

30 novembre 2020

## DOSSIER TECHNIQUE FIBRE OPTIQUE FICHE N° 2

### *A propos de la normalisation des fibres optiques*

*Les fibres optiques et câbles à fibres optiques sur lesquels se structurent les réseaux optiques d'accès et de transport sont normalisés à l'échelle internationale.*

*L'objet de cette fiche est de présenter les principaux organismes, les documents associés ainsi que les caractéristiques et attributs techniques couverts par ces documents.*

## 1 Historique

Les fibres optiques à usage dans les réseaux de télécommunication et de transport de données sont normalisées à l'échelle internationale sous l'égide de plusieurs organismes.

Cette situation résulte de l'effort de normalisation initié au début des années 1980 pour favoriser une large adoption et prévenir tout obstacle concernant l'interopérabilité et la compatibilité entre fabricants. Ce travail s'est matérialisé par l'élaboration de pratiques, procédures et de spécifications, reflétant un certain état de l'art à un instant donné, fruit d'un consensus de l'ensemble des parties prenantes (opérateurs, fabricants de systèmes, fabricants de fibres et câbles optiques...).

La collaboration entre ces différents organismes de normalisation demeure essentielle pour assurer la cohérence technique et garantir l'interopérabilité des systèmes et des équipements de télécommunications. Différentes familles de fibres optiques sont aujourd'hui à disposition : fibres multimodes à saut d'indice, à gradient d'indice, ou fibres monomodes. Elles peuvent être fabriquées à partir de silice pure ou dopée ou de plastique, et possèdent des dimensions opto-géométriques (diamètres de cœur, de gaine et revêtement extérieur) variées. Les champs d'application s'étendent désormais bien au-delà des domaines des télécommunications.

Pour les fibres optiques monomodes, deux organismes sont à l'origine des spécifications :

- l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) - en anglais : *International Telecommunication Union (ITU)*, met à disposition des **recommandations** sur les systèmes et infrastructures de télécommunications. La série des recommandations ITU-T G.65x porte sur la spécification de fibres optiques en câble et les méthodes de caractérisation associées. Pour chaque recommandation, plusieurs types de fibres (sous-catégories) sont proposées. Ces documents sont disponibles gratuitement sur le site de l'organisation.
- La Commission Electrotechnique Internationale - en anglais : *International Electrotechnical Commission (IEC)*, édite un ensemble de **normes** afférentes aux spécifications techniques de mesures et de tests des fibres optiques.

Pour les fibres optiques multimodes, les organismes en charge des normes sont :

- L'IEC pour la série de normes IEC 60793-2-10/20/30/40 couvrant l'ensemble des fibres à destinées des systèmes de télécommunications ou industriels.
- L'Organisation internationale de normalisation (OSI) - en anglais : *International Organization for Standardization (ISO)* dont la famille de documents ISO/IEC 11801 portent sur les systèmes de câblage structuré pour les télécommunications. C'est dans ces documents que sont spécifiés les câbles à fibres optiques multimodes de type OM.

Les normes de l'IEC complètent celles de l'ITU-T par l'ajout de performances en tenue mécanique et environnementales de la fibre et de son revêtement. Les normes applicables pour les méthodes de test des attributs sont regroupées dans la série de documents IEC 60793-1.

Les principaux documents édités par l'ITU-T et l'IEC portant sur les fibres optiques sont rapportés dans les tableaux 1 et 2 :

- La spécification des fibres monomodes repose ainsi sur une série des 6 recommandations ITU-T G.65x (G.652, G.653, G.654, G.655, G.656 et G.657) définissant un ensemble de 17 sous-catégories de fibres. Les sous-catégories ont été créées pour introduire des niveaux de performance différents sur certains attributs (coefficient d'atténuation, tenue aux pertes par macro-courbures...). On parle ainsi de fibres G.652.B, G.652D, G.657A2, G.657B3... Les recommandations de l'ITU-T sont également reprises dans la norme IEC 60793-2-50.
- Pour les fibres multimodes, la série de normes IEC 60793-2-20, -30 et -40 couvre l'ensemble des fibres à destinées aux applications de transport de données et systèmes industriels avec 28 sous-catégories.

A ce jour, l'emploi des fibres G.652 et G.657 est prédominant, les autres types de fibres monomodes selon les recommandations G.653, G.655 et G.656 sont plus discrétionnaires et réservés typiquement aux cas d'extension ou de maintenance de réseaux existants.

Recommandation	Titre	Nb de sous-Catégories	1 <sup>ère</sup> publication	Dernière révision	Lien
G.651.1	Caractéristiques d'un câble à fibres optiques multimodes à gradient d'indice (50/125 µm) pour le réseau d'accès optique	1	2007	2018	<a href="#">lien</a>
G.652	Caractéristiques des câbles et fibres optiques monomodes	2	1984	2016	<a href="#">lien</a>
G.653	Caractéristiques des fibres et câbles optiques monomodes à dispersion décalée	2	1988	2010	<a href="#">lien</a>
G.654	Caractéristiques des câbles et fibres optiques monomodes à longueur d'onde de coupure décalée	5	1988	2016	<a href="#">lien</a>
G.655	Caractéristiques des fibres et câbles optiques monomodes à dispersion décalée non nulle	3	1996	2009	<a href="#">lien</a>
G.656	Caractéristiques des fibres et câbles optiques à dispersion non nulle destinés au transport à large bande	1	2004	2010	<a href="#">lien</a>
G.657	Caractéristiques des câbles et fibres optiques monomodes insensibles aux pertes par courbure	4	2006	2016	<a href="#">lien</a>

*Tableau 1 - Principales recommandations publiées par l'UIT sur les fibres optiques*

Document	Titre	Nb de sous-Catégories	Dernière Révision	Lien
60793-2-10	Partie 2-10 : Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodes de catégorie A1	10	2017	<a href="#">lien</a>
60793-2-20	Partie 2-20 : Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodes de catégorie A2	3	2015	<a href="#">lien</a>
60793-2-30	Partie 2-30 : Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodes de catégorie A3	7	2015	<a href="#">lien</a>
60793-2-40	Partie 2-40 : Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres multimodes de catégorie A4	8	2015	<a href="#">lien</a>
60793-2-50	Partie 2-50 : Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres monomodes de classe B	17	2018	<a href="#">lien</a>
60793-2-60	Partie 2-60 : Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres monomodes de classe C pour interconnexion	4	2008	<a href="#">lien</a>
60793-2-70	Partie 2-70 : Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres à maintien de polarisation	3	2017	<a href="#">lien</a>

*Tableau 2 - Principales normes publiées par l'IEC sur les fibres optiques*

Au travers de ces documents sont décrits les spécifications applicables portant sur un ensemble d'attributs consolidant les conditions applicables pour :

- la géométrie : *diamètres, non-circularités, excentrements* qui sont essentiels pour leurs contributions aux pertes de raccordement,
- les propriétés mécaniques : *niveau minimum d'épreuve mécanique,*
- les paramètres liés aux propriétés de transmission : *diamètres de modes, dispersion chromatique, longueur d'onde de coupure, pertes induites par macro-courbures.* Ces paramètres peuvent être significativement différent d'une recommandation à une autre.
- les propriétés de la fibre dans sa forme câblée : *coefficients atténuation, dispersion modale de polarisation.*

Dans le cadre de la production de fibre optique, une synthèse des attributs exigés par les documents IEC 60792-2-50 et ITU-T G.65x est rapportée dans le tableau 3 :

	Fibre optique multimode	Fibre optique monomode
transmission	Affaiblissement intrinsèque Affaiblissement par macro-courbure Dispersion inter-modale } Bande passante Dispersion intra-modale }	Affaiblissement intrinsèque Affaiblissement par macro-courbure Dispersion chromatique Dispersion modale de polarisation Tenue à l'hydrogène
géométrie	Longueur Diamètres } Cœur Non-circularités } Gaine optique Excentrements } Revêtement	Longueur Diamètres } Cœur <sup>1</sup> Non-circularités } Gaine optique Excentrements } Revêtement
optique	Ouverture Numérique	Diamètre de champ de mode Longueur d'onde de coupure en câble
mécanique	Ondulation de la fibre Résistance à la traction Résistance à la corrosion Dénudabilité du revêtement	Ondulation de la fibre Résistance à la traction Résistance à la corrosion Dénudabilité du revêtement
environnemental	Essais de variations de température chaleur sèche chaleur humide immersion dans l'eau	Essais de variations de température chaleur sèche chaleur humide immersion dans l'eau

<sup>1</sup>: les mesures du diamètre et de la non-circularité de cœur ne sont pas normalisées pour les fibres monomodes.

Tableau 3 - Liste des caractéristiques normalisées pour les fibres optiques multimodes et monomodes.

La création de nouvelles recommandations ou la révision des recommandations existantes doivent être justifiées soit par le développement de nouvelles technologies de transmission, soit par l'identification de nouvelles applications aux débouchés commerciaux démontrés soit plus simplement motivées par l'amélioration des méthodes de fabrication. Ce consensus est le résultat d'une évaluation : des intérêts technologiques (e.g. comme l'accompagnement des montées en débit), des intérêts économiques (e.g. un débouché commercial est identifié), des analyses de coûts de mise en œuvre dans le cadre d'une production industrielle de masse sans oublier la disponibilité d'équipements de mesure aptes.

## Conclusion

Les fibres optiques sont caractérisées par de nombreux paramètres dont certains sont l'objet d'une normalisation ainsi que les méthodes de caractérisation associées. Le respect de ce système normatif est essentiel pour garantir l'interopérabilité des réseaux et des équipements. Il a permis l'expansion des réseaux en fibre optique qui constituent maintenant le socle des réseaux modernes de télécommunication.

Pour en savoir plus, consultez les autres fiches du dossier technique fibre optique :

- Fibres optiques G.657.A2 et G.652.D : les principaux types de fibre utilisés dans les réseaux de télécommunication en France
- Fibre optique : structures et caractéristiques