

SPECIFICATION TECHNIQUE

Câble de garde à fibres optiques OPGW et ses accessoires ST T66-L66

Edition Décembre 2012

SOMMAIRE

LIBELLE	PAGE
1 – DOMAINE D'APPLICATION.....	3
2 – NORMES DE REFERENCE.....	3
3 – TERMINOLOGIE.....	3-4
4 – EXIGENCES GENERALES.....	4-5
5 – DESCRIPTIF.....	5-6
7 – CONDITIONS D'UTILISATION	
8 –	5-6
9 – ESSAIS.....	6-7
ANNEXE	8

1 – DOMAINE D'APPLICATION

La présente spécification technique s'applique aux câbles de garde incorporant des circuits de télécommunication à fibres optiques, dit OPGW (Optimal Ground Wire), et ses accessoires destinés à équiper les lignes électriques HT et THT.

Cette Spécification Technique définit les conditions auxquelles doivent satisfaire les câbles OPGW sus indiqués, en ce qui concerne la conception, la fabrication, les caractéristiques nominales et les essais de qualification et de réception à réaliser dans le but d'établir leur conformité aux exigences techniques demandées par l'Office National d'Electricité et de l'Eau Potable - Branche Electricité.

2 – NORMES DE REFERENCE

Les câbles en question doivent répondre aux dispositions de la présente spécification technique et à toutes les prescriptions qui n'y sont pas contraires, prévues dans les normes de référence, à savoir :

- CEI 60 794-4 : Câbles à fibres optiques - Spécification intermédiaire – Câbles optiques aériens le long des lignes électriques de puissance.
- CEI 60 794-1-1 : Câbles à fibres optiques - Spécification générique - Généralités.
- CEI 60 794-1-2 : Câbles à fibres optiques - Spécification générique - Procédures de base applicables aux essais des câbles optiques.
- CEI 60 794-3 : Câbles à fibres optiques - Spécification intermédiaire - Câbles extérieurs.
- CEI 60 794-4-1 : Câbles à fibres optiques – Câbles optiques aériens pour lignes électriques de haute tension.
- CEI 60793-1-1 : Fibre optique - Spécification générique - Généralités.
- CEI 61073-1 : Epissures mécaniques et protecteurs d'épissures par fusion pour fibres et câbles optiques.
- CEI 61073-3 : Epissures pour câbles et fibres optiques – Spécification intermédiaire - Epissure par fusion pour fibres et câbles optiques.
- Publication 304 : Couleurs de référence de l'enveloppe isolante pour câbles et fils pour basses fréquences.
- CEI 61232 : Fils d'acier revêtus d'aluminium pour usages électriques.
- CEI 60 104 : Fils en alliage d'aluminium-magnésium-silicium pour conducteurs de lignes aériennes.
- CEI 61 089 : Conducteurs pour lignes aériennes à brins circulaires, câbles en couches concentriques.
- ITU-TG.652 : Recommandation pour circuit de télécommunication.
- ITU-TG.655 : Recommandation pour circuit de télécommunication.

3 – DESCRIPTIF DU CABLE OPGW

3.1 - Composition du câble OPGW

Les câbles de garde avec fibres optiques incorporées sont constitués de deux couches de brins toronnés lui donnant une résistance mécanique à la traction et une résistivité électrique.

La première couche doit être composée de brins en acier couvert d'aluminium ou mélangés avec des brins d'alliage d'aluminium.

La deuxième couche doit être composée de brins en alliage d'aluminium (Mg-Si) ou mélangés avec brins d'acier couvert d'aluminium.

Les fibres optiques doivent être protégées soit par un jonc rainuré en aluminium, soit par une structure à tube d'acier inoxydable dans le cas où il est logé parmi les brins de la première couche ou à tube d'aluminium s'il est central. Le tube acier doit avoir un diamètre inférieur à celui des brins.

Les brins et le câble OPGW doivent être conformes aux exigences des normes de référence :

- Brin en alliage d'aluminium : CEI 60104
- Brins en acier couvert d'aluminium : CEI 61232
- OPGW complet : CEI 61089

Tout système de rangement des fibres à l'intérieur de la structure est accepté.

La structure de la portée optique et les conditions de fabrication doivent être telles que le câble de garde puisse subir des variations d'allongement sans que les fibres optiques soient soumises à une contrainte mécanique susceptible de réduire leur durée de vie. Il est demandé dans ces conditions que le fibre ne soit pas mise en contrainte sous un effort de traction égal au moins à 50 % de la charge de rupture du câble.

Le câble OPGW en exploitation, doit assurer la quantité des câbles et des lignes concernées, qui sont essentiellement :

- obtenir un câble jouant le rôle d'un câble de garde standard;
- obtenir des voies de transmission à fibres optiques fonctionnant même en cas de court-circuit, de surcharge climatique ou de foudre.

3.2 - Caractéristiques techniques des fibres

Cœur et gaines optiques

Chaque fibre doit être constitué d'un cœur en verre de silice. La gaine doit être bien sellée contre le cœur et constituée également en verre de silice ou d'un matériau ayant un indice de réfraction légèrement plus bas.

Revêtement primaire

La fibre nue doit être revêtue de résine traitée aux UV pour assurer la protection contre l'abrasion pendant la fabrication ultérieure.

3.3 - Armature extérieure

le câble de garde OPGW étant destiné à être installé au sommet de pylônes métalliques, il doit résister aux courants de décharge atmosphérique et aux courants de court-circuit, sans que l'échauffement résultant de ces courants provoque une diminution des caractéristiques

optiques, électriques et mécaniques des divers éléments composant la partie de télécommunication.

La section minimale de l'armature extérieure doit supporter un courant supérieur à 15 KA pendant 0,5 secondes.

3.4 - Circuits de télécommunication

Le câble à fournir doit comprendre 24 fibres optiques monomodes réparties comme suit :

- Huit (8) fibres optiques conformes aux recommandations UIT-TG. 655
 - Seize (16) fibres optiques conformes aux recommandations UIT-TG.652
- Ces fibres doivent être optimisées pour les fenêtres 1550 nm et 1310 nm pour la fibre G652, et 1550nm et 1625 nm pour la fibre G 655.

3.5 - Tourets de livraison

Les câbles de garde OPGW doit être livrés en tourets de longueurs allant jusqu'à 3500 m ou supérieure si les caractéristiques de l'OPGW sont assurées.

Les tourets doivent être de type normalisé.

Les extrémités du câble OPGW doivent être dégagées, protégées par une matière synthétique pour éviter les infiltrations d'eau de pluie et l'humidité et fixées solidement sur les flans des tourets.

Le tronçonnage doit permettre la cohésion et la stabilité du touret au moment de sa manutention, de sa manipulation et de son déroulage.

4 – DESCRIPTIF DES ACCESSOIRES DU CABLE OPGW

Les accessoires pour câbles de garde à fibres optiques, dit OPGW (Optimal Ground Wire) concernés par cette spécification technique sont :

- A grappe de descente ;
- Amortisseur;
- Chevalet;
- Distributeurs terminaux;
- Boite de jonction EWJ;
- Ensemble de suspension;
- Ensemble d'amarrage;
- Câble composé terre optique OPGW;
- Câble d'alimentation.

4.1 - Boites de jonction

Les boites de jonctions (boites d'épissure) pour câbles OPGW doivent être installées sur les pylônes métalliques des lignes THT à une hauteur supérieure à 10 m du niveau du sol et à 15 m environ de la fixation de la phase la plus proche. La boite de jonction doit être composée d'un boîtier hermétique avec matériaux

Anticorrosion résistant aux chocs, aux infiltration d'eau de pluie et aux intempéries et équipée de cassettes d'épissurage.

La jonction des fibres doit être réalisée par fusion. Les fibres jonctionnées doivent être protégées.

Les principales caractéristiques de la boîte de jonction sont précisées au tableau V en annexe.

La continuité électrique du câble de garde doit être assurée au niveau de la boîte de jonction.

La boîte doit être fermée hermétiquement par un moyen adéquat.

4.2 - Câbles d'extrémité

Le câble de prolongement du câble OPGW entre la boîte d'épissure et le local où se situera le matériel de transmission doit avoir une âme optique de même type que celle du câble de garde et une protection contre les rongeurs.

IL doit être protégé au niveau de la descente du portique par un tube en acier galvanisé et par un tube PVC au niveau des caniveaux et être composé de :

- un noyau optique
- une gaine intérieure de polyéthylène,
- un ruban d'armure en acier ondulé ou feuillard
- une gaine extérieure.

Le câble de prolongement du câble OPGW doit avoir les caractéristiques précisées au tableau V en annexe.

4.3 - Coffrets de raccordement

Dans les locaux Télécom, les câbles à fibres optiques doivent être raccordés sur des coffrets muraux de capacité 24 fibres. Un étiquetage sera placé en face avant précisant le nom de la section des câbles, le numéro attribué à cette section et le nombre de fibres.

Le raccordement sera réalisé sur connecteur de type FC/PC.

Une longueur de réserve de 120 cm de fibres sera prévue à chaque extrémité de fibre. Cette réserve devra être protégée et rangée à l'intérieur du coffret.

L'atténuation due aux connecteurs devra être inférieure à 0,5 dB, à 1550 nm. La différence des valeurs de mesure des connecteurs à 1550 nm et à 1310 nm ne doit pas dépasser 0,10 dB.

4.4 - Accessoires de pose

Le fournisseur proposera des systèmes de suspension et d'ancrage qui devront être adaptés à l'OPGW proposé en indiquant leur référence d'utilisation sur des lignes en exploitation. Il doivent être de type préformé.

L'essai de traction effectué sur le câble équipé de système d'ancrage, doit permettre d'atteindre 90% de la charge de rupture du câble.

4.5 - Liaisons à fibres optiques

Les liaisons à fibres optiques doivent comprendre à chaque extrémité :

- 1 MIC 30 voies
- 1 Multiplexeur 4 x 2 Mbits/s
- 1 Terminal numérique de ligne optique

MIC 30 VOIES

Le Mic 30 voies demandé doit être équipé de :

- 20 voies audiofréquences 6 fils dont 2 fils de signalisation TRON et RON et 4 fils de conversation avec possibilité de passage en 2 fils;
- 10 voies de données basse vitesse programmable de 50 à 19 200 bauds.

Il devra comprendre également 10 interfaces " lignes abonnés " permettant le déport de 5 lignes abonnés téléphoniques à 2 fils réparties comme suit :

- 5 interfaces permettant le raccordement aux équipements abonnés côté autocommutateur et le traitement de la signalisation correspondante;
- 5 interfaces permettant le raccordement côté appareil téléphonique, traitement de la signalisation et génération du courant d'appel.

Les principales caractéristiques sont regroupées dans le tableau II en annexe.

Multiplexeur 4 x 2 Mbits/s

- Nombre d'affluents : 4
- Débit binaire des affluents : 2 Mbit/s.

Terminal numérique de ligne optique (TNLO)

- débit binaire : 2/8 Mbit/s (le passage de 2 à 8 Mbit/s doit se faire par simple modification de connexion sur la carte);
- capacité : de 30 à 120 voies téléphoniques (64 Kbit/s) ou équivalent;
- voies de service et de données d'exploitation intégrées;
- possibilité d'affichage d'informations locales ou distantes telles qu'alarmes ou informations d'exploitation en utilisant un micro-ordinateur de station;
- puissance suffisante pour couvrir les affaiblissements dus au fibre optique du câble OPGW, aux épissures et aux connecteurs;
- marge de sécurité dans le budget optique pour tenir des variations d'affaiblissement dues à la température et aux épissures réparation, des performances du câble du fait des facteurs d'environnement et de la dégradation des connecteurs;
- alimentation à 48 Vcc avec "+" à la masse.

Bilan de la liaison

Pour chaque liaison, il y a lieu de joindre le bilan de la liaison en précisant :

- la puissance de sortie de la source dans le fibre (puissance moyenne et puissance crête);
- les pertes totales dans les connexions des équipements émissions et réception jusqu'au câble à fibre optique;
- la pénalité de bruit de réflexion de la diode laser;
- la sensibilité de réception pour un TER = 10⁻⁹;
- la largeur de bande de fibre à -3 dB;
- la pénalité de dispersion chromatique à l'intérieur de la plage de variation de la longueur d'onde;
- les pertes dues à chaque épissure;
- l'affaiblissement linéique de la fibre par Km;
- les pertes totales en ligne.

Appareils de maintenances et de mesure

- Un jeu d'appareils de maintenance et d'exploitation permettant :
 - * la configuration des équipements proposés;
 - * l'identification des alarmes;
 - * la détection des défauts.
- Un équipement de mesure permettant :
 - * de mesurer aux longueurs d'ondes 1330 nm et 1550 nm les affaiblissements au niveau du câble OPGW, des jonctions et des connecteurs;
 - * d'éditer les résultats des mesures.

5 – CARACTERISTIQUES ASSIGNEES

Les valeurs des caractéristiques du câble OPGW sont celles indiquées aux tableau I et II en annexe.

6 – MARQUAGE

Chaque touret de câble OPGW doit être identifié par une plaque signalétique en métal, visible, fixée de manière imperméable et comportant les renseignements suivants :

- le nom du Fournisseur, de l'Usine et du pays d'origine
- le numéro du marché
- la section du câble OPGW
- la date de fabrication
- la longueur du câble
- le poids net du câble
- le poids brut du touret
- le numéro de colis

Les accessoires pour câbles OPGW doivent porter une plaque signalétique. Cette plaque doit être visible dans les positions de service et de montage normal.

Les plaques signalétiques doivent être insensibles aux intempéries et à la corrosion, fixées par des rivets sur le châssis et comportant les indications suivantes :

- Nom ou sigle du constructeur
- Marque et type
- N° de série et date de fabrication

7 – ESSAIS

Les câbles OPGW doivent satisfaire aux essais de qualification et au besoin à des essais de réception tels que définis ci-après :

7.1 – Essais de Qualification

N°	Essais de qualification	Référence CEI 60794-4.
1	Résistance à la traction	Article 9-2
2	Essai de contrainte-déformation sur les câbles métalliques	Article 9.3
3	Aptitude à l'installation	Article 9.4
4	Cycles de températures	Article 9.5
5	Court-circuit	Article 9.6
6	Essai de choc de foudre	Article 9.7
7	Vieillessement	Article 9.8
8	Hydrogène	Article 9.9
9	Vibration éoliennes	Article 9.10
10	Fluage	Article 9.11
11	Compatibilité des accessoires	Article 9.12
12	Pénétration d'eau (pour câbles remplis uniquement)	Article 9.13
13	Exsudation (pour câbles remplis uniquement)	Article 9.14
14	Graissage	Article 9.15
15	Affaiblissement	Article 9.16
16	Essai de cheminement et essai de résistance à l'érosion sur les ADSS et les OPAC	Article 9.17
17	Essai de tenue au vieillissement climatique sur les ADSS et les OPAC	Article 9.18
18	Essai de tenue aux plombs de chasse sur les ADSS et les OPAC	Article 9.19

Le mode opératoire et les sanctions des essais sont définis dans la norme CEI 60794-4.

Les essais de qualification doivent être effectués par un laboratoire officiel ou accrédité éventuellement en présence de représentants de l'ONEE-Branche Electricité ou d'un organisme mandaté par lui.

Lesdits essais doivent être sanctionnés par un ou des rapports donnant les modalités et sanctions des essais accompagnés éventuellement, d'un certificat de conformité si tous les essais sont concluants.

7.2 – Essais de réception

L'ONEE-Branche Electricité se réserve le droit de procéder subsidiairement à la vérification de la conformité des fournitures par la réalisation des essais individuels et sur prélèvement prévus par la norme de référence, qui doivent être réalisés par un laboratoire accrédité ou dans le laboratoire du fabricant en présence d'un ou de représentants de l'ONEE-Branche Electricité.

ANNEXE

Tableau I : Caractéristiques du câble de garde OPGW

Désignation	Valeurs		
	60kV	225kV	400kV
Diamètre extérieur	< 12 mm	< 16 mm	< 19,5mm
Poids	< 450 Kg/Km	< 600 Kg/Km	<880Kg/km
Charge de rupture à la traction	> 50 KN	> 70 KN	> 100 KN
Résistance électrique à 20°C	<0,5 hms/Km	<0,3 hms/Km	<0,2 hms/Km
Plage de températures	- 30° à +160C	- 30° à +160C	- 30° à +160C
Température maximale admissible	160°C	160°C	160°C
Courant de court circuit pendant 0.5s	< 15 kA	< 15 kA	< 15 kA
Coefficient thermique	< 112.5 Ka2s	< 112.5 Ka2s	< 112.5 Ka2s

Tableau II : Caractéristiques des liaisons à fibre optique

Désignation	Valeurs
Voie audio fréquence 4 fils+2fils TRON et RON	-
Impédance nominale	600 Ohms
Niveaux relatifs : - émission 4 fils - émission 4 fils	-12 à +8 dBr -14 à +8 dBr
Interface ligne abonné audio fréquence 2 fils - impédance nominale	600 Ohms
Impédance de ligne	1200 Ohms
Tension de sonnerie	70V/50Hz ou 25Hz
Niveaux relatifs : - émission 2 fils - réception 2 fils	-10 à + 6 dBr -12 à + 2 dBr
Affaiblissement d'adaptation	20 dB
Voie de données	Basse vitesse de 50 à 19200 bauds synchrones ou asynchrones
Alimentation	48 Vcc avec " + " à la masse

Tableau III : Caractéristiques de la fibre G652

Désignation	Valeurs
Diamètre du cœur à 1310 Mode field diameter	9.2±0.5µm
Diamètre du coeur à 1550 Mode field diameter	10.4±0.5 µm
Non circularité du coeur	<6 %
Diamètre de la gaine Cladding diameter	125±1µm
Non circularité de la gaine Cladding non circularity	<2%
Diamètre du revêtement protecteur Coating diameter	242±7µm
Atténuation à 1310	<0.35 dB/Km
Atténuation à 1550	<0.23 dB/Km
Dispersion chromatique entre 1285 et 1330	≤ 3.5 Ps/nm*Km
Dispersion chromatique entre 1525 et 1570	≤ 19 Ps/nm*Km
Zéro dispersion	1300-1324 nm
Longueur d'onde de coupure	≤ 1260 nm
Piber Polarization Mode Dispertion PMD	≤ 0.2 Ps/km ^{1/2}
Code couleur	CEI304
Plage thermique	-30à+70°C

Tableau IV : Caractéristiques de la fibre G655

Désignation	Valeurs
Diamètre du cœur à 1550	9.2±0.5µm
Diamètre de la gaine	125±1µm
Diamètre du revêtement primaire	245±10µm
Diamètre du revêtement protecteur	250±15µm
Non circularité du cœur	<6%
Non circularité de la gaine	<2%
Atténuation à 1550	<0.23 dB/Km
Atténuation à 1625	<0.25 dB/Km
Dispersion chromatique entre 1530 et 1565	2.0-6.0 Ps/nm*Km
Dispersion chromatique entre 1565 et 1625	4.5-11.2 Ps/nm*Km
Longueur d'onde de coupure	≤ 1480 nm
PMD	≤ 0.2 Ps/km ^{1/2}
Code couleur	CEI304
Plage thermique	-30à+70°C

Tableau V : Caractéristiques de la boîte de jonction

Désignation	Valeurs
Température d'utilisation	comprise entre -30°C, +70°C
force de traction	> 500 daN
atténuations de chaque jonction	< 0,2 dB

Tableau VI : Caractéristiques du câble de prolongement du câble OPGW

Désignation	Valeurs
température d'utilisation	comprise entre -30°C, -70°C
effort de traction	> 270 daN
rayon de courbure	200 mm
tenue à l'écrasement	450 daN/10