessaire de se fournir en fibres résistantes aux radiations.

CONCLUSION

Le panel de fibres optique disponibles est presque aussi large que celui des applications. Une analyse fine des longueurs d'onde d'intérêt, de la géométrie de l'expérience, des contraintes de courbures, de température ou la présence de radiations devra être faite afin de se prémunir des mauvaises surprises. ●

FABRICANT	DISTRIBUTEUR	TYPES DE FIBRES
FRANCE		
Ixblue		Fibres silice / Rad-Hard
IDIL Fibres Optiques		Fibres silice / Fabrication de sondes pour la spectroscopie
Glo Photonics		Fibres hollow core
Le Verre Fluoré		Fibres en verre fluoré
Photonics Bretagne		Fibres spéciales / Fibres Micro-structurées / coating métallique
SelenOptics		Fibres Chalcogénures
ÉTRANGER		
Ceramoptec	OBS Fiber	Fibres silice
Coherent / Nufern		Fibre silice / Environnement sévère
FiberGuide	AMS Technologies	Fibre silice
Leoni		Fibre silice / spéciales