

## RECOMMANDATION UIT-R BT.1367\*

**Système de transmission numérique série par fibres optiques pour signaux conformes aux Recommandations UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 et UIT-R BT.1120**

(Question UIT-R 42/6)

(1998)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que le développement des moyens de production numériques a eu pour conséquence une utilisation accrue des interfaces numériques du type série;
- b) que l'adoption d'un mode opératoire numérique compatible à l'échelle mondiale permettra de mettre au point des équipements possédant de nombreuses caractéristiques communes, de réaliser des économies au plan de l'exploitation et de faciliter l'échange international des programmes;
- c) que, dans le but de réaliser les objectifs énoncés ci-dessus, l'accord s'est fait sur les paramètres de codage fondamentaux de la télévision numérique pour les studios, dans les Recommandations UIT-R BT.601, UIT-R BT.799 et UIT-R BT.1120;
- d) que, dans le but de réaliser les objectifs énoncés ci-dessus, l'accord s'est fait sur la transmission des signaux sous leur forme numérique série électrique, dans les Recommandations UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 et UIT-R BT.1120;
- e) que, pour la mise en oeuvre pratique des Recommandations UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 et UIT-R BT.1120, il est souhaitable également de définir les interfaces sous la forme optique;
- f) que les interfaces optiques confèrent aux signaux à transmettre une plus grande immunité à l'égard du bruit et permettent la transmission des signaux sur de plus grandes distances que ce n'est le cas avec les interfaces électriques,

*recommande*

**1** que, lorsque des interfaces optiques sont nécessaires pour assurer la conformité aux Recommandations UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 et UIT-R BT.1120, ces interfaces répondent à la spécification ci-après.

## **1 Domaine d'application**

**1.1** La présente Recommandation définit un système à fibres optiques pour la transmission de signaux numériques en série par bit. Elle s'applique spécifiquement à la transmission des signaux spécifiés par les Recommandations UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 et UIT-R BT.1120 (de 270 Mbit/s à 1,485 Gbit/s). Pour les applications avec signaux de studio TVHD, seules sont utilisées les fibres monomode (voir la Recommandation UIT-R BT.1120).

---

\* La Commission d'études 6 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à cette Recommandation en 2003 conformément à la Résolution UIT-R 44.

**1.2** Dans cette Recommandation, le verbe «doit» désigne une disposition obligatoire de la Recommandation, «devrait» désigne une disposition non obligatoire; et «peut» s'applique à des caractéristiques qui sont incluses à la discrétion du concepteur et dont la mise en oeuvre procure des avantages à l'utilisateur, s'agissant de la qualité de fonctionnement, du coût et/ou de la commodité d'installation du système.

## **2 Références normatives**

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Recommandation.

- Recommandation UIT-R BT.656;
- Recommandation UIT-R BT.799;
- Recommandation UIT-R BT.1120;
- CEI 169-8 (1978), Partie 8: R.F. Connecteurs coaxiaux pour fréquences radioélectriques avec diamètre intérieur du conducteur extérieur de 6,5 mm à verrouillage à baïonnette – Impédance caractéristique 50 ohms (type BNC) et Annexe A (1993): Information for Interface Dimensions of 75-Ohm Characteristic Impedance Connectors with Unspecified Reflection Factors;
- CEI 874-7 (1990), Partie 7: Connecteur pour fibres optiques - Type SC/PC;
- ANSI/EIA/TIA-455-107-1989 (Factory Testing), Return Loss for Fibre Optic Components;
- ANSI/EIA/TIA-455-108-1989 (Field Testing), Return Loss for Fibre Optic Components;
- ANSI/EIA/TIA-492AAAA-1989, Detail Specifications for 62.5 um Core Diameter, 125 um Cladding Diameter, Class Ia Multimode, Graded-index Optical Waveguide Fibres;
- ANSI/EIA/TIA-492BAAA, Detail Specifications for Class IVa Dispersion-Unshifted Single-Mode Optical Waveguide Fibres used in Communication Systems;
- ANSI/EIA/TIA-604-3-1993, (FOCIS) Fibre Optic Connector Intermateability Standards.

## **3 Spécifications du système de transmission optique**

(Voir dans l'Appendice A la définition des termes relatifs aux fibres optiques.)

### **3.1 Groupement physique et connecteurs des unités d'émission et de réception**

Les unités émetteur (Tx) et récepteur (Rx) peuvent être réalisées soit comme des ensembles autonomes, soit comme des éléments constitutifs d'autres équipements de télévision. Le cas échéant, les connecteurs d'interface dans le domaine électrique des éléments Tx/Rx doivent être des pièces femelles BNC du type 75 ohms, conformes aux spécifications de la Publication CEI 169-8. Les connecteurs du domaine optique des unités Tx et Rx, et de leurs sections de câble connectées (entrée et sortie) doivent être du type SC/PC, conforme aux spécifications de la Publication CEI 847-7.

La source lumineuse de l'unité Tx doit être branchée sur son connecteur optique de sortie type SC/PC par l'intermédiaire d'une courte amorce de fibre monomode, comme spécifié dans ANSI/EIA/TIA-492BAAA, si elle n'est pas physiquement installée et interconnectée avec ce connecteur dans un boîtier (voir l'Appendice A.1.4). Une amorce de fibre multimode telle que

spécifiée dans ANSI/EIA/TIA-492AAAA est acceptable si l'unité Tx est prévue pour fonctionner exclusivement dans des applications sur liaison multimode. La plaque de fabrication de l'unité Tx doit indiquer, le cas échéant, le type de l'amorce installée.

Le récepteur optique de l'unité Rx doit être branché sur son connecteur optique d'entrée type SC/PC par l'intermédiaire d'une petite longueur de fibre multimode, comme spécifié dans ANSI/EIA/TIA-492AAAA, si ce récepteur n'est pas physiquement installé et interconnecté avec ce connecteur dans un boîtier (voir l'Appendice A.1.4).

### 3.2 Unité émetteur

L'unité émetteur doit produire un signal de sortie optique d'intensité variable (voir le Tableau 1) lorsqu'elle est modulée par un signal électrique conforme aux spécifications des Recommandations UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 et UIT-R BT.1120.

### 3.3 Unité récepteur

L'unité récepteur doit fournir à la sortie un signal électrique conforme aux spécifications des Recommandations UIT-R BT.656, UIT-R BT.799 et UIT-R BT.1120, lorsqu'elle reçoit un signal optique tel que spécifié dans le Tableau 2.

### 3.4 Spécifications du circuit et du connecteur de fibre optique

#### 3.4.1 Options pour les types de fibre optique

On peut utiliser une fibre monomode ou multimode pour établir un circuit optique point à point entre l'émetteur, le récepteur et les connecteurs optiques SC/PC. Un circuit point à point peut être constitué par une ou plusieurs sections, interconnectées en série, du type de fibre optique sélectionné, dans des câbles, des jarretières et/ou des cordons de connexion, assemblés conformément à ANSI/EIA/TIA-568-A (voir la définition de ces termes dans l'Appendice A). Le mélange de plusieurs types de fibre dans les sections multiples d'un circuit point à point est possible physiquement, mais inacceptable techniquement.

NOTE – Seule la fibre monomode est autorisée pour les signaux de studio TVHD (voir la Recommandation UIT-R BT.1120).

**3.4.1.1** La fibre optique monomode doit être conforme aux dispositions de ANSI/EIA/TIA-492BAAA (fibre à saut d'indice de 9/125 microns sans décalage de dispersion, classe IVa). Elle doit avoir un affaiblissement maximal de 1,0 dB par kilomètre à 1 310 nm.

**3.4.1.2** La fibre optique multimode doit être conforme aux dispositions de ANSI/EIA/TIA-492AAAA (fibre à gradient d'indice [GI] de 62,5/125 microns). Elle doit avoir un affaiblissement maximal de 1,5 dB par kilomètre à 1 310 nm.

**3.4.1.3** Le concepteur du système peut décider d'utiliser des circuits déjà installés, équipés de fibres à gradient d'indice de 50/125 microns. Ce choix entraînera une diminution d'environ 3 dB du bilan de bruit par rapport aux valeurs calculées pour les circuits avec fibre de 62,5/125 microns.

TABLEAU 1

## Spécifications du signal de sortie de l'émetteur optique

Fibre du circuit de transmission	Monomode (multimode facultatif)	Multimode (62,5/125 µm) <sup>1</sup>
Type de source lumineuse	Laser	Laser ou DEL <sup>2,3</sup>
Longueur d'onde optique	1 310 nm ± 40 nm	1 310 nm ± 40 nm
Largeur max de la raie spectrale entre les points à mi-puissance	10 nm	30 nm
Puissance de sortie max	-7,5 dBm	-7,5 dBm
Puissance de sortie min	-12 dBm	-12 dBm
Rapport d'extinction	5:1 minimum, 30:1 maximum	5:1 minimum
Temps de montée et de descente	voir Note 4	voir Note 4
Gigue	voir Note 4	voir Note 4
Puissance réfléchiée max	4%	4%
Fonction de transfert électrique/optique	Intensité max de "1" logique Intensité min de "0" logique	

NOTE 1 – Voir le § 3.4.1.3 pour les fibres multimode optionnelles.

NOTE 2 – Il se peut que les diodes électroluminescentes n'aient pas un fonctionnement fiable aux débits binaires supérieurs à ceux spécifiés dans les Recommandations UIT-R BT.656/799.

NOTE 3 – Ces indications doivent être données dans le cas des unités Tx prévues pour fonctionner exclusivement dans les applications avec liaisons de transmission multimode.

NOTE 4 – Les temps de montée et de descente ainsi que la gigue pour l'interconnexion optique sont indiqués dans chaque document relatif au signal électrique.

TABLEAU 2

## Spécifications du signal d'entrée du récepteur optique

Fibre du circuit de transmission	Monomode	Multimode
Puissance d'entrée max	-7,5 dBm	-7,5 dBm
Puissance d'entrée min	-20 dBm	-20 dBm
Seuil d'endommagement du détecteur	+1 dBm minimum	-4 dBm minimum
Gigue	voir Note 1	voir Note 1

NOTE 1 – La gigue pour l'interconnexion optique est indiquée dans chaque document relatif au signal électrique.

### 3.5 Spécifications des connecteurs optiques (extrait de ANSI/EIA/TIA-586-A)

#### 3.5.1 Type (voir la définition des termes dans l'Appendice A)

Les connecteurs optiques, les adaptateurs et les boîtiers SC/PC de l'industrie des télécommunications doivent être utilisés dans les câbles, les cordons de connexion et/ou les amorces qui relient les unités Tx et Rx aux fibres multimode ou monomode qui constituent le premier et le dernier tronçon d'un circuit de transmission à plusieurs sections. L'utilisation d'autres types de connecteurs, d'adaptateurs et de boîtiers aux points de connexion intermédiaires relève de la décision du concepteur ou de l'installateur du circuit de transmission.

NOTE – Dans la conception de l'interface optique Tx/Rx, les constructeurs des liaisons de transmission optique peuvent affirmer que les dispositions de la présente Recommandation sont respectées si des jarretières ou des adaptateurs physiques sont mis en oeuvre pour réaliser l'interfaçage d'autres connecteurs d'équipements terminaux avec les connecteurs, adaptateurs ou boîtiers du type SC/PC.

Les dimensions des connecteurs et adaptateurs SC/PC simplex, incluant les clefs et les passages de clef, doivent être conformes aux dispositions de la Publication CEI 874-7. Les connecteurs et adaptateurs multimode et monomode doivent avoir ces mêmes dimensions, pour permettre le raccordement des deux types de fibre optique par l'intermédiaire d'adaptateurs. Le concepteur doit adopter un mode opératoire clair et constant pour permettre de différencier visuellement les deux types de fibre. Comme indiqué dans ANSI/EIA/TIA-586-A, le connecteur et l'adaptateur multimode peuvent être de couleur beige et le connecteur et l'adaptateur monomode, de couleur bleue. Une autre solution consiste à utiliser sur les équipements des marquages par texte pour préciser le type de fibre à utiliser dans le circuit de transmission.

### 3.5.2 Affaiblissement d'adaptation

Les connecteurs type SC/PC doivent avoir les affaiblissements d'adaptation optiques dont les valeurs sont données ci-après. Les mesures sont effectuées à  $23^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ , conformément à ANSI/EIA/TIA-455-107 (essais en usine) et à ANSI/EIA/TIA-455-108 (essais sur le terrain).

Type de fibre	Affaiblissement d'adaptation minimum
multimode, 62,5/125 microns	20 dB
monomode, 8-10/125 microns	26 dB

## Appendice A

### Définition des termes relatifs aux supports de transmission optique et aux connecteurs optiques

#### A.1 Assemblages de fibres optiques et de câbles

**A.1.1** Les câbles contiennent une ou plusieurs fibres optiques sous enveloppe, disposées en faisceau ou en ruban plat. Les nombres de fibres pour les câbles à grande densité sont déterminés par le concepteur, qui doit choisir entre l'économie de place dans les conduits et la nécessité d'une bonne gestion des câbles à fibres optiques.

**A.1.2** Les jarretières, les cordons de connexion et les extensions de circuits en fibres sont des câbles à fibre(s) optique(s) spécialisés contenant une ou plusieurs fibres, chacune d'elles placée dans une enveloppe protectrice.

**A.1.3** Les câbles mixtes optiques/cuivre sont des ensembles constitués par une ou plusieurs fibres multimode et/ou monomode, avec deux ou plusieurs fils ou tresses de cuivre isolés électriquement. Ces câbles sont fabriqués pour des applications spéciales, par exemple pour l'interconnexion des têtes de caméra et des stations de base. Leurs spécifications seront données dans une Recommandation distincte.

**A.1.4** Les amorces sont des fibres individuelles enrobées d'une matière plastique, mais sans enveloppe protectrice. On les installe à l'intérieur des équipements terminaux pour prolonger un circuit en fibre(s) depuis un boîtier de panneau d'interconnexion jusqu'à un dispositif optique placé dans l'équipement. A l'extrémité du panneau d'interconnexion, les amorces doivent se terminer dans un connecteur SC/PC. A l'autre extrémité, la terminaison est réalisée comme le recommandent les pratiques pertinentes des industries des télécommunications.

## **A.2 Composants de connexion optiques type SC/PC**

Les connecteurs, adaptateurs et boîtiers du type SC/PC ont évolué pendant trois décennies de développement des dispositifs de connexion des fibres optiques dans l'industrie mondiale des télécommunications. La famille SC, conçue et installée depuis 1984, est actuellement la famille préférée ou spécifiée pour toutes les nouvelles constructions dans la quasi-totalité des organisations de normalisation du monde entier.

**A.2.1** Les connecteurs sont installés aux deux extrémités de toutes les fibres, dans des cordons de connexion à une, deux ou plusieurs fibres, et dans des câbles à fibres multiples protégées sous enveloppe. On installe aussi des connecteurs, à l'une des extrémités des amorces, l'autre extrémité étant fixée physiquement à des dispositifs Tx et Rx placés dans les équipements des utilisateurs.

**A.2.2** Les adaptateurs sont installés dans des panneaux de connexion à montage sur bâti ou montage mural, dans des armoires de télécommunications et des salles d'équipements, pour raccorder des fibres terminées sur connecteur. Ils représentent l'équivalent optique des tambours BNC à double face ou des adaptateurs montés sur panneau, servant à interconnecter des longueurs tandem de câble à paires coaxiales. Les adaptateurs constituent des moyens mécaniques qui permettent de raccorder bout à bout avec précision des embouts de connecteur avec fibres en saillie. On les utilise pour établir physiquement des circuits constitués par connexion série de fibres en câble ou d'amorce multimode et monomode.

Les adaptateurs contiennent aussi les raccordements suivants: raccordement d'une amorce de sortie monomode d'une source lumineuse avec l'entrée d'un circuit de transmission multimode, et raccordement de la sortie d'un circuit de transmission monomode avec l'amorce d'entrée multimode d'un récepteur optique. Dans la pratique de l'industrie des télécommunications, on a le droit d'utiliser des amorces monomode dans une unité Tx pour l'interfaçage avec des circuits à fibres multimode. Dans une unité Rx, on peut employer des amorces multimode pour recevoir les signaux optiques en provenance de circuits à fibres monomode.

**A.2.3** Les boîtiers sont installés dans les équipements terminaux pour réaliser l'interface entre des unités Tx et Rx optiques internes et les circuits de câblage présents dans les locaux. Un boîtier peut comprendre physiquement la moitié d'un adaptateur, les sources lumineuses et les photodiodes étant installées dans l'autre moitié. Ces boîtiers peuvent être montés physiquement sur les cartes de circuits imprimés des unités Tx ou Rx. Lorsqu'un transducteur E/O ou O/E multimode ou monomode est monté sur une carte de circuits imprimés qui ne peut pas être placée physiquement sur le panneau d'interface, l'interconnexion avec le boîtier du panneau est réalisée à l'aide d'une amorce (voir le § 3.1).

## **Appendice B**

### **Options de conception et de performance des circuits de transmission optique**

#### **B.1 Critères de sélection des unités Tx et Rx**

Le bilan de puissance d'une liaison de transmission par fibres optiques est donné par la différence arithmétique entre la puissance de sortie minimale de la source optique (Tableau 1) et la puissance d'entrée maximale du récepteur optique (Tableau 2). Le bilan de puissance minimal nécessaire pour transmettre un signal entre la source et l'équipement de destination est égal à la somme suivante:

affaiblissement de la fibre à la longueur d'onde de transmission de 1 310 nm + somme des pertes mesurées ou spécifiées à toutes les épissures et dans les connecteurs (ces pertes peuvent atteindre 1 dB par épissure ou par connecteur). Il est conseillé au concepteur du système d'ajouter un affaiblissement pour «imprévus» de 3 à 6 dB lorsqu'il établit le bilan d'affaiblissement d'un long circuit composé d'une multiplicité de sections.

Les unités Tx et Rx monomode nécessaires pour réaliser un bilan d'affaiblissement donné entraînent un gonflement des coûts, mais ce surcroît de coût peut être compensé par l'utilisation de fibres multimode, moins coûteuses, dans l'ensemble du circuit. Toutefois, les fibres multimode ont une «largeur de bande minimale de fibre» (exprimée par une valeur maximale de la grandeur «largeur de bande-kilomètre») qui oblige à utiliser la fibre monomode dans tout circuit qui, à terme, devrait acheminer des signaux de TVHD à des débits compris entre 1,3 Gbit/s et 1,5 Gbit/s.

## **B.2 Caractéristiques de la transmission par fibres multimode et monomode**

Les distances sur lesquelles les signaux numériques peuvent être transmis sans erreurs sur des fibres multimode et monomode dépendent de certaines valeurs limites des longueurs de circuit en «effet de falaise»; ces limites sont dues, respectivement, à des phénomènes de dispersion «modale» et «chromatique». Les fibres multimode acceptent les rayons lumineux (modes) entrantes en provenance de la source lumineuse sous des angles d'incidence maxima définis par le «cône d'admission» (ouverture numérique – NA) de la fibre. Les temps de propagation des rayons porteurs d'impulsions, réfléchis d'une limite à une autre dans le cœur de la fibre, augmentent avec la distance. La distance de l'«effet de falaise» de la fibre multimode, calculée sur la base de sa valeur de «largeur de bande-kilomètre» (voir plus haut), est la distance à partir de laquelle le signal n'est plus récupérable, parce que le temps d'arrivée des impulsions transportées par un grand nombre de rayons masque les points de transition du signal ou déborde sur les impulsions en provenance des intervalles unitaires des signaux adjacents.

Même la plus chère des sources lumineuses à laser semi-conducteur n'émet pas la lumière sur une seule longueur d'onde. Le rayon unique transmis le long du cœur (8 à 10 microns) subit un retard de propagation différent à chaque longueur d'onde dans la raie spectrale (largeur maximale 10 nm) à la sortie du laser (Tableau 1). Dans une fibre monomode, le point d'effet de falaise – situé à de nombreux kilomètres plus loin que pour la fibre multimode – se trouve à une distance définie comme suit: distance à laquelle le temps d'arrivée des impulsions transportées, pour les valeurs extrêmes de la longueur d'onde spectrale, masque les points de transition du signal ou déborde sur les impulsions en provenance des intervalles unitaires des signaux adjacents.

## **B.3 Limitation du traitement des signaux numériques des transducteurs E/O**

Les concepteurs ne doivent pas oublier que les signaux numériques série spécifiés par les Recommandations UIT-R peuvent contenir une importante énergie basse fréquence. En conséquence, les transducteurs utilisés pour la transmission des signaux doivent fonctionner avec des constantes de temps de couplage appropriées, avec verrouillage et boucles de régulation de puissance. On peut vérifier que le fonctionnement est adéquat en procédant à un essai de transmission des signaux du domaine de contrôle d'erreur de l'interface SDI, spécifiés dans SMPTE RP 178 «1996 – Champ de contrôle d'erreur d'une interface numérique série pour des signaux numériques en composantes 4:2:2 à 10 bits et des signaux numériques composites 4 fsc» pour la télévision TVDN et dans SMPTE RP 198 «Champ de contrôle d'erreur pour interface numérique série de TVHD».

## Appendice C

### Sécurité de fonctionnement des lasers

Les rayonnements visibles et invisibles émis par les diodes laser et les DEL utilisées dans les systèmes de communication à fibres optiques sont considérés comme une application sûre de la technologie laser. Toute la lumière produite reste à l'intérieur du coeur de la fibre interconnectée; il n'y a pas de fuites à travers la gaine ou l'enveloppe extérieure. En cas de déconnexion de l'amorce d'une source lumineuse en activité, il existe un très faible risque de lésion de l'oeil, dans le cas fort improbable où une personne regarderait la fibre de très près pendant une longue période.

Les publications de la CEI contiennent des directives sur les modes opératoires à respecter lorsqu'on utilise des systèmes de communication à fibres optiques. On trouve aussi dans ces publications des renseignements sur les plaques de fabrication devant être apposées sur les modules qui contiennent une source lumineuse laser/DEL émettant vers l'extérieur par l'intermédiaire d'une amorce ou d'un connecteur optique.

---