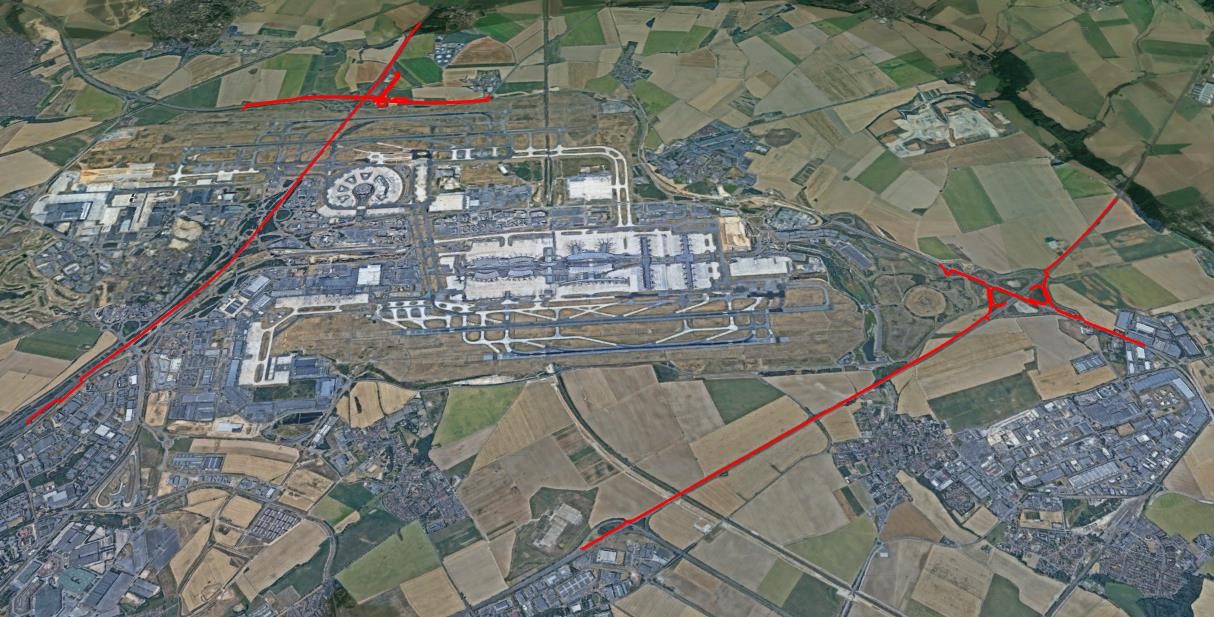
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **DIRIF** | **Réseaux SIRIUS sur le périmètre** |  |
| **RN12** | **Page 1/63** |
| CCTP – Annexe câbles |  |

**RN12**

**SIRIUS**

****

**CCTP – Annexe câbles**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **DIRIF** | **Réseaux SIRIUS sur le périmètre** |  |
| **RN12** | **Page 2/63** |
| CCTP – Annexe câbles |  |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| INDICE | DESCRIPTION | ÉTABLI(E) | CONTROLÉ(E) | APPROUVÉ(E) | DATE |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| A | Version Initiale |  |  |  | 03/02/25 |
|  | | | | | |

**MARCHE PUBLIC DE TRAVAUX**

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES**

**(CCTP)\_RN12**

|  |
| --- |
| ***Pouvoir adjudicateur exerçant la maîtrise d'ouvrage*** |
| Direction régionale et interdépartementale de l'équipement et de l’aménagement et des transports d’Île-de-France (DRIEAT IF) - Direction des routes d’Île-de-France, représentée par Madame la directrice régionale et interdépartementale de  l’équipement et de l’aménagement en vertu de l’arrêté de délégation de Monsieur le préfet de la Région Île-de-France |

|  |
| --- |
| ***Représentant du Pouvoir Adjudicateur (RPA)*** |
| Madame la Directrice Régionale et Interdépartementale de l’Équipement et de l’Aménagement et des transports d’Île-de-France par délégation du Préfet de la région d’Île-de-France, Préfet de Paris |

|  |
| --- |
| ***Objet du marché*** |
| RN12  Réalisation des réseaux et équipements SIRIUS  **Annexe câbles** |

**ANNEXE CABLES**

1. [**GENERALITES 7**](#_bookmark0)
   1. [**Interventions sur les cables 7**](#_bookmark1)
      1. [*Intervention sur le bus BT : 7*](#_bookmark2)
      2. [*Intervention sur le câble série 93 : 7*](#_bookmark3)
      3. [*Intervention sur les câbles AP Fibres optiques : 7*](#_bookmark4)
      4. [*Intervention sur les câbles SIRIUS: 7*](#_bookmark5)
   2. [**Reperages des equipements 8**](#_bookmark6)
      1. [*Généralités 8*](#_bookmark7)
      2. [*Repérage des câbles 8*](#_bookmark8)
      3. [*Relevés topographiques 8*](#_bookmark9)
      4. [*Dispositif de localisation 8*](#_bookmark10)
2. [**CARACTERISTIQUES DES CABLES 10**](#_bookmark11)
   1. [**Cable de type fibres optiques 10**](#_bookmark12)
      1. [*Constitution du câble 10*](#_bookmark13)
      2. [*Caractéristiques dimensionnelles du câble 14*](#_bookmark14)
      3. [*Caractéristiques mécaniques du câble 15*](#_bookmark15)
      4. [*Performances optiques et de transmission 18*](#_bookmark17)
      5. [*Caractéristiques d'environnement 19*](#_bookmark18)
      6. [*Présentation du câble 20*](#_bookmark19)
      7. [*Caractéristiques des boîtes de raccordement optiques 22*](#_bookmark20)
      8. [*Caractéristiques des têtes de câbles optiques 26*](#_bookmark21)
      9. [*Mises à la terre des câbles 29*](#_bookmark22)
   2. [**Cable de type telephonie general 31**](#_bookmark23)
      1. [*Généralités 31*](#_bookmark24)
      2. [*Normes de référence 31*](#_bookmark25)
      3. [*Nature des conducteurs 31*](#_bookmark26)
      4. [*Isolation des conducteurs 32*](#_bookmark27)
      5. [*Constitution de l'âme des câbles 32*](#_bookmark28)
      6. [*Revêtement de l'âme des câbles 34*](#_bookmark29)
      7. [*Remplissage des câbles 35*](#_bookmark30)
      8. [*Gaine intermédiaire 35*](#_bookmark31)
      9. [*Armure et gaine extérieure 36*](#_bookmark32)
      10. [*Marquages des câbles 37*](#_bookmark33)
      11. [*Intégrité des gaines 37*](#_bookmark34)
      12. [*Résistance à la traction et allongement à la rupture 38*](#_bookmark35)
      13. [*Vérification de l'étanchéité du câble terminé 38*](#_bookmark36)
      14. [*Résistance d'isolement entre écran aluminium et armure acier 38*](#_bookmark37)
      15. [*Caractéristiques électriques basses fréquences 38*](#_bookmark38)
      16. [*Caractéristiques pour utilisation en régime numérique 41*](#_bookmark39)
      17. [*Conditions particulières de livraison des câbles 41*](#_bookmark40)
      18. [*Boîte de raccordement des circuits métalliques 42*](#_bookmark41)
      19. [*Principe de raccordement en ligne des câbles téléphoniques 44*](#_bookmark42)
      20. [*Caractéristiques des têtes de câbles 45*](#_bookmark43)
      21. [*Mise à la terre des écrans et armures métalliques et dispositions particulières 47*](#_bookmark44)
   3. [Cable de type distribution basse tension (bus B.T.) 48](#_bookmark45)
      1. [*Caractéristiques du câble utilisé pour le bus B.T. 48*](#_bookmark46)
      2. [*Caractéristiques du câble utilisé entre le bus B.T. et les équipements 49*](#_bookmark47)
      3. [*Mise en œuvre des câbles B.T.* *49*](#_bookmark48)
      4. [*Boîtes de jonction ou de dérivation 49*](#_bookmark49)
      5. [*Raccordement de l'armure métallique des câbles à la terre 49*](#_bookmark50)
   4. [Cables de type Haute Tension 5.5kV 50](#_bookmark51)
      1. [*Caractéristiques des câbles HT Sirius 50*](#_bookmark52)
      2. [*Boîte de jonction haute tension 51*](#_bookmark53)
   5. [Cables de type Basse Tension U1000 RVFV 52](#_bookmark54)
      1. [*Caractéristiques des câbles BT 52*](#_bookmark55)
   6. [Boite de raccordement basse tension 53](#_bookmark56)
   7. [Cables de type coaxial 54](#_bookmark57)
      1. [*Caractéristiques des câbles : 54*](#_bookmark58)
   8. [Boite de raccordement cable coxial 55](#_bookmark59)
      1. [*Caractéristiques des boites 55*](#_bookmark60)
      2. [*Continuité des circuits 55*](#_bookmark61)
      3. [*Continuité de l’armure acier* *55*](#_bookmark62)
   9. [Cable de type Cuivre nu 56](#_bookmark63)
   10. [Mesures sur les cables 57](#_bookmark64)
       1. [*Généralités 57*](#_bookmark65)
       2. [*Essais en usine 57*](#_bookmark66)
       3. [*Mesures à réaliser après pose et avant raccordement 57*](#_bookmark67)
       4. [*Mesures à réaliser après raccordements 59*](#_bookmark68)
   11. [Extremite des cables 60](#_bookmark69)
       1. [*Pénétration des câbles dans le cuvelage des locaux techniques 60*](#_bookmark70)
       2. [*Installation des têtes de câbles 60*](#_bookmark71)
   12. [**Repartiteurs 61**](#_bookmark72)
       1. [*Dispositions projetées 61*](#_bookmark73)
       2. [*Gestion des répartiteurs 61*](#_bookmark74)
       3. [*Répartiteur téléphonique 61*](#_bookmark75)
       4. [*Répartiteur vidéo 62*](#_bookmark76)
       5. [*Câblages internes aux locaux 63*](#_bookmark77)

# GENERALITES

* 1. **INTERVENTIONS SUR LES CABLES**

Toute intervention sur les câbles devra se faire hors tension, pour la sécurité des intervenants et du matériel, avec le minimum d’équipements mis hors service.

## Intervention sur le bus BT :

Afin de mettre hors service le minimum d’équipements dynamiques, les coffrets de couplage des bus BT devront être utilisés en conséquence.

## Intervention sur le câble série 93 :

La tête de câble devra être retirée, le temps des travaux de raccordement ou de suppression d’un équipement.

## Intervention sur les câbles AP Fibres optiques :

Les interventions sur le câble à fibres optiques et/ou les matériels raccordés nécessitent également des consignations liées aux risques encourus par le personnel (émission de laser).

## Intervention sur les câbles SIRIUS:

Les opérations du ressort de l’exploitant consistent uniquement à consigner les câbles de distribution énergie HT et BT.

* Câbles BT : couper le disjoncteur correspondant dans l’armoire énergie du site technique (consulter le schéma unifilaire).
* Câbles HT : consigner le câble aux deux extrémités par le jeu des interrupteurs, des mises à la terre et des verrouillages.
  1. **REPERAGES DES EQUIPEMENTS**

## Généralités

Tous les équipements doivent être repérés par étiquetage, qu’il s’agisse de câbles ou de boîtes de raccordement. Les codes de repérage des câbles devront tenir compte des codes précisément reportés dans la documentation.

Tout équipement, existant et à créer, devra être identifié par son tatouage ou son code CRT au tout début de la phase d’exécution. Les tatouages d’équipements existants ne seront pas conservés dans le cadre d’un déplacement ou d’un remplacement de matériel.

Les tatouages des équipements créés et/ou déplacés, objet du présent projet, seront déterminés par la DiRIF sur la base des plans d’implantation que le Titulaire établira dans le cadre de ses études d’exécution.

## Repérage des câbles

Tous les câbles seront repérés par étiquetage imperdable et indélébile à chaque extrémité. Le code de repérage sera soumis à l’approbation du Maître d’œuvre et reporté sur tous les plans et schémas.

Les câbles de connexion seront repérés par manchons indélébiles, protégés par gaine thermorétractable transparente, et porteront le numéro du câble lui-même, ainsi que le numéro de repérage des connecteurs auxquels ils seront raccordés. Les modalités de repérage des câbles devront être conformes à la Spécification G1 de la DiRIF.

## Relevés topographiques

Tout équipement fera l'objet d'un relevé topographique à la charge de l’Entrepreneur. Ce relevé sera exécuté par un géomètre avant remblaiement des fouilles, pour les équipements enterrés. Les données topographiques seront fournies en plan dans le repère Lambert en altitude par rapport au NGF selon le système géodésique RGF93 zone CC49 (Paris).

L’exactitude de ces données sera vérifiée par le Maître d’œuvre.

Les équipements longitudinaux tels que les câbles ou canalisations seront relevés tous les 10 mètres et à chaque changement de direction.

Ces relevés seront fournis au Maître d’œuvre sous forme de bordereau à raison d'un bordereau par axe en indiquant le type et l'identifiant de chaque équipement.

Chaque point ayant fait l'objet d'un relevé sera reporté sur les plans.

## Dispositif de localisation

Chaque chambre et boite enterrée sera pourvue d’un dispositif de géolocalisation par marquage électronique passif à radiofréquence.

Les marqueurs auront les principales caractéristiques suivantes :

* De couleur rouge et de fréquence 169,8 KHz pour les canalisations de type électrique.
* De couleur orange et de fréquence 101,4 KHz pour les canalisations de type transmission.
* Portée de lecture jusqu’à 1.8m.
* Durée de vie : 50 ans.
* Température de fonctionnement : -20°C à +60°C.

Chaque marqueur sera solidement attaché à son équipement par un collier de serrage en nylon par crantage intérieur.

Chaque chambre intégrera un marqueur rouge pour les canalisations de type électrique.

# CARACTERISTIQUES DES CABLES

* 1. **CABLE DE TYPE FIBRES OPTIQUES**

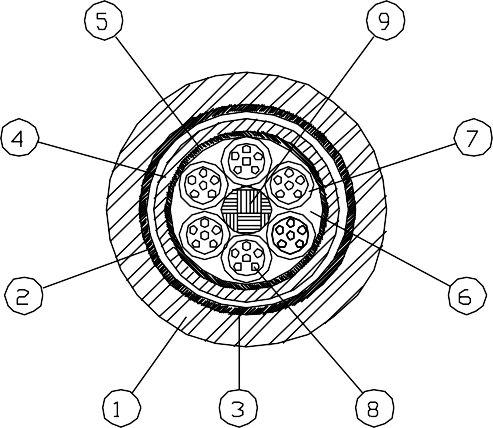
## Constitution du câble

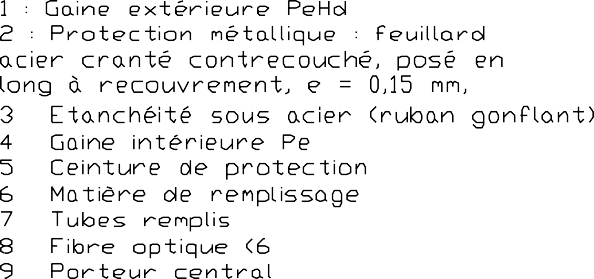
#### *Objet*

Le présent paragraphe, fixe les caractéristiques structurelles, fonctionnelles et techniques auxquelles devront satisfaire les câbles enterrables à 72 fibres optiques unimodales (type SIRIUS Ouest). Ces câbles (voir tableau ci-dessous) constituent l'artère principale nécessaire au fonctionnement du réseau de transport.

*Fig. 1. Coupe du câble*



**



Les présentes prescriptions ont été établie sur les bases de la norme NF C 93-852 "Spécifications produit de câble interurbain ou urbain inter-centraux à fibres optiques unimodales". Elles précisent néanmoins certains paramètres définis dans la norme ou complète celle-ci. Elles constituent donc les spécifications particulières au sens de la NF C 93-852.

#### *Documents de référence*

Recommandation UIT-T G.652 "Caractéristiques des câbles à fibres optiques monomodes". Norme NF EN 60068-1 "Essais d'environnement - Partie 1 - Généralités et guide".

Norme internationale CEI 793-1 "Fibres optiques - spécification générique".

Norme internationale CEI 794-1 "Câbles à fibres optiques - spécification générique". NF C 93-840 "Spécification générique pour fibres optiques".

NF C 93-850 "Spécification générique pour câbles à fibres optiques".

UTE C 93-526 "Câbles à isolation polyoléfine et gaine polyoléfine pour réseaux locaux de télécommunications".

UTE C 32-024 (NF EN 60811-1-1) "Conducteurs et câbles isolés pour installations - Guide pour la détermination des propriétés mécaniques des matériaux d'isolation et de gainage".

NF C 32-050 "Conducteurs et câbles comportant un revêtement métallique".

NF C 32-060 "Polyéthylène pour enveloppes isolantes et gaines de câbles de Matières premières, conditions de mise en œuvre et caractéristiques des éléments du câble

#### *Matières premières, conditions de mise en œuvre et caractéristiques des éléments* du câble

D'une manière générale, les matières premières et les conditions de mise en œuvre qui ne seraient pas prévues dans les présentes conditions techniques, lesquelles prévalent, seront conformes aux normes et règles en vigueur.

Les caractéristiques des éléments du câble doivent être compatibles avec les boîtes de raccordement et les dispositifs de raccordement et d'épanouissement des fibres.

#### *Fibres optiques*

Les fibres optiques utilisées dans le câble devront répondre aux conditions techniques relatives aux fibres optiques monomodes de la dernière version de l'avis G652 de l'UIT-T. Dans le cas où des caractéristiques plus contraignantes sont fixées dans le présent document, celles-ci prévalent. Les principales caractéristiques que devront présenter les fibres optiques, sont données dans le tableau ci-après :

*Fig. 2. Caractéristiques des fibres optiques*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ESSAIS ET MESURES | MODALITES | VALEURS IMPOSEES |
| Dimensions   *  champ de mode *  gaine *  revêtement Erreur de concentricité * champ de mode/gaine * gaine/revêtement * non circularité de la gaine optique * non circularité du revêtement | méthode des champs   1310 nm champs proches  transmis | 9,2  0,6 m (\*)  125  2 m  245  10 m   1 m   12,5 m   2 %   6 % |
| Longueur d’onde de coupure | méthode de la puissance transmise | 1150 c 1280 nm (\*) |
| Affaiblissement linéique   * 1285 nm  1330 nm *  = 1550 nm | coupure à l’entrée |  0,38 dB/km (\*)   0,22 dB/km (\*) |
| Régularité de la caractéristique de transmission | rétrodiffusion à 1550 nm | 0,1 dB |
| Dispersion chromatique   * 1285 nm  1330 nm *  = 1550 nm * longueur d’onde de dispersion nulle * pente de la dispersion 0 | domaine fréquentiel ou temporel |  3,5 ps/(nm.km) (\*)   19 ps/(nm.km) (\*) 1300 0 1320 (\*)   0,092 ps/(nm².km) |
| Dispersion de mode de polarisation   = 1550 nm |  |  0,1 ps / km (\*) |

(\*) : Tolérances améliorées ou précisées par rapport à la recommandation G.652 UIT-T.

#### *Module optique*

Le module optique sera uniquement de type tube. La nature, la géométrie et le dimensionnement des éléments constitutifs du module doivent être tels, que pour un bon positionnement des fibres (surlongueur), celles-ci ne subissent ni contrainte mécanique, ni modification de leurs caractéristiques optiques, hors des tolérances admises, lors des essais mécaniques, thermiques et de mise en œuvre, spécifiés dans le présent document.

Le module sera un tube en matériau synthétique extrudé (diamètre extérieur inférieur ou égal à 2,6 mm) conforme à la NF C 93-857 contenant 6 fibres optiques. Le module sera rempli d'un produit assurant l'étanchéité longitudinale.

#### *Ame optique*

La structure de l'âme optique et la nature des matériaux mis en œuvre devront permettre au câble de satisfaire aux caractéristiques fonctionnelles et aux essais définis dans le présent document.

L'âme optique sera obtenue par l'assemblage de six tubes en hélice ou en SZ, autour d'un renfort central non métallique conforme à la NF C 93-858, de diamètre nominal inférieur ou égal à 3 mm. L'âme optique sera remplie d'un produit assurant l'étanchéité longitudinale.

#### *Matières d'étanchéité*

Les matières d'étanchéité utilisées devront être compatibles :

* Avec les matériaux constitutifs du câble (tubes, gaines, rubans) ;
* Avec la fibre et son revêtement ;
* Avec la fibre à revêtement coloré.

Les matières d'étanchéité ne devront contenir aucun agent tensioactif, ni agent de structure, même à très faible concentration, qui ne vérifierait pas les trois conditions suivantes :

* Parfaite solubilité dans l'huile de base ;
* Caractère hydrophobe très marqué ;
* Agressivité nulle vis à vis des éléments constitutifs du câble.

L'étanchéité longitudinale à l'intérieur de chaque tube sera assurée par une matière d'étanchéité conforme UTE C 93-526, à l'exception de son point de goutte qui devra être supérieur à 80°C. La matière d'étanchéité utilisée entre les tubes devra être conforme à la norme NF C 93-526, à l'exception de son point de goutte qui devra être supérieur à 80°C.

Les matières d'étanchéité non homologuées ou non autorisées d'emploi par le CNET, ne devront en aucun cas être utilisées dans la fabrication du câble.

#### *Repérage des tubes et des fibres optiques*

#### *Normalisation*

D'une manière générale, les repérages devront être conformes à la publication CEI 304 sauf si des dispositions contraires sont fixées ci-après.

#### *Repérage des tubes*

Les tubes devront être repérés par coloration individuelle. Les couleurs utilisées pour le repérage devront être les suivantes :

Tube 1 : rouge. Tube 2 : bleue. Tube 3 : verte. Tube 4 : jaune. Tube 5 : violette.

Tube 6 : blanche ou incolore.

#### *Repérage des fibres optiques*

Les fibres devront être repérées par coloration. Les couleurs utilisées pour le repérage devront être les suivantes :

Fibre 1 : rouge. Fibre 2 : bleue. Fibre 3 : verte. Fibre 4 : jaune. Fibre 5 : violette. Fibre 6 : incolore.

#### *Qualité des repérages*

La coloration des fibres, des tubes et des filins, devra être stable, compatible avec les autres matériaux constitutifs du module et avec le revêtement des fibres. Elle ne devra pas altérer les caractéristiques de transmission des fibres optiques.

Les couleurs des fibres devront être de nuances les plus contrastées et permettre une injection et une détection de lumière, localement au niveau de la gaine, pour l'optimisation des raccordements fibre à fibre. La coloration devra être compatible avec les produits de remplissage.

#### *Protections*

#### *Protection de l'âme optique*

L'âme optique devra être protégée par un ou plusieurs revêtements synthétiques dont l'un au moins sera constitué d'une gaine en matériau thermoplastique extrudé d'épaisseur minimale 0,5 mm dont l'ouverture sera facilitée par un filin de déchirement.

Le matériau polyéthylène devra être conforme à la norme NF C 32-060 types GI.1 et GI.2 (basse ou moyenne densité).

#### *Etanchéité entre la gaine intérieure et l'enveloppe métallique*

Le câble devra résister à la traction lorsque l'effort est appliqué sur sa périphérie (cf : [Déroulement](#_bookmark16) [de l'essai](#_bookmark16)). L'étanchéité longitudinale du câble à ce niveau sera assurée par un produit non lubrifiant (ruban gonflant par exemple). Ce produit devra être compatible avec les éléments du câble en contact avec lui.

#### *Enveloppe métallique*

Pour contribuer à la tenue mécanique, à la résistance aux agressions extérieures que subit le câble durant sa pose et en service, et à l'étanchéité radiale de la structure, une protection mécanique sera réalisée. Elle sera constituée d'un ruban d'acier annelé transversalement

d'épaisseur nominale supérieure ou égale à 0,15 mm. Ce ruban sera posé en long avec recouvrement des deux bords supérieur ou égal à 4 mm, contrecouché sur ses deux faces de copolymère. Il sera collé sur lui-même et à la gaine extérieure.

#### *Gaine extérieure*

La gaine extérieure devra être constituée par une couche de polyéthylène haute densité de couleur noire contenant 2 à 3% de noir de carbone, répondant à la norme NF C 32-060 type GE3. Son épaisseur nominale devra être de 2 mm. En aucun point son épaisseur ne devra être inférieure à 1,6 mm. Le diamètre sur gaine ne devra pas excéder 18 mm. L’intégrité de la gaine devra être vérifiée de manière continue par un essai de rigidité diélectrique, pendant la fabrication. La gaine devra supporter sans claquage l’application au "Sparker" d’une tension alternative d'au moins 8 kV à 50 Hz ou 12 kV en courant continu.

## Caractéristiques dimensionnelles du câble

#### *Mesures des dimensions extérieures*

#### *Equipement soumis à l'essai*

Un échantillon de quelques centimètres de longueur en trois endroits distants d’un mètre au moins, devra être prélevé.

#### *Procédure d'essai*

Les mesures concernant le diamètre extérieur du câble, devront être effectuées suivant le paragraphe 8.3.2 de la norme NF C 32-024.

#### *Sanction*

L'ovalisation doit être inférieure à dix pour cent. Le diamètre extérieur ne doit pas excéder 18 mm.

#### *Mesures de l'épaisseur de la gaine extérieure*

#### *Equipement soumis à l'essai*

Trois échantillons sont prélevés et préparés suivant le paragraphe 23 de la norme NF C 32-050.

#### *Procédure d'essai*

La vérification de l'épaisseur de la gaine extérieure du câble est effectuée conformément au paragraphe 23 de la norme NF C 32-050.

#### *Sanction*

La moyenne des 21 valeurs obtenues sur les trois éprouvettes doit être supérieure ou égale à 2 mm. L'épaisseur relevée en un point doit strictement être supérieur à 1,6 mm.

## Caractéristiques mécaniques du câble

#### *Résistance à la traction*

#### *Objet*

L'essai aura pour but de vérifier que la résistance à la traction du câble satisfait aux conditions requises pour la pose de ce type de câble.

#### *Déroulement de l'essai*

L'essai devra être effectué conformément à la norme UTE C 93-854U, partie 3, qui est une modification de l'essai défini dans la norme NF C 93-850-E1 (Annexe C).

Il devra être réalisé avec les précisions complémentaires suivantes :

* + - Echantillon soumis à l'essai :
      * l'essai est effectué sur une longueur de câble supérieure ou égale à 150 m.
    - Procédure d'essai :
      * L’appareillage devra comprendre des dispositifs de mesure de l'allongement du câble et de l'allongement des fibres ;
      * Le diamètre des tambours de blocage devra être supérieur à 300 mm ;
      * Le blocage du câble à l'une de ses extrémités sur le banc de traction, pourra se faire par l'intermédiaire d'une chaussette de tirage ;
      * Un effort de traction croissant devra être appliqué au moyen d'un dispositif approprié se déplaçant à une vitesse inférieure ou égale à 10 mm/minute. L'effort devra être maintenu constant pendant un palier de 10 minutes pour chacune des valeurs, T1 = 120 daN, T2 = 160 daN, T3 = 200 daN.
    - Au cours de l'essai, les mesures suivantes seront effectuées en continu :
      * Charge appliquée (précision 3%) ;
      * Allongement du câble, mesuré sur la gaine (précision 0,01%) ;
      * Allongement des fibres
      * Affaiblissement des fibres à 1550 nm.

En particulier seront notées, les valeurs de l'affaiblissement linéique qui correspondent aux efforts de traction T1, T2 et T3 (T3 correspond à l'effort à ne pas dépasser lors des opérations de tirage en conduite). Si les résultats ne sont pas conformes aux valeurs requises, un contrôle de l'affaiblissement au niveau des mandrins sera effectué par réflectométrie.

#### *Sanction*

Les variations de l'affaiblissement linéique qui correspond aux efforts de traction T1, T2 et T3 doivent être respectivement inférieures ou égales pour des mesures effectuées à 1550 nm à :

* + - 0,6 dB/km pour T1 ;
    - 1,2 dB/km pour T2 ;
    - 2 dB/km pour T3.

L'allongement du câble à T1 ne devra pas excéder la valeur de la sur-longueur de la fibre dans le câble. Entre T1 et T3, le câble ne devra pas s'allonger de plus de 0,15%. Après relâchement de l'effort de traction, l'affaiblissement et la longueur du câble en essai, doivent revenir à leurs valeurs initiales (pas de rémanence de la structure).

#### *Résistance à l'écrasement*

#### *Objet*

L'essai aura pour but de déterminer l'aptitude du câble à résister à l'écrasement.

#### *Déroulement de l'essai*

L'essai devra être effectué conformément à la norme NF C 93-850-E3. Il sera réalisé avec les précisions complémentaires suivantes :

* + - Echantillon soumis à l'essai : l'essai devra être effectué sur un échantillon de 20 mètres de longueur environ, dont toutes les fibres seront raccordées en série par soudure ou par collage.
    - Procédure d'essai : l'essai consistera à appliquer une force d'écrasement dans la zone médiane de l'échantillon de câble entre deux plaques planes en acier, une fixe et une mobile, de sorte que la force soit répartie uniformément sur une longueur de génératrice de 100 mm (cf. figure 2 de la NF C 93-850).
    - L'intensité de la force d'écrasement devra être augmentée à partir de zéro (état initial), par paliers de 10 daN appliqués pendant une minute, jusqu'à un maximum de 450 daN maintenus pendant 15 minutes. Puis la force devra être supprimée. Cet essai est renouvelé cinq fois, sur la même génératrice, en déplaçant chaque fois le câble de 10 cm, dans la zone médiane.

Au cours de l'essai, les mesures suivantes sont effectuées :

* + - Force appliquée, en daN par cm de génératrice ;
    - En continu, la variation d'affaiblissement des fibres, par la méthode des pertes d'insertion, à la longueur d'onde de 1550 nm ; celle-ci devra également être mesurée 15 minutes après la suppression de la force d'écrasement.

#### *Sanction*

La variation d'affaiblissement totale (sur les 36 fibres en série) devra rester inférieure ou égale à 0,1 dB pendant toute la durée d'application de la force d'écrasement et être réversible après la suppression de cette force.

#### *Courbure statique*

#### *Objet*

L'objet de cet essai est de vérifier que la courbure du câble n'entraîne ni dégradation de sa structure, ni augmentation de son affaiblissement.

#### *Préparation de l'échantillon*

La longueur minimale de l'échantillon devra être d'environ vingt mètres. La courbure est appliquée dans la zone centrale de l'échantillon.

Les extrémités du câble sont préparées de façon à permettre le contrôle de la variation d'affaiblissement des fibres (raccordées entre elles) pendant la durée de l'essai.

#### *Appareillage*

Le matériel de mesure de la variation d'affaiblissement devra être conforme à la méthode

NF C 93-840-C1B "méthode des pertes d'insertion" figure 21. La puissance optique transmise, à la longueur d'onde de 1550 nm, est mesurée pendant toute la durée de l'essai.

#### *Conditions d'essais*

L'essai devra être effectué dans les conditions atmosphériques normales selon le paragraphe 5.3 de la norme NF EN 60068-1.

#### *Procédure*

L'échantillon est cintré autour d'un mandrin sur 180° (pliage en U). Une tension suffisante devra être appliquée pour s'assurer que l'échantillon épouse le mandrin. Il devra ensuite être déroulé, redressé, puis à nouveau cintré après lui avoir préalablement fait subir une rotation de 180°, de façon que la fibre comprimée dans le premier cas, devienne la fibre tendue dans le second cas, puis déroulé et redressé.

Cet ensemble d'opérations constitue un cycle. Le nombre de cycles est fixé à cinq et le diamètre du mandrin d'essai à 400 mm.

#### *Sanction*

La gaine du câble ne doit pas révéler de fissure ou de signe de pliure visible à l’œil nu lors d’un examen de l’échantillon encore enroulé sur mandrin.

Pendant et après la durée de l’essai, la puissance optique transmise ne doit pas varier (la précision de la mesure de la variation doit être meilleure que 0,1 dB).

#### *Courbure dynamique*

Le rayon de courbure dynamique minimum à respecter lors des opérations de pose du câble est de 300 mm.

#### *Résistance aux chocs*

La résistance aux chocs du câble est vérifiée suivant la méthode NF C 93-850-E4 avec les précisions complémentaires suivantes :

* Le rayon appelé R est égal à 10 mm ;
* L'énergie initiale est de 10 J ;
* Un choc à trois endroits différents sur le câble espacés d'au moins 500 mm ;
* Il ne doit pas être constaté visuellement de rupture de la gaine extérieure.
* Il ne doit pas y avoir de rupture de fibre ;

#### *Tenue au cisaillement*

La tenue au cisaillement du câble est vérifiée suivant la méthode NF C 93-850-E12, méthode A, avec les précisions complémentaires suivantes :

* Un outil tranchant tel que décrit sur la figure 12 de la NF C 93-850 devra être utilisé ; l'angle des deux faces se rejoignant est de 60° et le rayon de courbure de 0,125 mm.
* Il ne doit pas être constaté visuellement de fissure de la gaine extérieure et la continuité optique devra être maintenue ;
* La force appliquée doit être de 200 N.

## Performances optiques et de transmission

Les fibres optiques devront présenter des caractéristiques conformes à celles spécifiées au paragraphe « Fibres optiques, Caractéristiques des fibres optiques ».

Les opérations de fabrication du câble ne devront pas dégrader ces caractéristiques ; la dispersion de mode de polarisation des fibres, après câblage, devra rester inférieure à 0,5 ps /  km.

Les appareillages et les conditions de mesure des caractéristiques optiques et de transmission seront conformes à la NF C 93-840.

#### *Affaiblissement linéique*

L'essai aura pour but de vérifier que les opérations de fabrication du câble n'ont pas dégradé les caractéristiques des fibres. Les méthodes d'essai sont les suivantes :

* + NF C 93-840-C1A "méthode de la fibre coupée" (méthode de référence) ;
  + NF C 93-840-C1C "méthode de rétrodiffusion" (méthode alternative).
  + Les mesures sont effectuées sur longueurs standard de livraison.
  + Les valeurs de l'affaiblissement linéique aux longueurs d'onde de 1300 et 1550 nm, devront donc être conformes à celles stipulées dans le tableau Caractéristiques des fibres optiques du présent CCTP.

#### *Homogénéité et contrôle d'affaiblissement*

L'homogénéité de l'affaiblissement devra être contrôlé suivant la méthode NF C 93-840-C1C. Par fibre et par longueur de fabrication unitaire standard de 2400 m, un défaut inférieur ou égal à

0,1 dB (demi somme algébrique du défaut dans les deux sens de transmission) est accepté. Aucune coupure ni aucune réparation n'est tolérée.

## Caractéristiques d'environnement

#### *Cycles thermiques*

#### *Objet*

L'essai consiste à mesurer les variations d'affaiblissement des fibres au cours des cycles de températures au moyen d'appareils de mesure d'affaiblissement par insertion, stabilisés.

#### *Déroulement de l'essai*

L'essai devra être effectué suivant la norme NF C 93-850-F1 conformément à la révision pour alignement sur la CEI 794-1 amendement 2, avec TA = -30°C, TB = 60°C, et T1 = 180 minutes. Il devra être réalisé avec les précisions supplémentaires suivantes :

* Echantillon soumis à l'essai : l'essai devra être effectué sur un échantillon de câble de longueur supérieure ou égale à 2000 mètres. Celui-ci sera enroulé sur un tambour rétractable de diamètre supérieur ou égal à 2 mètres, pour relâcher les tensions d'enroulement et de retrait thermique.
* Procédure d'essai : chacune des fibres est branchée à une extrémité à un émetteur laser et à l'autre extrémité à un radiomètre étalonné pour la longueur d'onde utilisée. Après stabilisation des conditions de mesure, l'échantillon est soumis à deux cycles thermiques consécutifs, conformes à la figure 1 de la NF C 93-852 (chaque palier dure un nombre entier d'heures). La vitesse de variation de la température dépendant de la chambre utilisée, les pentes du diagramme ne sont pas contractuelles, mais la durée totale d'un cycle n'excédera pas 48 heures. La température de la chambre climatique devra être régulée à  2% et permettre d'atteindre facilement les valeurs extrêmes de -30° et + 60°.

Au cours de l'essai les mesures suivantes devront être effectuées :

* Relevé permanent de la température, par thermocouple, au niveau de la gaine du câble ;
* Toutes les 5 minutes au moins, relevé de la puissance reçue mesurée par les radiomètres.

#### *Sanction*

La variation de l'affaiblissement, par rapport à sa valeur de 20°C, aux longueurs d'onde de 1300 et 1550 nm et pour chacune des fibres du câble, doit être réversible entre - 30°C et + 60°C et être inférieure ou égale à 0,1 dB/km dans la même plage de température.

#### *Etanchéité longitudinale*

#### *Objet*

L'essai a pour but de vérifier l'aptitude du câble à résister à la pénétration d'eau.

#### *Déroulement de l'essai*

L'essai est effectué conformément à la norme NF C 93-526, paragraphe 20-2. Il sera réalisé avec les précisions complémentaires suivantes :

* Echantillon soumis à l'essai : sur la longueur du câble "tête de série", on coupe, sans précaution particulière, un échantillon de câble d'une longueur de 4 m.
* L'échantillon est ensuite enroulé sur un mandrin dont le diamètre est égal à 15 fois le diamètre maximum sur gaine. L'échantillon est ensuite déroulé, redressé et enroulé à

nouveau de façon à ce que la fibre comprimée dans le premier cas devienne la fibre tendue dans le second cas, en faisant subir une rotation de 180° à l'échantillon. Il est ensuite déroulé et redressé. Ce cycle d'opérations est exécuté deux fois. Un prélèvement de trois mètres de câble est ensuite réalisé au milieu de l'échantillon. Celui-ci sera disposé horizontalement et soumis, à une extrémité, à la pression constante d'une colonne d'eau d’un mètre. Lors de la présentation du câble "tête de série", dix échantillons seront soumis à l'essai.

* Procédure d'essai : l'essai sera effectué à température ambiante pendant 168 heures. L'eau utilisée pourra être colorée à condition que le colorant ne modifie pas sa viscosité de façon sensible.

#### *Sanction*

Au moins neuf des dix échantillons ne devront pas présenter de fuite après 168 heures d'essai. Un échantillon, au plus, peut présenter une fuite (apparition de gouttelettes à l'extrémité libre de l'échantillon). Cette dernière ne devra pas apparaître moins de quatre heures après le début de l'essai. Si, sur cet échantillon, une fuite apparaît moins de quatre heures après le début de l'essai, un deuxième échantillon, prélevé sur le même touret et ayant subi la même préparation que précédemment est soumis à l'essai. Il ne devra pas apparaître de fuite moins de 24 heures après le début de l'essai.

#### *Intégrité de la gaine extérieure*

#### *Objet*

En plus des essais susvisés du présent document, un essai du câble "tête de série" sur touret, sera réalisé de manière à s'assurer de la parfaite intégrité de la gaine extérieure.

#### *Déroulement de l'essai*

Le touret de câble (2400 m) présenté sera entièrement immergé pendant au moins 48 heures dans l'eau avant essai, à l'exception de ses deux extrémités. L'une d'elles présentera une longueur suffisante pour effectuer (touret toujours immergé) un essai de rigidité diélectrique sous une tension alternative d'au moins 6 kV efficace à 50 Hz ou 9 kV en courant continu, pendant une minute entre l'enveloppe métallique et l'eau.

#### *Sanction*

La gaine devra supporter cet essai sans claquage.

## Présentation du câble

#### *Longueurs de livraison*

Les câbles seront livrés en longueur de 2400 mètres sur tourets ; 2400 mètres restant dans tous les cas la longueur maximale. Ces longueurs devront présenter les excédents nécessaires aux mesures et l'accès aux mesures par le bout intérieur sera possible.

#### *Marquage du câble*

La gaine extérieure du câble comportera un marquage respectant les conditions suivantes :

* Réalisé en relief ou par tout autre procédé (impression d'encre indélébile etc.) préservant l'intégrité du matériau de gainage ;
* Composé de caractères dont les dimensions, devront être conformes au paragraphe 15.2 et à l'annexe D de la norme NF C 93-526 ;
* Présentant une résistance aux frottements et à l'environnement compatible avec les conditions de pose du câble.

#### *Marquage d'identification*

Conformément au paragraphe 15.2.1 de la norme NF C 93-526, tous les mètres, les câbles devront comporter sur une génératrice une séquence d'identification du produit comprenant :

* Le sigle du constructeur ;
* Le numéro de semaine de fabrication (2 chiffres) ;
* L'année de fabrication (2 derniers chiffres) ;
* Le type de produit ;
* Le nombre de fibres et les sigles "FO", "UNI" et "ENT"
* Le sigle qui sera confirmé par le maître d'œuvre lors des études d'exécution.

#### *Marquage métrique*

La longueur sera marquée sur le câble, tous les mètres.

Conformément au paragraphe 15.2.2 de la NF C 93-526, tous les mètres, la précision de la longueur sera de  1% ; la longueur à prendre en compte sera l'indication donnée par le compteur machine.

#### *Conditionnement*

#### *Présentation des extrémités*

Les essais usine terminés, et sous réserve qu'ils soient concluants, les extrémités du câble devront être obturées par des capuchons thermorétractables adhérant parfaitement sur la gaine extérieure. Le bout intérieur des câbles livrés devra être accessible pour les mesures optiques. Chaque longueur de câble livré devra donc être accompagnée de deux clous de tirage non montés et de la notice de mise en œuvre.

#### *Tourets*

Les tourets présenteront des caractéristiques dimensionnelles appropriées au type et à la longueur du câble. Dans tous les cas le diamètre du tambour du touret devra être supérieur ou égal à

80 cm.

#### *Trancanage*

Le trancanage devra être bien régulier : spires jointives sans chevauchement.

#### *Protections thermique et mécanique des câbles sur tourets*

Le câble sur touret sera protégé par un matelas thermique placé sur les spires extérieures. La protection thermique sera au moins équivalente à celle qui est apportée par une feuille d'aluminium recouverte de 10 mm de polyéthylène cellulaire.

Il sera également protégé mécaniquement par un lattis de bois posé sur le matelas thermique, ou tout autre procédé analogue.

## Caractéristiques des boîtes de raccordement optiques

#### *Généralités*

Le présent paragraphe traite des caractéristiques fonctionnelles et techniques des boîtes de raccordement optiques et des systèmes de rangement des fibres optiques.

Ces boîtes de raccordement optique enterrables, assureront les jonctions entre câbles et la protection des raccordements optiques (jonction et dérivation).

Lorsque la boîte de raccordement est réalisée en pleine terre ; aucun love de câble ne devra être laissé (jonction droite). Lorsque la boîte de raccordement est réalisée en chambre ou à l’intérieur des voussoirs du viaduc ; un love permettant au moins deux fois le remplacement de la boîte de raccordement devra être laissé.

#### *Caractéristiques fonctionnelles d'une boîte de raccordement*

Les caractéristiques fonctionnelles auxquelles devra satisfaire la boîte de raccordement (jonction ou dérivation) sont décomposées, ci-après, en deux groupes :

* Raccordement des câbles ;
* Exploitation et mesures.

#### *Raccordement des câbles*

Les boîtes de raccordement devront :

* Assurer la protection des systèmes de rangement dans lesquels sont raccordées les fibres optiques.
* Assurer l'étanchéité entre les gaines des différents câbles (une première étanchéité sur la gaine extérieure et une seconde sur la gaine intérieure dans 2 dispositifs coulés indépendants).
* Etre compatible avec les produits entrant dans la composition des câbles.
* Assurer la réalisation des configurations suivantes :
  + Raccord droit
  + Division en deux câbles
  + Division en trois câbles.
* Permettre la pénétration des câbles et le rangement des fibres raccordées et en réserve, à l'intérieur de la boîte de raccordement.
* Etre adaptée aux câbles à étanchéité longitudinale et assurer séparément dans le même dispositif, l'étanchéité de chaque gaine du câble (une gaine sur enveloppe métallique, une gaine sous enveloppe métallique) sans utilisation de gaine thermorétractables.
* Permettre l'obturation des entrées de câbles non utilisées, avec des obturateurs présentant des caractéristiques mécaniques au minimum identiques à celles de la boîte de raccordement.
* Maintenir et bloquer mécaniquement les câbles par arrimage du porteur central non métallique.
* Assurer l'éclatement des fibres optiques du câble vers les dispositifs de rangement.
* Résister aux sollicitations mécaniques (vibration, choc, écrasement, etc).
* Résister aux sollicitations physico-chimiques (attaque chimique, pollution, etc.).
* Résister aux agressions des rongeurs, insectes et larves.
* Permettre la réalisation de la continuité électrique de l'enveloppe métallique des câbles.
* Permettre la mise à la terre de l'enveloppe métallique des câbles.
* Permettre l'isolation de la terre, de l'enveloppe métallique des câbles tout en maintenant leur continuité électrique.
* Pouvoir rendre inaccessible l'enveloppe métallique de chacun des câbles (interruption de la continuité électrique de l'enveloppe métallique des câbles).
* Ne pas nécessiter l'usage de flamme lors des travaux de confection.

#### *Exploitation et mesures*

Les boîtes de raccordement devront :

* Etre pressurisables par valve de type automobile.
* Supporter le test d'étanchéité après mise en surpression de 500 hPa avec de l'hélium.
* Permettre la réintervention sans destruction de la boîte de raccordement et des dispositifs de rangement des fibres.
* Permettre la mise à la terre ponctuelle et momentanée de l'enveloppe métallique des câbles lors d'intervention dans la boîte de raccordement, les enveloppes métalliques des câbles étant, normalement, isolés de la terre. Les différents modes de connexion des enveloppes métalliques (voir figure ci-dessous) sont :
  + En exploitation normale, les bornes 1 et 2 seront reliées par un cordon constitué d'un câble H07VK de section 2,5 mm² comportant une fiche banane mâle à chacune de ses extrémités. Les bornes 3 et 4 seront reliées de la même manière (en plus de la connexion à demeure par construction représentée en figure ci-dessous).
  + Lors d'intervention, il sera possible de laisser les enveloppes en continuité et les relier à la terre, en déplaçant les cordons pour connecter la borne 1 à la 3 et la borne 2 à la 4.
  + Il sera aussi possible de relier l'enveloppe amont à la terre et d'isoler l'enveloppe aval (suppression de la continuité et non connexion à la terre) en plaçant un cordon pour

connecter la borne 1 à la 3 et en laissant la borne 2 non connectée. Cette possibilité est identique pour l'enveloppe aval.

* Permettre d'accéder facilement aux raccords des fibres lors de réintervention, sans avoir à toucher à l'étanchéité des câbles déjà raccordés.
* Permettre le contrôle d'étanchéité à chaque intervention.
* Permettre le remplacement des câbles et l'installation de nouveaux câbles supplémentaires.
* Se démonter totalement sans détérioration du contenu ni des câbles.

Un étiquetage conforme à la spécification G.1, à l'intérieur de chaque boîte de raccordement, précisera que l'enveloppe métallique du câble n'est pas reliée à la terre et les dispositions à prendre en fonction de la nature de l'intervention.

*Fig. 3. Câbles à fibres optiques - raccordement des enveloppes métalliques dans la boîte de*

*jonction.*



#### *Caractéristiques fonctionnelles des systèmes de rangement et de maintien des* fibres optiques et raccords

Ces systèmes devront :

* Assurer le logement et le rangement des fibres optiques et raccords, sur les dispositifs de rangement.
* Permettre la transition entre le système d'éclatement du câble et le rangement des raccords sur les plateaux.
* Permettre la réintervention sur les fibres.

#### *Caractéristiques techniques des boîtes de raccordement optique*

Les caractéristiques et performances techniques à satisfaire pour les boîtes de raccordement optique sont décrites précisément dans les spécifications relatives à leurs essais.

#### *Caractéristiques techniques du système de rangement des fibres optiques et* raccords

#### *Mode de raccordement*

Le seul type de raccordement qu'il est permis d'utiliser dans les boîtes de raccordement est la soudure des fibres.

#### *Blocage et maintien mécanique du porteur central*

A l'éclatement du câble, un système maintiendra mécaniquement le porteur ; les efforts de rétention minimum requis, seront de 40 daN.

Pour qualifier la tenue de ce système au vieillissement, un essai accéléré sera réalisé suivant la méthode à deux chambres décrite dans la norme NF EN 60068-2-14, à raison de 10 cycles entre -40°C et + 100°C.

#### *Rangement des fibres et raccords*

Il sera réalisé sur des plateaux de rangement. Chaque plateau devra être équipé d'au moins quatre dispositifs permettant chacun la fixation des raccords de groupe de six fibres.

Il devra être possible de refaire des raccords après mise en service de la liaison. Le nombre de réintervention encore possible sur toute fibre raccordée sera au moins égal à trois.

Le rangement des fibres et raccords protégés devra en conséquence être réalisé en respectant les règles suivantes :

* La réserve de fibres sera d'une longueur suffisante lors de la réalisation d'un troisième raccord, pour accéder à la machine de raccordement (soudeuse) et à la prise de l'information de flux lumineux nécessaire au centrage dynamique des cœurs de fibres.
* Stockage de la fibre sous un rayon minimal de 37,5 mm.
* En cas de réintervention, il sera possible d'accéder à un raccord, sans altération du trafic sur les autres raccords.

#### *Transition entre le système d'éclatement et le rangement des raccords sur les* plateaux.

Cette transition sera assurée à l'aide de tubes qui permettront l'épanouissement sous forme globale (par 6 FO) des fibres du câble vers les plateaux de rangement.

#### *Conditionnement et installation*

#### *Conditionnement*

Chaque boîte de raccordement devra :

* Etre conditionnée en kit, à l'unité.
* Contenir tous les accessoires nécessaires à sa mise en œuvre par type de configuration.
* Etre stockable en conservant ses propriétés.
* Etre livrée avec, en français, la documentation qui comprendra :
  + Le dossier de définition complet du produit et de tous ses accessoires
  + Les instructions et notices nécessaires à la pose et l'exploitation et en particulier, un tableau de sélection des différentes configurations de montage
  + La méthode de pressurisation de la boîte et de vérification de l'étanchéité.

#### *Installation*

Les boîtes de raccordement devront être adaptées pour :

* S'installer facilement en pleine terre.
* S'installer facilement en chambre et s'adapter aux supports de chambres.
* Ne pas favoriser les phénomènes de corrosion, en excluant au maximum les pièces mécaniques externes non protégées contre l'oxydation.

## Caractéristiques des têtes de câbles optiques

#### *Généralités*

Le présent paragraphe traite des caractéristiques fonctionnelles et techniques des têtes de câble conformément aux normes:

* + NF EN 186000-1
  + NF EN 186001
  + NF EN 186002
  + NF EN 186003
  + NF EN 186004
  + NF EN 186005
  + NF EN 186210

Une tête de câble est constituée de deux sous-ensembles :

* + Un sous-ensemble d'éclatement qui reçoit le câble, le maintien mécaniquement à son extrémité et permet l'éclatement des fibres ;
  + Un sous-ensemble modulaire, de base 12, la tête de câble proprement dite, qui assure la terminaison des fibres sur des connecteurs monomode.

Les connecteurs des têtes de câble et des jarretières seront de type "SC APC".

Les têtes de câbles devront être installées dans des coffrets muraux recevant les éléments modulaires (base 12) au standard 19" ayant pour hauteur 2U maximum. Un seul coffret devra être installé par SC, recevant l'ensemble des éléments modulaires permettant le raccordement de tous les câbles à fibres optiques.

Il est interdit de raccorder des fibres de câbles différents sur un même élément modulaire.

Les groupes d'éléments modulaires, permettant le raccordement de chacun des câbles, seront séparés par un bandeau vierge de 1U qui permettra le repérage du câble épanoui sur ce groupe.

Ce repérage sera effectué par un étiquetage (voir spécification G.1 en annexe) au-dessus du groupe d'éléments.

Les liaisons entre têtes de câbles et matériels de transmission devront être réalisées à l'aide de jarretières optiques. Toutes les embases sur lesquelles ne sont pas raccordées de jarretières devront être munies de bouchons.

#### *Caractéristiques fonctionnelles*

Les têtes optiques devront présenter les caractéristiques fonctionnelles suivantes :

* + Elles devront s'adapter à la structure du câble définie en particulier au paragraphe « caractéristiques dimensionnelles du câble »;
  + L'organisation des têtes de câble et le rangement du câble et des fibres seront conçus de sorte qu'une intervention (cas d'un connecteur défectueux, etc.) soit possible sur une fibre sans toucher aux fibres voisines et sans interrompre les autres liaisons en service ;
  + Les connecteurs placés sur la face avant des têtes de câbles devront être directement accessibles pour permettre les mesures et les tests des liaisons, ainsi que le raccordement des fibres aux équipements par l'intermédiaire de jarretières individuelles ;
  + Le sous-ensemble d'éclatement devra assurer un blocage mécanique de l'ensemble des constituants du câble : gaine, enveloppe acier, tubes et renfort central ainsi que l'arrêt de la matière de remplissage ;
  + Les éléments métalliques des têtes de câble devront pouvoir être raccordés à la terre.

#### *Spécifications concernant le rangement des réserves de fibres optiques dans les* têtes de câble

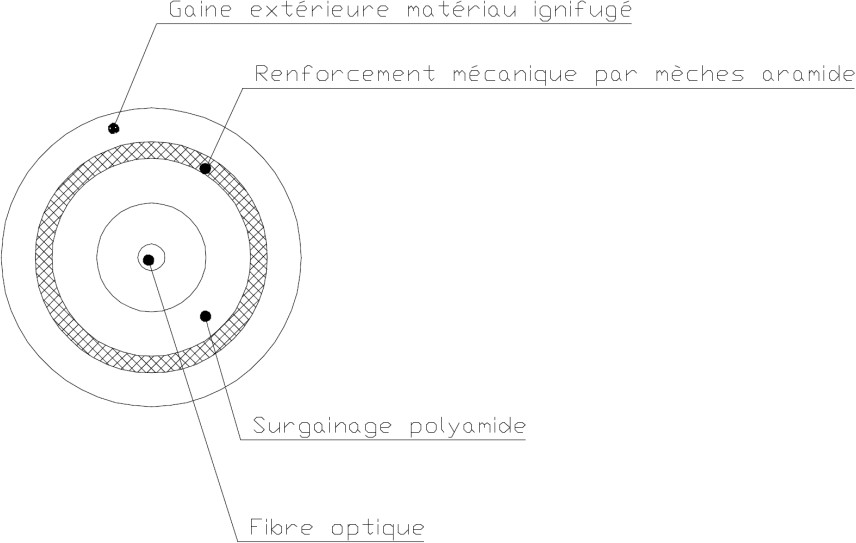
Les réserves de fibres devront être réalisées de sorte que :

* + Chaque fibre soit protégée par un tube à l'extrémité du câble ;
  + Le rayon de courbure des fibres tubées soit au moins égal à 40 mm ;
  + Le rayon de courbure des câbles n'entraîne ni dégradation de la structure du câble, ni augmentation de l'affaiblissement des fibres optiques.

#### *Jarretières optiques*

Les jarretières optiques seront protégées individuellement par une gaine de type ignifugée. Un renforcement par des mèches aramide, devra assurer la protection mécanique selon la figure ci- dessous).

*Fig. 4. Coupe d'une jarretière optique*

**

Les caractéristiques des jarretières sont données ci-dessous :

* + Caractéristiques de la fibre optique : identiques à celles définies précédemment au chapitre

« Fibre optiques, caractéristiques des fibres optiques » ;

* + Diamètre extérieur maximal : 3 mm ;
  + Effort de traction maximal : 15 daN ;
  + Rayon de courbure statique minimal : 30 mm ;
  + Tenue à l'écrasement : 250 daN/10 cm ;
  + Plage de température : - 5°C + 60°C.

Le cheminement des jarretières, entre les têtes de câble optiques et les équipements, devra être réalisé sous une gaine assurant la protection mécanique des jarretières.

#### *Documentation*

Le maître d'ouvrage utilise actuellement un outil logiciel "REPART" développé spécialement pour la gestion des répartiteurs. Il sera mis à la disposition du titulaire qui devra assurer, sous sa responsabilité, le renseignement de la base de données, pour toutes les têtes de câble optique et les jarretières installées au titre du projet. La responsabilité du titulaire ne portera que sur les données qu'il aura introduites.

Des jarretières devront être posées entre les têtes de câble optique et les équipements.

## Mises à la terre des câbles

#### *Généralités sur les risques liés à la proximité d'ouvrages électriques*

Les ouvrages de distribution publique (arrêté interministériel du 2 avril 1991) relève des trois domaines de tension suivants, selon la valeur nominale de la tension (en valeur efficace pour le courant alternatif) :

* + Basse Tension (B.T.) : ouvrages pour lesquels la valeur nominale de la tension :
  + Excède 50 volts sans dépasser 1000 volts pour les ouvrages alimentés en courant alternatif.
  + Excède 120 volts sans dépasser 1500 volts pour les ouvrages alimentés en courant continu.
  + Haute Tension A (HTA) : ouvrages pour lesquels la valeur nominale de la tension :
    - Dépasse 1000 volts sans dépasser 50 000 volts pour les ouvrages alimentés en courant alternatif.
    - Dépasse 1500 volts sans dépasser 75 000 volts pour les ouvrages alimentés en courant continu lisse.
  + Haute Tension B (HTB) : ouvrages pour lesquels la valeur nominale de la tension dépasse les limites fixées ci-dessus.

Une "zone de rapprochement" entre ouvrages est dite à risques, lorsque les calculs aboutissent à des valeurs de tensions induites dépassant les limites de danger définies par le CCITT et prises par FRANCE TELECOM, dans ses réseaux.

Conformément à l'arrêté interministériel du 2 avril 1991, deux types de danger doivent être pris en compte :

* + Danger relatif au régime de défaut (court-circuit phase/terre).
  + Danger relatif au régime normal (fonctionnement normal de la ligne d'énergie).
  + La limite de danger relative au régime de défaut est fixée :
  + A 430 volts efficaces de tension induite pour les ouvrages HTA.
  + A 650 volts efficaces de tension induite pour les ouvrages HTB.

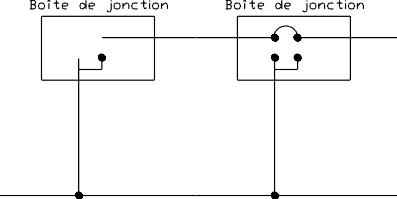
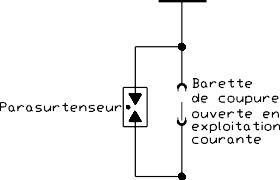
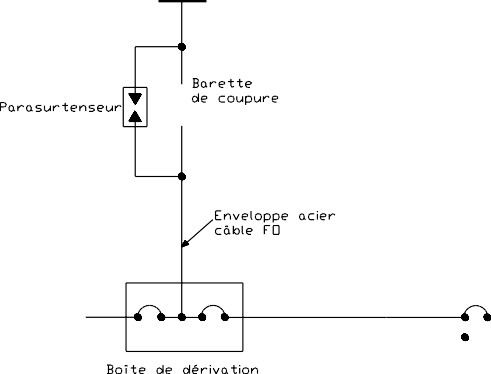
La limite de danger relative au régime normal est fixée à 60 volts efficaces de tension induite pour les ouvrages HTA et HTB.

#### *Principe de mise à la terre des enveloppes métalliques des câbles à fibres optiques*

Dans le cas général, c'est-à-dire en l'absence de risque lié à la proximité d'ouvrages électriques, les enveloppes métalliques des câbles seront mises en continuité électrique au niveau de chaque jonction et dérivation ; à chacun de ces points les enveloppes métalliques seront isolées de la terre. Toutefois, la mise à la terre locale et momentanée de l'enveloppe métallique, lors d’intervention à l’intérieur de la boîte de raccordement, sera possible par construction.

A chaque LC ou ST, l’enveloppe métallique pourra être isolée ou reliée à la terre par l’intermédiaire d’une barrette de coupure.

Un parasurtenseur sera placé électriquement en parallèle sur la barrette de coupure afin de limiter les éventuelles montées en potentiel de l’enveloppe acier du câble lorsque celle-ci est isolée de la terre.



*Fig. 1.Principe de mise à la terre des enveloppes métalliques des câbles à fibres optiques*

Dans les sites d'extrémité, le câble l'extrémité de l'enveloppe métallique sera traitée indépendamment pour chaque câble, suivant le même principe.

Les parasurtenseurs devront présenter les caractéristiques minimums suivantes :

* + Tension d'amorçage statique :  250 V ;
  + Tension d'amorçage dynamique V/s :  750 V ;
  + Tension d'arc :  20 V ;
  + Tension d'extinction :  75 V ;
  + Pouvoir d'écoulement :
    - En courant alternatif 1 s 50 Hz :  20 A ;
    - En courant transitoire de forme normalisée 8/20s :  10 kA ;
  + Résistance d'isolement :  1 G (sous 100 V CC) ;
  + Capacité à 1 kHz :  5 pF.
  1. **CABLE DE TYPE TELEPHONIE GENERAL**

## Généralités

Le présent paragraphe fixe les caractéristiques structurelles, fonctionnelles et techniques auxquelles devront satisfaire les câbles téléphoniques généraux à poser au titre du présent marché. Ces câbles, utilisés exclusivement pour la desserte locale des équipements de terrain, posséderont des performances suffisantes pour satisfaire d'une part les conditions d'environnement édictées dans la spécification G.1 annexée au présent CCTP, d'autre part les exigences de tous les systèmes auxquels ils sont raccordés.

Les systèmes pouvant utiliser le câble téléphonique général sont :

* + Le réseau d'appel d'urgence : raccordement des PAU nouveaux ;
  + La partie terrain du réseau de transmission de données par l’intermédiaire de modem xdsl ;
  + La télésurveillance vidéo : raccordement des caméras et transmission locale des images jusqu'au local technique le plus proche ;

Les performances du câble téléphonique général spécifiées dans le présent paragraphe ont été établies sur les bases de la norme NF C 93-527-5 "Câbles à isolation polyoléfine pour réseaux locaux de télécommunications", elle-même basée sur la publication CEI 708-1 ; le présent CCTP précise certains paramètres définis dans les normes ou complète celles-ci.

## Normes de référence

* + NF C 93-527-5 "Câbles à isolation polyoléfine pour réseaux locaux de télécommunications"
  + Norme UTE C93-526 "Câbles à isolation polyoléfine et gaine polyoléfine pour réseaux locaux de télécommunications - Spécification générique".
  + Norme NF C32-060 "Polyéthylène pour isolants et gaines de câbles de télécommunications".
  + Publication CEI 28 "Spécification internationale d'un cuivre type recuit".
  + Norme UTE C32-024 "Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques".
  + Norme NF C32-050 "Conducteurs et câbles comportant un revêtement métallique".
  + Publication CEI 189-1 "Câbles et fils pour basses fréquences" Méthodes générales d'essai et de vérification.

## Nature des conducteurs

#### *Constitution*

Les conducteurs seront constitués par un fil de cuivre recuit de 0,8 mm de diamètre.

Le cuivre répondra aux exigences de la publication 28 de la CEI. Le conducteur devra en principe, être d'un seul tenant. Il ne pourra comporter des soudures.

#### *Allongement à la rupture*

L'allongement à la rupture d'un conducteur dénudé ne devra pas être inférieur à 15%.

La vérification s'effectuera en mesurant l'allongement à la rupture selon la méthode décrite dans les paragraphes 3.1 et 3.3 de la publication 189-1 de la CEI.

## Isolation des conducteurs

#### *Nature de l'isolant*

Les conducteurs seront isolés par une couche de polyéthylène cellulaire, elle-même recouverte d'une mince couche de polyéthylène massif (isolation double couche), répondant à la norme NF C 32-060 type IDCNE.

Pour l'isolation cellulaire, les cellules produites par le procédé d'expansion devront être réparties uniformément par rapport à la circonférence et pratiquement sans communication entre elles.

L'isolant d'un conducteur devra être sans défaut par manque de matière. Seule la couche de polyéthylène massive sera colorée.

#### *Epaisseur de l'isolant*

L'épaisseur radiale de l'isolant devra être telle que le câble terminé réponde aux prescriptions électriques spécifiées plus loin au paragraphe « *Caractéristiques électriques basses fréquences* » et au diamètre maximal sur gaine du câble indiqué au paragraphe « *diamètre sur gaine* ».

#### *Résistance à la traction et allongement à la rupture*

L'allongement à la rupture et la résistance à la traction devront être mesurés sur des échantillons tubulaires, suivant la méthode décrite au paragraphe 9.1 de la norme NF C 32-024.

La médiane des valeurs de l'allongement à la rupture et la médiane des valeurs de la résistance à la traction ainsi mesurées, ne devront pas être inférieures aux valeurs spécifiées dans le tableau 2 de la norme NF C 32-060 pour la nature d'isolant fixée au paragraphe « *Isolation des conducteurs*

*/ Nature de l’isolant* » du présent document.

## Constitution de l'âme des câbles

#### *Différenciation des conducteurs*

Le code utilisé est un code à dix couleurs réparties en deux séries alphabétiques (les abréviations sont données entre parenthèses).

* Série n°1 : Gris (G), Violet (Vi), Orange (O).
* Série n°2 : Blanc (Ba), Bleu (Be), Jaune (J), Marron (M), Noir (N), Rouge (R), Vert (Ve).

Pour les différentes paires d'un même faisceau, la couleur du premier fil est alternativement soit grise ou violette (quartes 1 à 7), soit orange ou violette (quartes 8 à 14). La couleur du deuxième fil est prise dans la série n°2 dans l'ordre de succession sus-indiqué.

#### *Câblage des conducteurs*

Les conducteurs isolés sont câblés en quarte étoile dont le pas de câblage est tel que, pour l'ensemble des quartes des faisceaux, les conditions de diaphonie définies au paragraphe qui suivra « Diaphonie en régime numérique » soient respectées.

Le pas maximal d'assemblage devra respecter les clauses de l'annexe 1 de la norme NF C 93-527-5.

#### *Constitution des câbles*

#### *Câbles à 16 paires*

Ce câble est constitué par un assemblage en couches (1+7) des 8 quartes, suivant l'annexe II de la norme NF C 93-527-5 et les indications figurant dans le tableau ci-après.

Les quartes 1 à 4 se situent d'un même côté de l'écran diamétral et les quartes 5 à 8 de l'autre côté de l'écran diamétral.

*Fig. 2. Couleurs des quartes pour le câble à 8 quartes (16 paires)*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N° de Quarte | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Paire 1  Fil 1  Fil 2 | G  Ba | G J | G N | G  Ve | G  Be | G M | G R | O  Ba |
| Paire 2  Fil 1  Fil 2 | Vi Be | Vi M | Vi R | Vi Ba | Vi J | Vi N | Vi Ve | Vi Ve |

#### *Câbles à 28 paires*

Bien que la pose de ce type de câble ne soit pas prévu au titre du marché, les spécifications du câble 28 paires sont données ci-après, pour le cas où sa pose serait nécessaire sur de courtes distances pour gérer des cas particuliers. Ce câble est constitué de deux faisceaux de 14 paires, le faisceau n°1 étant séparé du faisceau n°2, par l'écran diamétral.

Ces faisceaux sont assemblés suivant l'annexe II de la norme NF C 93-527-5 et les indications figurant dans le tableau ci-après :

*Fig. 3. Couleurs des quartes pour le câble à 28 paires*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| QUARTE N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Paire 1  Fil 1  Fil 2 | G  Ba | G J | G N | G  Ve | G  Be | G M | G R |
| Paire 2  Fil 1  Fil 2 | Vi Be | Vi M | Vi R | Vi Ba | Vi J | Vi N | Vi Ve |

Le faisceau n°2 se déduit du n°1 par remplacement du gris par l'orange. Les deux faisceaux sont repérés par des filins posés en hélice, de couleur respectivement blanche et bleue.

#### *Ecran diamétral*

L'écran diamétral est constitué par un ruban d'aluminium protégé sur chacune de ses faces par un ruban de matière isolante dont les rives débordent celles du ruban d'aluminium. Les rubans de matière isolante sont collés entre eux et au ruban d'aluminium par un film de copolymère d'éthylène.

Cet écran est disposé longitudinalement de façon à séparer les quartes ou les faisceaux suivant la contenance du câble (16 ou 28 paires) conformément aux articles précédents « constitution des câbles » pour les câbles 16 et 28 paires.

Les caractéristiques dimensionnelles des rubans sont telles que les clauses électriques et, en particulier, les performances de diaphonie et de rigidité diélectrique soient satisfaites.

## Revêtement de l'âme des câbles

#### *Rubans*

L'âme des câbles pourra être maintenue par un filin en matière synthétique ; elle sera recouverte par un matelas de ceinture rubané ou posé en long, tel que les essais d'étanchéité du paragraphe

20.2 de la norme NF C 93-526 soient satisfaits.

Pour parvenir à ce résultat, ce matelas comprendra au moins deux constituants dont l'épaisseur totale devra être supérieure ou égale à 0,2 mm :

L'un pourra être poreux pour permettre aux produits de remplissage de le traverser ; L'autre devra être en matière synthétique hydrofuge suffisamment résistant pour assurer la protection mécanique de l'âme.

Dans le cas de rubanage, le recouvrement minimal du ou des ruban(s) devra être de 10% de la largeur du ruban et, dans tous les cas, supérieur à 4 mm.

Si les rubans sont posés longitudinalement, ils pourront être maintenus par un filin, ou par un ruban étroit.

L'un des constituants du revêtement de l'âme des câbles pourra contenir un produit d'étanchéification.

#### *Fil de continuité*

En complément à la norme NF C 93-527-5 il sera ajouté un fil de continuité.

Ce fil de continuité sera constitué par un fil de cuivre étamé de 0,5 mm de diamètre minimum, disposé longitudinalement, ou en hélice à pas long.

Ce fil est destiné à assurer la continuité électrique de l'écran défini ci-après au paragraphe

« Ruban métallique-Ecran ».

#### *Ruban métallique-Ecran*

Sur le revêtement de l'âme du câble, il sera disposé un ruban en aluminium 1050-R101 nu suivant NF A 50-452, non contre-couché, ondulé transversalement, posé en long avec un recouvrement minimal de 5 mm.

L'épaisseur nominale du ruban d'aluminium sera de 0,2 mm.

La structure des ondulations, devra répondre aux valeurs nominales indiquées ci-dessous : Le pas de profondeur sera inférieur ou égal à 3 mm.

L'amplitude des ondulations, mesurées crête à crête, sera supérieure à 0,7 mm.

Lors de l'essai du câble "tête de série" après que le test d'étanchéité ait été réalisé avec succès, conformément au paragraphe 20.2 de la norme NF C 93-526, les échantillons seront examinés. Il ne devra être constaté ni déchirement de l'écran ni diminution de la profondeur des ondulations supérieure à 50% de la valeur relevée avant essai.

## Remplissage des câbles

Le remplissage ou l'étanchéification de tous les interstices de l'âme et de son revêtement ainsi que ceux compris entre ce revêtement et la gaine extérieure, réalisé lors des différentes phases de fabrication devront être tel que l'essai d'étanchéité défini au paragraphe 20.2 de la norme

NF C 93-526 soit satisfait.

Les matières de remplissage devront répondre aux conditions de la norme NF C 93-526, annexe C, type 2, à l'exception du point de goutte qui devra être supérieur à 80°C.

Si différentes matières de remplissage étaient mises en œuvre en plusieurs étapes, elles devraient être compatibles entre elles.

## Gaine intermédiaire

La gaine intermédiaire dans ce document, est la gaine extérieure au sens de la norme.

#### *Nature*

La gaine non solidaire du ruban métallique, sera constituée par une couche de polyéthylène haute densité de couleur noire contenant 2 à 3% de noir de carbone, répondant à la norme NF C 32-060 type GE3.

1 Aluminium de première fusion titrant au minimum 99,5% d'aluminium pur, les teneurs en divers éléments d'impureté seront conformes aux conditions de la norme NF EN 576.

#### *Epaisseur de la gaine*

L'épaisseur nominale "e" de la gaine sera de 1,7 mm pour les câbles 16 paires et de 1,8 mm pour les câbles 28 paires.

L'épaisseur moyenne, arrondie au plus près de la première décimale (en mm), sera au moins égale à la valeur nominale "e".

L'épaisseur minimale en aucun point ne devra être inférieure à :

1,4 mm pour le câble à 16 paires ; 1,5 mm pour le câble à 28 paires.

La vérification de l'épaisseur de la gaine sera effectuée conformément au paragraphe 23.2 de la norme NF C 32-050.

#### *Diamètre sur gaine*

Le diamètre maximal sur gaine sera de 20 mm pour les câbles 16 paires et de 22,5 mm pour les câbles 28 paires.

La vérification du diamètre sur gaine sera effectuée suivant la méthode décrite au paragraphe 8.3 de la norme NF C 32-024.

L'ovalisation ne devra pas dépasser D1/D2 = 0,85; D1 étant la plus grande dimension et D2 la plus petite, mesurées au pied à coulisse dans un même plan.

## Armure et gaine extérieure

Sur la gaine intermédiaire (cf. paragraphe « Gaine intermédiaire »), il sera disposé un revêtement genre MBG semblable à celui utilisé dans la structure des câbles à double gaine avec rubans métalliques.

Ce revêtement se composera :

D'une armure formée de deux rubans de feuillard d'acier d'une épaisseur de 0,3 mm chacun, posés en hélice avec un déjoint inférieur ou égal à la moitié de sa largeur, le deuxième feuillard recouvrant systématiquement les déjoints du premier ; cette armure sera posée sur un matelas de protection.

D'une gaine, non solidaire de l'armure décrite ci-dessus constituée par une couche de polyéthylène haute densité de couleur noire contenant 2 à 3% de noir de carbone, répondant à la norme NF C 32-060 type GE3.

L'épaisseur nominale "e", de cette gaine extérieure, sera de 2 mm pour les câbles 16 et 28 paires. L'épaisseur moyenne arrondie au plus près de la première décimale, sera au moins égal à la valeur nominale "e". L'épaisseur minimale ne devra en aucun point être inférieure à 1,35 mm. Le diamètre maximal sur gaine sera de 27 mm pour les câbles 16 paires et 30 mm pour les câbles 28 paires. La vérification du diamètre sur gaine sera effectuée suivant la méthode décrite au paragraphe 8.3 de la norme NF C 32-024.

L'ovalisation ne devra pas dépasser D1/D2 = 0,85 ; D1 étant la plus grande dimension et D2 la plus petite, mesurées au pied à coulisse dans un même plan.

Avec ce type de revêtement, la gaine définie en [2.2.8](#_bookmark31) du présent document n'assurant plus les mêmes fonctions, les caractéristiques de celle-ci pourront être modifiées. Le polyéthylène haute densité pourra être remplacé par du basse ou moyenne densité naturel ou coloré, répondant aux conditions de la NF C 32-060 type GI1, GE1, GE2, GE4, GI2 et l'épaisseur nominale ramenée à 1,6 mm pour les câbles 16 et 28 paires. L'épaisseur minimale en aucun point ne devra être inférieure à 1,3 mm.

Le paragraphe « remplissage des câbles » est également applicable au revêtement type MBG, "G" représentant la gaine extérieure.

## Marquages des câbles

Les gaines extérieures des câbles comporteront un marquage respectant les conditions suivantes :

* Réalisé en relief ou par tout autre procédé (impression d'encre indélébile, etc.) préservant l'intégrité du matériau de gainage.
* Composé de caractères dont les dimensions, conformes au paragraphe 15.2 de la norme NF C 93-526 ainsi qu'à son annexe D, permettront une bonne visibilité.
* Présentant une résistance aux frottements et à l'environnement compatible avec les conditions de pose du câble.

#### *Marquage d'identification*

Conformément au paragraphe 15.2.1 de la norme NF C 93-526, tous les mètres, les câbles devront comporter sur une génératrice une séquence d'identification du produit comprenant :

* + Le sigle du constructeur.
  + Le numéro de la semaine de fabrication (2 chiffres).
  + L'année de fabrication (2 derniers chiffres).
  + Le type de produit (série 93).
  + La contenance du câble (16.08 ou 28.08).
  + Le sigle communiqué par le maître d'œuvre lors des études d'exécution.

#### *Marquage métrique*

La longueur sera marquée sur le câble, tous les mètres.

Conformément au paragraphe 15.2.2 de la norme NF C 93-526, la précision de la longueur sera de  1% ; la longueur à prendre en compte sera l'indication donnée par le compteur machine.

Les marquages métriques et d'identification pourront être placés sur des génératrices différentes.

## Intégrité des gaines

L'intégrité des gaines visées dans les chapitres « gaine intermédiaire » et « gaine extérieure » sera vérifiée de manière continue, par un essai de rigidité diélectrique, pendant la fabrication.

Les gaines devront supporter sans claquage l'application au "sparker" d'une tension alternative d'au moins 8 kV eff. ou 12 kV courant continu.

## Résistance à la traction et allongement à la rupture

La vérification devra être effectuée sur des échantillons de gaine (après avoir enlevé le ruban métallique), en mesurant la résistance à la traction et l'allongement à la rupture, conformément à la méthode indiquée au paragraphe 9.2 de la norme NF C 32-024.

La médiane des valeurs obtenues ne devra pas être inférieure aux valeurs précisées dans le tableau 2 de la norme NF C 32-060 pour le type de polyéthylène utilisé.

## Vérification de l'étanchéité du câble terminé

L'aptitude du câble à résister à la pénétration d'eau sera vérifiée conformément au paragraphe

20.2 de la norme NF C 93-526.

## Résistance d'isolement entre écran aluminium et armure acier

Mesure d'isolement sous 500 V en courant continu, entre écran aluminium et armure acier ; l'ensemble des conducteurs étant relié aux écrans aluminium d'une part, et les deux feuillards acier reliés à la terre d'autre part.

La résistance d'isolement devra être supérieure à 100 M/km.

## Caractéristiques électriques basses fréquences

#### *Résistance électrique du conducteur*

La résistance électrique du conducteur, à la température de 20°C ou ramenée à 20°C, ne devra pas dépasser les valeurs suivantes :

* + Valeur individuelle : 36,8 /km
  + Valeur moyenne : 35,3 /km

La mesure de la résistance s'effectuera selon la méthode décrite au paragraphe 5.1 de la publication 189-1 de la CEI.

Les valeurs maximales individuelles ont été calculées en conformité avec la publication 344 de la CEI "Guide pour le calcul de la résistance des conducteurs de cuivre nu ou recouvert dans les câbles et fils pour basses fréquences".

Les valeurs moyennes maximales sont égales à 96% des valeurs maximales individuelles. Les corrections à apporter aux valeurs mesurées sont les suivantes :

Correction de température (t en °C) :

*R*20  *Rt*

1

### 1  0,00393 (*t*  20)

1000  *RL*

*R* 1000

Correction de longueur (L en m) : *L*

#### *Déséquilibre de résistance*

Le déséquilibre de résistance électrique entre conducteurs de la même paire ne devra pas dépasser :

1% pour 95% des paires ;

2% pour 100% des paires.

Il est défini par :

##### *R* maximum - R minimum *x*100 R maximum + R minimum

Les mesures devront être effectuées sur le câble en état de livraison au moyen d'un appareil capable de fournir la mesure à moins de 0,5% de la valeur de la résistance du conducteur.

#### *Rigidité diélectrique*

La rigidité diélectrique devra être effectuée sur le câble en état de livraison.

L'essai sera effectué selon la méthode décrite au paragraphe 5.2 de la publication CEI 189-1. L'application des tensions d'essais stipulées ci-après est fixée à une minute :

* + Ensemble des conducteurs d'une part et tous les écrans reliés entre eux d'autre part :
    - Tension à 50Hz : 1,5 kV eff.
    - Tension continue : 2,25 kV
  + L'un quelconque des groupes formés de l'ensemble des premiers, des seconds, des troisièmes et quatrièmes conducteurs d'une part et l'ensemble des autres groupes reliés aux écrans d'autre part :
    - Tension 50Hz : 1 kV eff.
    - Tension continue : 1,5 kV

#### *Résistance d'isolement*

La résistance d'isolement sera mesurée selon la méthode décrite dans le paragraphe 5.3 de la publication 189-1 de la CEI, après une durée minimale d'application de la tension de deux minutes. Les valeurs à 20°C  5°C, sous une tension continue d'au moins 200 V, ne devront pas être inférieures à 1500 M/km.

#### *Capacité mutuelle*

La capacité sera mesurée selon la méthode décrite au paragraphe 5.4 de la publication CEI 189-1. La capacité mutuelle à 800 Hz, pour les câbles 16 et 28 paires, ne devra pas dépasser les valeurs suivantes :

* + Valeur individuelle : 57,5 nF/km
  + Valeur moyenne : 55 nF/km

#### *Déséquilibre de capacité*

Les déséquilibres de capacité ne devront pas dépasser les valeurs indiquées dans le tableau ci- après :

*Fig. 4. Déséquilibres de capacité*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| DESEQUILIBRES DE CAPACITE (pF) | | |
| CARACTERISTIQUES | Longueur de référence L0 (m) | Limites imposées (pF) |
| Déséquilibre de capacité Réel - Réel |  |  |
| 1) DANS LA QUARTE |  |  |
| * Moyenne \*\* | 300 | 35 |
|  | 600 | 50 |
|  | 1200 | 70 |
| * 95% des valeurs \*\* | 300 | 100 |
|  | 600 | 150 |
|  | 1200 | 250 |
| * Maximum | 300 | 150 |
|  | 600 | 250 |
| 2) ENTRE QUARTES \*\*\* | 1200 | 400 |
| * Moyenne \*\* |  |  |
|  | 300 | 15 |
|  | 600 | 25 |
| * 95% des valeurs \*\* | 1200 | 35 |
|  | 300 | 50 |
|  | 600 | 75 |
| * Maximum | 1200 | 120 |
|  | 300 | 75 |
|  | 600 | 125 |
|  | 1200 | 200 |
| Déséquilibre de capacité Réel - Terre |  |  |
| * Maximum | 300 | 600 |
|  | 600 | 1000 |
|  | 1200 | 1500 |

\*\* : la valeur de la moyenne et la valeur maximale de 95% des déséquilibres de capacité sont déterminées sur l'ensemble du lot présenté au contrôle.

\*\*\* : pour le calcul de la moyenne des déséquilibres de capacité entre quartes, il n'est tenu compte que des quartes adjacentes. Les 4 quartes du centre sont considérées comme adjacentes.

La mesure du déséquilibre de capacité s'effectuera selon la méthode décrite au paragraphe 5.5 de la publication 189-1 de la CEI. Si la longueur L du câble soumis à l'essai est différente des longueurs de référence (Lo) précisées dans le tableau ci-dessus, la valeur mesurée devra être corrigée comme suit :

Pour la mesure R/R : la valeur mesurée devra être divisée par : 1/ 2( *L*  )

*L*

*L*0

*L*0

Pour la mesure R/T : la valeur mesurée devra être divisée par : *L*

*L*0

Pour le calcul de la moyenne : le résultat devra être divisé par :

*L*

*L*0

La longueur de l'échantillon présenté en usine devra être au minimum 400 mètres.

## Caractéristiques pour utilisation en régime numérique

#### *Affaiblissement*

Les valeurs d'affaiblissement devront être conformes à celles stipulées au paragraphe 29.1 de la norme NF C 93-527-5.

#### *Impédance*

L'impédance nominale d'une paire à 1 MHz ainsi que les conditions de mesures sont celles stipulées au paragraphe 29.2 de la norme NF C 93-527-5.

#### *Diaphonie en régime numérique*

La valeur maximum du bruit total de diaphonie devra respecter les clauses stipulées au paragraphe 29.3 de la norme NF C 93-527-5.

Les conditions de mesure et de calcul du bruit seront conformes à l'annexe V de la norme NF C 93-527-5.

La méthode de mesure sera conforme à l'annexe E de la norme NF C 93-526.

## Conditions particulières de livraison des câbles

#### *Longueurs de livraison*

D'une manière générale, sauf stipulation différente à la commande, les câbles seront livrés en longueur de 600 mètres sur tourets. D'autres longueurs de livraisons sont autorisées, le titulaire devra alors proposer au maître d'œuvre, pour approbation, l'adaptation des valeurs prescrites dans le tableau des déséquilibres de capacités à la longueur retenue. Les longueurs devront présenter les excédents nécessaires aux mesures et être accessibles à chacune de leurs deux extrémités.

#### *Présentation des extrémités pour la livraison*

Après les opérations d'essais usine terminées et sous réserve qu'elles soient concluantes, les extrémités du câble devront être obturées par des capuchons thermorétractables adhérant parfaitement sur la gaine extérieure.

Chaque longueur de câble livré devra être accompagnée de deux clous de tirage non montés et de la notice de mise en œuvre.

Les caractéristiques des clous de tirage et leur mise en œuvre seront adaptées aux câbles 16 ou 28 paires suivant l'annexe IV de la norme NF C 93-527-5.

#### *Tourets*

Les tourets présenteront des caractéristiques dimensionnelles appropriées au type et à la longueur du câble.

#### *Trancanage*

Le trancanage devra être bien régulier : spires jointives sans chevauchement.

## Boîte de raccordement des circuits métalliques

#### *Généralités*

Le présent paragraphe décrit les caractéristiques fonctionnelles et techniques des boîtes de raccordement (jonction et dérivation sur câbles cuivre définis avant).

Les caractéristiques fonctionnelles demandées à la boîte de raccordement (jonction ou dérivation) sont décomposées, ci-après, en deux groupes :

* Raccordement des câbles.
* Exploitation et mesures.

#### *Raccordement des câbles*

Les boîtes de raccordement devront:

Assurer l'étanchéité entre les gaines des différents câbles (une première étanchéité sur la gaine extérieure et une seconde sur la gaine intérieure dans 2 dispositifs coulés indépendants).

* Etre compatible avec les produits entrant dans la composition des câbles.
* Permettre la réalisation des configurations suivantes:
  + raccord droit ;
  + division en deux câbles ;
  + division en trois câbles.
* Permettre la pénétration des câbles « téléphonique général » et le raccordement des circuits à l’intérieur de la boîte.
* Etre adaptée aux câbles à étanchéité longitudinale.
* Maintenir mécaniquement les câbles sur une partie non dégainée des câbles.
* Résister aux sollicitations physico-chimiques (attaques chimiques, pollution, etc.).
* Résister aux agressions des rongeurs et insectes.
* Réduire de manière importante les effets extérieurs (champs électromagnétiques et autres) susceptibles de perturber les circuits.
* Assurer la réalisation de la continuité électrique des écrans et armure métalliques des câbles.
* Permettre la mise à la terre, des écrans et de l'armure métallique des câbles.
* Permettre l’isolation de la terre, de l’écran métallique des écrans et armure métalliques des câbles tout en maintenant leur continuité électrique.
* Ne pas nécessiter l'usage de flamme lors des travaux de raccordement.

#### *Exploitation et mesures*

Les boîtes de raccordements devront:

* Etre pressurisables par valve de type automobile.
* Supporter le test d’étanchéité par mise en surpression de 500 hPa avec de l’hélium.
* Permettre la réintervention sans destruction de la boîte de raccordement et des raccordements.
* Permettre d’accéder facilement aux raccords des circuits lors de la réintervention, sans avoir à toucher à l’étanchéité des câbles déjà raccordés.
* Permettre le contrôle d’étanchéité à chaque intervention.
* Permettre le remplacement des câbles ou l’installation de nouveaux câbles supplémentaires.
* Se démonter totalement sans détérioration du contenu et des câbles.

#### *Caractéristiques techniques*

Les caractéristiques techniques seront identiques à celles définies pour les fibres optiques, à l’exception de ce qui est spécifique à la fibre optique.

Par contre l’intérieur de la boîte de raccordement devra être faradisé par dépôt de métal conducteur dont la nature (cuivre, aluminium, zinc, etc.) et l’épaisseur permettront d’obtenir, par rapport à un rayonnement voisin, une atténuation d’au moins :

* 30 dB à 100 kHz
* 50 dB à 1 MHz

Cette faradisation aura une épaisseur et une dureté suffisantes, ou être protégée contre les risques de détérioration par frottement ou choc, pour ne pas être endommagée lors des manipulations et raccordements.

#### *Conditionnement et installation*

#### *Conditionnement*

Les boîtes de raccordement devront :

* Etre conditionnées en kit, à l’unité.
* Contenir tous les accessoires nécessaires à leur mise en œuvre par type de configuration.
* Etre livrées avec la documentation en français qui comprendra :
  + Le dossier de définition complet du produit et de tous ses accessoires ;
  + Les instructions et notices nécessaires à la pose et l’exploitation et en particulier, un tableau de sélection des différentes configurations de montage.

#### *Installation*

Les boîtes de raccordement devront être adaptées pour :

* S’installer facilement en pleine terre.
* S’installer facilement en chambre et s’adapter aux supports de chambres.
* Ne pas favoriser les phénomènes de corrosion, en excluant au maximum les pièces métalliques non protégées contre l'oxydation.

## Principe de raccordement en ligne des câbles téléphoniques

#### *Continuité de l’écran diamétral*

Les écrans diamétraux (cf. paragraphe précédent « Ecran diamétral) des câbles à raccorder, seront superposés et sertis entre eux ; préalablement à cette opération les deux faces en contact seront démunies de leur protection isolante (copolymère).

Après sertissage l’isolation de l’écran diamétral reconstitué sera réalisée en guipant celui-ci d’un ruban adhésif isolant.

#### *Continuité des circuits*

Le raccordement des conducteurs des paires sera réalisé par torsade soudée, protégée par thermorétractable.

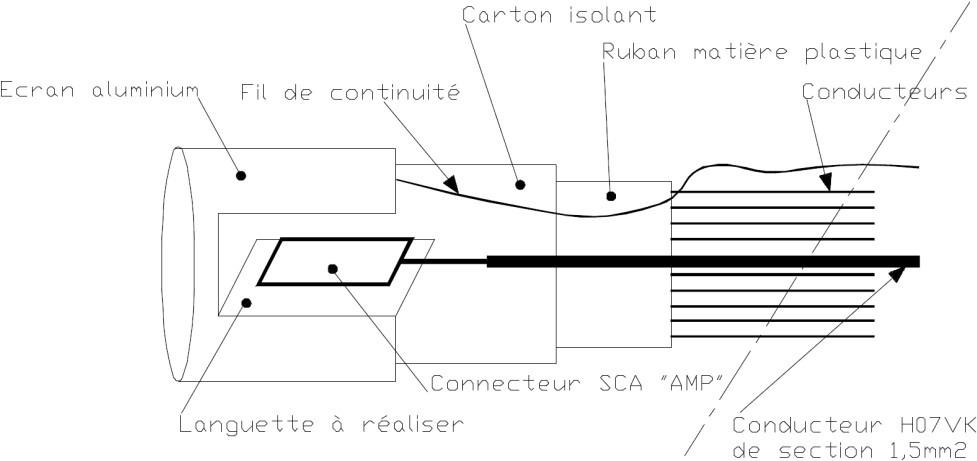
Tout autre mode de raccordement sera interdit.

#### *Continuité de l’écran aluminium*

La continuité électrique des écrans aluminium (cf. «paragraphe « Ruban métallique-Ecran ») sera réalisée par un conducteur HO7VK de 1,5 mm2, serti à chaque extrémité sur l’écran aluminium à l’aide de connecteurs de type SCA. Préalablement à cette opération, une découpe, sur chaque écran, sera réalisée de manière à constituer une languette articulée autour d’un axe parallèle à la génératrice du câble ; un carton isolant sera glissé sous l’écran.

Le principe de cette réalisation est donné ci-après :

*Fig. 5. Réalisation de la languette de raccordement pour mise en continuité des écrans aluminium*

**

#### *Reconstitution de l’écran aluminium*

Après reconstitution de l’écran diamétral, raccordement des conducteurs, des fils de continuité et réalisation de la continuité électrique des écrans aluminium (cf. «paragraphe « Ruban métallique- Ecran »), l’écran aluminium sera reconstitué en guipant l’épissure à l’aide d’un ruban aluminium. A chacune de ses extrémités le ruban aluminium sera relié électriquement au « fil de continuité » par sertissage.

#### *Continuité du « fil de continuité »*

Les « fils de continuité » (cf. paragraphe précédent « Fil de continuité ») seront raccordés entre eux par torsade soudée.

#### *Continuité de l’armure acier*

La continuité électrique des armures acier (cf. paragraphe précédent « Armure et gaine extérieure ») sera assurée par un conducteur H07VK de section 2,5 mm2 soudé sur les deux feuillards aciers de chacun des câbles.

#### *Mises à la terre*

Les mises à la terre des écrans (cf. paragraphe précédent « Ruban métallique-Ecran ») et armures métalliques (cf. paragraphe précédent « Armure et gaine extérieure ») seront réalisées suivant les principes définis au paragraphe « Mise à la terre des écrans et armure métalliques et dispositions particulières » du présent document.

## Caractéristiques des têtes de câbles

#### *Généralités*

Pour traiter les extrémités dans les locaux techniques (SC, PCTT, LC, etc.), soit des câbles posés au titre du marché (câble téléphonique général), des têtes de câbles seront installées.

Ces têtes seront de type 8 quartes 51La,. Chaque tête sera constituée par une platine équipée de 40 douilles embrochables de diamètre 4 mm sur la face avant ; la platine sera fixée sur un corps en alliage léger muni à la partie inférieure d'une ou deux tubulures à souder. Les conducteurs seront soudés sur les broches arrière des douilles et le câblage sera compoundé à l'intérieur du corps de la tête. La douille centrale de chaque quarte recevra un bouchon obturateur qui interdira l'inversion du bloc de raccordement et de protection. Des étiquettes placées sur la face avant permettront de numéroter les circuits.

#### *Caractéristiques techniques*

Les têtes 51La devront avoir les caractéristiques suivantes :

* + Tenue en rigidité diélectrique :
    - Entre broches et masse métallique  2500 V efficaces 50 Hz ;
    - Entre broche et broches  2000 V efficaces 50 Hz.
  + Résistance d'isolement sous 500 V CC :
    - Entre broches et masse métallique  50 000 M ;
    - Entre broche et broches  50 000 M .

#### *Casier de translateurs*

Sur chaque tête de câble 8 quartes 51La, sera placé un casier de translateurs destiné à recevoir les translateurs ou fausses unités.

#### *Fausses unités*

Elles assureront la jonction métallique pour les circuits non équipés de translateurs (téléphonie de service uniquement). Le câblage permettra la mise à la terre des blocs de protection.

#### *Translateurs*

En règle générale, sauf pour la téléphonie de service, les circuits seront translatés. Les caractéristiques dimensionnelles des différents translateurs, devront permettre leur installation dans les casiers de translateurs. Les caractéristiques techniques des translateurs seront adaptées en fonction des circuits translatés (réseau de terrain, modem ADSL).

La liste ci-après récapitule les différents types de translateurs à mettre en œuvre :

* + Liaisons nouvelles ETHERNET (vidéo, RAD, PMV) : à déterminer en fonction des matériels retenus
  + UG, RAD, : BEC TR 063Q25

#### *Blocs de raccordement et de protection*

Un bloc, amovible par quarte, assurera la jonction métallique et la protection entre la tête de câble, et la fausse unité ou le translateur. Le bloc inclut les fusibles 1A et les parasurtenseurs.

Les parasurtenseurs équipant les blocs seront montés en boîtiers permettant leur insertion dans les alvéoles des blocs de protection des têtes 51La. Les éléments suivants devront être indiqués sur les boîtiers parasurtenseurs :

* + Marque ;
  + Millésime de fabrication ;
  + Tension d'amorçage statique.

Les parasurtenseurs seront placés côté lignes et les fusibles côté matériel.

## Mise à la terre des écrans et armures métalliques et dispositions particulières

#### *Principe de mise à la terre des écrans et armures métalliques des câbles*

Les écrans et armures métalliques des câbles seront reliés, mis en continuité électrique et mis à la terre, au niveau de chaque jonction et dérivation. Cependant il convient de rappeler que l'installation des boîtes de raccordement, est prohibée dans les zones d'élévation de potentiel du sol supérieures à 650 V.

Au niveau des têtes de câbles les écrans et armures métalliques seront reliés à la terre. En cas de proximité de cheminement des câbles téléphoniques, parallèlement avec :

* + Des voies ferroviaires électrifiées en courant continu.
  + Des oléoducs ou gazoduc à protection cathodique.

Des études définissant les dispositions particulières à appliquer, seront réalisées par le titulaire et soumises à l'accord du maître d'œuvre.

* 1. **CABLE DE TYPE DISTRIBUTION BASSE TENSION (BUS B.T.)**

## Caractéristiques du câble utilisé pour le bus B.T.

Les câbles seront de type ARVFV et devront être conformes aux spécifications de la norme NF C 32-322 (câble armé à âme aluminium). Les sections du neutre et de la phase seront équivalentes.

Les températures aux différents régimes sont les suivantes :

* + Température en régime permanent 90°C ;
  + Température en court-circuit 250°C.

Le câble aura les caractéristiques principales suivantes :

* + Caractéristiques de construction :
    - Nature de l'âme : aluminium câblé, classe 2
    - Isolation polyéthylène réticulé (XLPE)
    - Gaine interne Thermoplastique
    - Armure Deux feuillards acier de 0.5mm posés en hélice à recouvrement
    - Gaine extérieure PVC noir UV
    - Sans plomb Oui
  + Caractéristiques électriques :
    - Tension de service nominale Uo/U (Um) 0,6 / 1 kV AC
  + Caractéristiques mécaniques :
    - Résistance mécanique aux chocs Excellente
    - Flexibilité du câble Rigide
  + Caractéristiques d'utilisation :
    - Non propagateur de la flamme C2, NF C 32-070
    - Résistance chimique Accidentelle
    - Résistance aux intempéries Très bonne
    - Étanchéité AD7
    - Température maximale sur l'âme 90 °C
    - Température ambiante d'utilisation, plage -25 à 60 °C
    - Température maximale sur l'âme en court-circuit 250 °C Normes de référence :
  + XP C 32-322

## Caractéristiques du câble utilisé entre le bus B.T. et les équipements

Un câble de type RVFV devra être utilisé entre le bus B.T. et les équipements à alimenter. Les caractéristiques de ce câble, devront être conformes aux spécifications de la norme NF C 32-322 (âme cuivre), ainsi qu'aux spécifications E.1. et G.1., en ce qui concerne sa mise en œuvre.

## Mise en œuvre des câbles B.T.

Le tirage de câbles pourra être mécanisé. L'effort de traction devra être cependant limité, à 3 daN/mm². Pour chaque câble, une fiche de tirage sera établie avec les relevés dynamométriques.

La pose ne pourra être effectuée à une température inférieure à 0°C.

## Boîtes de jonction ou de dérivation

Les boîtes jonction ou de dérivations coulées auront pour principales caractéristiques :

* + D'être directement enterrables ;
  + D'être étanches à l'immersion : indice de protection conforme à la G1 ;
  + De permettre le raccordement de câbles armés de tension spécifiée jusqu'à 1 kV.

Elles seront conformes aux spécifications de la norme C 32-902. Leur remplissage sera réalisé avec une résine coulée polymérisable à froid.

A chaque boîte de jonction ou de dérivation, l'armure métallique du câble devra être reliée à la terre. A chaque extrémité du bus (coffret de couplage du BUS, SC, LC) l'armure devra être aussi reliée à la terre.

## Raccordement de l'armure métallique des câbles à la terre

L'armure métallique des câbles sera raccordée à la terre dans toutes les boîtes de jonction ou de dérivation, et à chaque extrémité (SC, coffret de couplage, LC).

* 1. **CABLES DE TYPE HAUTE TENSION 5.5KV**

## Caractéristiques des câbles HT Sirius

Les câbles Haute Tension seront des câbles secs à ceinture et à isolation PVC d'une section de 3x16 mm² CU Catégorie C3 suivant norme NF C 32-070

Ce câble sera conforme à la spécification EDF HN 33-S-22 jusqu'à la gaine de bourrage située au- dessus de l'écran cuivre de ceinture ; Ensuite, le câble est recouvert d'une armure lourde en acier galvanisé et d'une gaine de protection épaisse en polyéthylène basse densité de couleur rouge.

Un marquage sur la gaine extérieure indiquera "DIRIF". Un marquage spécifique indiquera la longueur de fabrication et l'année.

Les caractéristiques principales du câble sont :

* + Âme cuivre recuit nu ronde câblée rétreinte - Classe 2 NF C 32-013.
  + Isolation PCV :
    - Epaisseur nominal 2.5 mm
    - Diamètre 9.9 mm
  + Marquage en relief : « DIRIF - V - 3x16 CU - 6/6 kV - année 2016 - semaine (à préciser) - LOT N° (à préciser) »
  + Assemblage avec bourrage non-hygroscopique.
  + Gaine de ceinture PCV
  + Epaisseur 1.2 mm
  + Diamètre 24.9 mm
  + Ruban semi-conducteur.
  + Ecran cuivre recuit nu rubané.
  + Matelas.
  + Armure renforcée suivant NF C 32-050 de deux feuillards en acier de 0.5mm galvanisé posés à déjoint de 1/2 et couvre-déjoint.
  + Gaine extérieure Polyéthylène :
    - Epaisseur 2 mm
    - Couleur rouge
    - Diamètre maxi 34.3 mm.
  + Tension spécifiée : 6,6 kV,
  + Résistance linéique des conducteurs à 70°C : R1 = 1,38 Ω/Km,
  + Résistance linéique de l'écran rubané à 70°C : Re = 3,5 Ω /Km,
  + Réactance cyclique (directe ou inverse) : X1 = 0,111 W/Km,
  + Capacité apparente (ou de service) : C = 257 nF/Km à 20°C,
  + Capacité homo polaire : Ch = 140 nF/Km à 20°C.

## Boîte de jonction haute tension

Les jonctions en ligne seront réalisées au moyen de boîtes, selon une technique rubanée injectée pour câbles conformément aux spécifications techniques E.D.F. HN 33 S 22.

Sur échantillon, le matériel proposé, raccordement effectué, devra pouvoir supporter, par une immersion sous un mètre d'eau durant un mois, avec une électrisation permanente sous 18 000 V efficaces entre la terre et les trois phases réunies.

Le matériel proposé aura des caractéristiques au moins équivalentes au modèle 3M développé à la demande de la DiRIF.

* 1. **CABLES DE TYPE BASSE TENSION U1000 RVFV**

## Caractéristiques des câbles BT

Les dévoiements et les prolongements des câbles d’alimentation basse tension seront réalisés par l’intermédiaire de câble de type U1000 RVFV. Le nombre de conducteur, la section et la tension à employer dépendront tu terminal et de sa distance d’éloignement vis-à-vis du site technique de rattachement :

* + 3 conducteurs de section 4 ou 10 mm² avec vert/jaune pour l’alimentation des caméras de surveillance vidéo,
  + 2 conducteurs de section 16 ou 25 mm² pour l’alimentation des PMV. Ces câbles auront les caractéristiques principales suivantes :
  + Caractéristiques de construction :
    - Nature de l'âme Cuivre nu
    - Isolation XLPE (chemical)
    - Gaine interne Gaine d'étanchéité PVC
    - Armure Deux feuillards acier
    - Gaine extérieure PVC
    - Sans plomb Oui
  + Caractéristiques électriques :
    - Tension de service nominale Uo/U (Um) 0,6 / 1 kV
  + Caractéristiques mécaniques :
    - Résistance mécanique aux chocs Excellente
    - Flexibilité du câble Rigide
  + Caractéristiques d'utilisation :
    - Non propagateur de la flamme C2, NF C 32-070
    - Résistance chimique Accidentelle
    - Résistance aux intempéries Très bonne
    - Etanchéité AD7
    - Température maximale sur l'âme 90 °C
    - Température ambiante d'utilisation, plage -10 à 60 °C
    - Température maximale sur l'âme en court-circuit 250 °C
  + Normes de référence :
    - XP C 32-322
  1. **BOITE DE RACCORDEMENT BASSE TENSION**

Les boîtes de jonction ou de dérivation seront coulées et auront pour principales caractéristiques :

* D'être directement enterrables ;
* D'être étanches à l'immersion : indice de protection conforme à la G1 ;
* De permettre le raccordement de câbles armés de tension spécifiée jusqu'à 1 kV.

Elles seront conformes aux spécifications de la norme C 32-902. Leur remplissage sera réalisé avec une résine coulée polymérisable à froid.

Ces boîtes seront déterminées en fonction des câbles qui s’y raccordent, aussi bien la forme physique du moule que la résine qu’il contiendra. Les principaux paramètres sont les suivants :

* Tension du câble.
* Tension de service.
* Nombre de conducteurs et section et nature.
* Sous enveloppe commune ou unipolaire.
* Type d’isolation.
* Spécification du câble.
* Régime du neutre.
* Conditions de pose ...
  1. **CABLES DE TYPE COAXIAL**

Les câbles coaxiaux (KX) assurent le transport du signal vidéo de la caméra.

## Caractéristiques des câbles :

Les câbles devront être conformes à la norme NFC 93-550 et seront de type KX8 armé. Les câbles coaxiaux auront les caractéristiques principales suivantes :

* Ame : cuivre rouge 7 x 0.40mm
* Diélectrique : polyéthylène Ø 7.25mm
* Blindage par tresse
* Recouvrement : 85%
* Gaine intermédiaire : PVC vert Ø 10.3mm
* Armure : double feuillard acier
* Gaine extérieure : PVC noir
* Diamètre extérieur : 13.8mm
* Rayon de courbure : 280mm
* Poids : 340 kg/km
* Température d'utilisation : -20°C à +70°C
* Impédance : 75 Ohms
* Capacité nominale à 1KHz : 70 pF/m
* Résistance d'isolement à 20°C : > 5000 MΩ.km
* Rigidité diélectrique à 50 Hz : > 5000 V
* Affaiblissement maximum à 200 MHz : 12.0 dB/100m
* Normes de référence :
  + Norme française UTE C 93-550
  + Directive européenne RoHS
  1. **BOITE DE RACCORDEMENT CABLE COXIAL**

## Caractéristiques des boites

Les boîtes de jonction ou de dérivation seront coulées et auront pour principales caractéristiques :

* D'être directement enterrables ;
* D'être étanches à l'immersion : indice de protection conforme à la G1 ;
* De permettre le raccordement de câbles armés de tension spécifiée jusqu'à 1 kV.
* Elles seront conformes aux spécifications de la norme C 32-902. Leur remplissage sera réalisé avec une résine coulée polymérisable à froid.

Ces boîtes seront déterminées en fonction des câbles qui s’y raccordent ou s’y dérivant, aussi bien la forme physique du moule que la résine qu’il contiendra. Les principaux paramètres sont les suivants :

* Tension du câble.
* Tension de service.
* Nombre de conducteurs et section et nature.
* Sous enveloppe commune ou unipolaire.
* Type d’isolation.
* Spécification du câble.
* Régime du neutre.
* Conditions de pose ...

## Continuité des circuits

Les connexions des conducteurs des câbles de type série KX8 seront réalisées par l’intermédiaire de connecteurs de type BNC.

Chaque connecteur sera adapté à la nature et à la section du câble. Afin d’éviter l’endommagement du connecteur, la connexion sera réalisée par l’intermédiaire d’une pince à sertir pour câble coaxial. L’utilisation de pince type multiprise ou autre est à proscrire.

## Continuité de l’armure acier

La continuité électrique des armures acier sera assurée par un conducteur H07VK de section 2,5 mm² soudé sur les deux feuillards aciers de chacun des câbles.

* 1. **CABLE DE TYPE CUIVRE NU**

Un câble de terre en cuivre nu de section minimum 25 mm² sera à tirer dans tous les nouveaux cheminements d’alimentation en énergie afin d’assurer l’interconnexion :

* Des masses des postes livraison et de transformation 20 kV/5,5 kV,
* Des postes d'interconnexion et de distribution 5,5 kV,
* Des masses des transformateurs abaisseurs,
* Des équipements dynamiques,
* Des détecteurs,
* Les divers chemins de câbles métalliques,
* De toutes les masses métalliques situées à proximité du réseau, y compris les armures des câbles d'énergie et de transmission, par l'intermédiaire des bornes de masse des boîtes de jonction ou de dérivation.

Ce câble de terre sera posé en grande longueur (minimum de coupure). Les joints ou dérivations seront réalisées par l’intermédiaire de cosses de type « C » en cuivre étamée.

Chaque cosse sera adaptée à la nature et à la section des âmes 2x25 mm². Le sertissage sera conforme à la norme DIN 46235. Le calibrage de la sertisseuse et de la matrice sera adapté à la section. Chaque sertisseuse sera pourvue d’un certificat de conformité et d’étalonnage par un organisme agrée.

* 1. **MESURES SUR LES CABLES**

## Généralités

Les essais et mesures à réaliser sur les câbles comprennent :

* Les essais en usine.
* Les mesures des câbles avant travaux.
* Les mesures des câbles après pose et avant raccordement.
* Les mesures des câbles après travaux.

## Essais en usine

Les essais en usine devront être effectués conformément aux spéciations techniques de chaque type de câble et selon les normes :

* NF EN 50289 Câbles de communication - Spécifications des méthodes d'essais – Partie 1- 1 à 1-15.
* NF EN 60793-1-40 Fibres optiques - Méthodes de mesure et procédures d'essai - Affaiblissement - Partie 1-40.
* Spécification HN 33-S-22 pour les câbles haute tension.
* Spécification NF C 32-222 pour les câbles basse tension.

## Mesures à réaliser après pose et avant raccordement

Les mesures à réaliser après pose et avant raccordement des nouveaux câbles auront pour but de vérifier que ceux-ci n'ont pas été endommagés lors de la pose.

#### *Sur les câbles de téléphonie générale*

Afin de s'assurer que les câbles n'aient pas subi de dommages au cours de la pose, vingt-quatre heures au moins, après cette opération, il sera effectué sur chaque longueur unitaire de câble, les essais électriques suivants :

* + Essai de rigidité diélectrique sous 1500 volts C.C., pendant deux secondes, entre les écrans métalliques (écrans aluminium et armure acier) réunis aux conducteurs de l'âme du câble et la terre. La gaine de chacun des câbles devra supporter cet essai sans claquage, d'autant plus que ceux-ci auront été posés sous fourreaux.
  + Mesure d'isolement sous 500 volts C.C., entre les écrans métalliques (écrans aluminium et armure acier) et la terre. La gaine de chacun des câbles devra présenter un isolement supérieur à 100 M/km, d'autant plus que ceux-ci auront été posés sous fourreaux.
  + Mesure d'isolement sous 500 volts C.C., entre l'écran aluminium et l'armure acier reliée à la terre. La résistance d'isolement devra être supérieure à 100 M/km.
  + Essai de rigidité diélectrique sous 1500 volts C.C., pendant deux secondes, entre l'ensemble des conducteurs de l'âme du câble et les écrans métalliques (écrans aluminium et armure acier) reliés à la terre. Les isolants devront supporter cet essai sans claquage.
  + Mesures d'isolement sous 200 volts C.C., au moins, entre l'ensemble des conducteurs de l'âme du câble et les écrans métalliques (écrans aluminium et armure acier) reliés à la terre avec recherche d'éventuels défauts par fractionnement du faisceau si la valeur lue permet de supposer, qu'un fil au moins présente une résistance d'isolement inférieure à 1500 M/km.
  + Essai de continuité de chacun des conducteurs, fil de continuité d'écran et écran.
  + Essai de transmission sans erreur en gshdsl.

#### *Sur les câbles du Bus BT*

Afin de s'assurer que les câbles n'aient pas subi de dommages au cours de la pose, vingt-quatre heures au moins après cette opération, il sera effectué sur chaque longueur unitaire de câble, les essais électriques suivants :

* + Mesure d'isolement sous 500 volts C.C. entre chaque conducteur et les autres reliés à l'armure acier et à la terre,
  + Essai de rigidité diélectrique sous 2500 volts C.C. pendant cinq minutes, entre l'armure acier et la terre. La gaine de chacun des câbles devra supporter cet essai sans claquage, d'autant plus que ceux-ci auront été posés sous fourreaux,
  + Essai de rigidité diélectrique, sous 2500 volts C.C. pendant cinq minutes, entre chaque conducteur et les autres reliés à l'armure acier et à la terre. Les isolants devront supporter cet essai sans claquage.

#### *Sur les câbles FO*

Afin de s'assurer que le câble n'ait pas subi de dommages au cours de la pose, vingt-quatre heures au moins après cette opération, il sera effectué sur la longueur, les essais électriques suivants :

* + Essai de rigidité diélectrique sous 1500 volts C.C., pendant deux secondes, entre l'enveloppe métallique et la terre. La gaine du câble devra supporter cet essai sans claquage, d'autant plus que celui-ci aura été posé sous fourreaux,
  + Mesure d'isolement sous 500 volts C.C., entre l'enveloppe métallique et la terre. La gaine du câble devra présenter un isolement supérieur à 100 M/km, d'autant plus que celui-ci aura été posé sous fourreaux.

Toujours, afin de s'assurer que les fibres optiques n'aient pas subi de contraintes irréversibles, au cours de la pose et après que les essais électriques visés ci-dessus aient été réalisés avec succès, les fibres (2 par tube) seront mesurées par réflectométrie à 1550 nm.

Les résultats obtenus ne devront faire apparaître aucune contrainte.

Il est rappelé au Titulaire que les prolongations et raccordements réalisés sur les câbles FO au titre du marché auront pour objectif d’étendre le backbone du RTHD (IGE) et de mettre en œuvre de nouveaux liens IGL HT(Hors Tunnel) dont les débits atteignent les valeurs de 10 Gbits/s, soit un

temps de clock de 50 pico secondes. Les mesures par rétrodiffusion sont dans ce cas nécessaires mais insuffisantes ; elles seront complétées lors de l’aboutement de plusieurs tronçons FO, d’un test de vérification d’absence d’erreur de transmission entre deux EX 4200. Ce type d’équipement dispose, sur les ports FO, du jeu commande nécessaire au comptage d’erreur et à la mesure de la puissance optique reçus (Rx power) et émise (Tx power)

## Mesures à réaliser après raccordements

#### *Sur les câbles HT*

Après raccordements, les essais suivants seront réalisés sur les câbles HT. :

* + Essais sous tension alternative √3Uo (ou tension continue de 4Uo) pendant 15 minutes.
  + Essais de gaine sous tension alternative de 2 kV (ou tension continue de 7 kV) pendant 1 minute.
  1. **EXTREMITE DES CABLES**

## Pénétration des câbles dans le cuvelage des locaux techniques

De nombreux câbles vont devoir pénétrer dans les cuvelage étanche des sites techniques (BT, téléphonique général, HT, fibres optiques…). Les cuvelages étant étanche par construction, l'étanchéité au niveau de la pénétration des câbles devra être particulièrement soignée.

Les étanchéités réalisées au niveau des pénétrations des câbles devront garantir au minimum un niveau IP67 au sens de la norme NF EN 60529.

L'utilisation de manchons thermorétractables pour assurer l'étanchéité de la pénétration des câbles est autorisée, sous réserve que la température de rétreint des manchons choisis, n'altère pas les caractéristiques initiales des câbles, ni l'imperméabilité du cuvelage.

## Installation des têtes de câbles

#### *Fixations*

Toutes les têtes de câbles devront être installées sur des châssis métalliques. Ces châssis seront adaptés aux efforts liés au poids des têtes et des câbles installés au titre du projet et devront être prévus pour supporter d’éventuelles extensions. Les châssis devront être fixés par l'intermédiaire de vis et de chevilles métalliques en acier inoxydable directement dans l'enveloppe béton avec reprise au sol.

#### *Têtes de câbles optique*

Les têtes de câble optique seront installées dans un coffret au format 19". Ces coffrets seront fixés sur des châssis.

Les coffrets optiques seront équipés de tiroirs optiques afin d’y éclater les fibres optiques.

#### *Têtes de câbles pour circuits métalliques*

Les têtes de câble 51L sont intégrées dans un châssis spécifique modulaire (un châssis pour 8 quartes). Ces châssis seront fixés sur des fixations communes à plusieurs têtes.

L'intégralité des circuits disponibles sur les têtes de câble sera ramenée au répartiteur.

#### *Extrémités des bus BT*

Les coffrets permettant la transition entre les câbles BT venant du terrain (bus BT) et les câbles souples vers l'armoire de distribution, sont fixés au répartiteur BT. Les fixations de ces équipements seront réalisées suivant les principes décrits ci-dessus.

* 1. **REPARTITEURS**

## Dispositions projetées

Les principales dispositions consistent à construire un répartiteur complètement neuf et dimensionné pour accueillir les câbles définitifs.

## Gestion des répartiteurs

La DiRIF utilise actuellement un outil logiciel "REPART" développé spécialement pour la gestion des répartiteurs. Il sera mis à la disposition du Titulaire qui devra assurer, sous sa responsabilité, le renseignement de la base de données, pour tous les répartiteurs installés ou complétés au titre du projet. La responsabilité du Titulaire ne portera que sur les données qu'il aura introduites.

Dans ce logiciel une réglette est un ensemble de blocs (8 paires, 10 paires) constituant une fonction particulière et repérée par un libellé significatif. Chaque nouvelle réglette devra être créée et la fonction et le câblage de chaque paire devra être introduite dans ce logiciel. Sur les fermes de répartiteur vidéo, une réglette a un seul bloc, et correspond à une platine.

## Répartiteur téléphonique

#### *Structure des répartiteurs*

Le répartiteur sera constitué de fermes de type MS monoface comprenant les éléments décrits ci- après :

* + Montants en profilé d’alliage d’aluminium d’une hauteur de 2,280m.
  + Entretoises de montant pour la rigidité de l’ensemble et le passage des jarretières.
  + Bras support destinés à la fixation des réglettes ou têtes de câbles. Chaque bras support sera fourni avec écrou spécial pour permettre le déplacement sur un profilé MS sans perçage permettant la fixation du profilé en U de type EUROPE, destiné à recevoir les réglettes de type STG.
  + Anneaux de jarretierage avec écrou spécial.
  + Pied pour fixation au sol et pour rangement des câbles.

Les fermes seront reliées entre elles par des entretoises d’extension en largeur; 6 entretoises sont nécessaires pour un élément de 2 m. Le pas entre fermes sera de 250 mm.

Les références données ci-dessus correspondent à des matériels de fabrication "3M POUYET". Ces matériels pourront être remplacés par une autre fabrication, sous réserve que les caractéristiques et les fonctionnalités de ces matériels soient similaires.

#### *Composition des réglettes*

Les réglettes seront composées de blocs 8 paires (STGW8) ou de blocs 10 paires (STGW10), en fonction de la modularité de câblage des équipements.

Le nombre de blocs composant les réglettes seront variables. Ils devront être adaptés à la capacité des câbles que l’on veut y raccorder (impératif : 1 seul câble par réglette sera exigé). Les réglettes devront être conçues pour satisfaire aux normes de câblages européennes :

* + Encliquetage sur le profilé de type EUROPE.
  + Arrivée du câble par l’arrière.
  + Peignage latéral des jarretières.

Les réglettes devront être équipées de porte étiquettes. L'étiquette identifiant la réglette devra comporter un libellé identique à celui identifiant la réglette dans le logiciel "REPART".

#### *Caractéristiques techniques et fonctions des blocs*

Tous les câblages seront exclusivement réalisés en wrapping (blocs auto-dénudants interdits). Caractéristiques techniques des blocs :

* + Câblage de conducteurs de 0,4 à 0,8 mm.
  + Rigidité diélectrique : 4500V.
  + Résistance des contacts < 20 m  (fil 0,5 mm).
  + Résistance d’isolement sous 500V > 10 000 M .
  + Fonctions possibles des blocs :
  + Continuité.
  + Mise en Y.
  + Coupure.
  + Visu série.
  + Test parallèle.
  + Test série.

Tous les blocs devront être à coupure de ligne par insertion d’une fiche.

## Répartiteur vidéo

Les répartiteurs vidéo devront permettre, le brassage entre les signaux vidéo (bande de base) venant du terrain et les équipements de transmission.

La structure des répartiteurs vidéo sera identique à celle des répartiteurs téléphoniques.

Les embases vidéo permettant de raccorder les câbles devront être installées sur des platines en acier inoxydable par groupe de huit (dans le logiciel "REPART" une réglette = 8 paires vidéo).

La température d'utilisation des embases devra être dans une plage entre -65°C et +100°C. Les caractéristiques des embases sont données ci-après :

* + Caractéristiques électriques :
    - Impédance : 75
    - Fréquence d’utilisation : 0 à 1,5 GHz
    - R.O.S. modèles droits 1,30 max
    - Pertes d’insertion, modèles droits 0,2dB max à 3 GHz
    - Fuites HF -55dB min. de 2 à 3 GHz
    - Résistance de contact 10 m
    - Résistance d’isolement 5 000 M min.
  + Matériaux :
    - Corps et contact central mâle : laiton suivant QQ-B-626
    - Contact central femelle : bronze au béryllium traité suivant QQ-C-530
    - Férules : laiton
  + Isolants : PTFE Téflon
  + Joints : élastomère silicone
  + Revêtements :
    - Corps : nickel pour satisfaire à l’essai de corrosion
    - Contacts centraux : or

Seules les embases raccordées directement sur le câble sont autorisées ; les embases traversantes BNC/BNC sont interdites.

L’intégrateur veillera tout particulièrement aux dispositions particulières à prendre concernant les mises à la terre des câbles coaxiaux (KX6A sur BNC 75).

## Câblages internes aux locaux

#### *Câbles téléphoniques*

Les câbles utilisés pour les raccordements sur les réglettes du répartiteur téléphonique devront être de la série 278 6/10ème, sauf dans les locaux situés dans des bâtiments accueillant du personnel en permanence (cas typique des centres d’exploitation).

Les liaisons "numériques" à 2 Mbits/s seront toutes réalisées en câble type L904 homologué France Télécom, identique à celui utilisé pour les répartiteurs.

#### *Câbles vidéo*

Toutes les liaisons vidéo analogiques (signal vidéo arrivant directement au LC en bande de base) devront être réalisées avec du câble de type KX6A.

#### *Câbles basse tension*

Tous les câbles de distribution basse tension, à partir de l'armoire d'énergie vers les différents équipements, devront être de type H07 RNF de section adaptée à la puissance de l'équipement à raccorder.