

*direction générale de l'Aviation civile*

*direction des services de la Navigation aérienne  
direction de la Technique et de l'Innovation  
Déploiement et Support opérationnel*

**Document standard**

Référence : Fiche 5\_SPEC20\_V1R0  
Rédacteur : INS  
prenom.nom@aviation-civile.gouv.fr  
Tél. +33 (0) 562 14 59 92 – Fax : +33 (0) 562 14 50 06

# **Installations dans les centres de la navigation aérienne**

## **Spécifications générales SPEC20**

### **Fiche 5 - Fournitures et installations pour le câblage CFO-CFA**

**Projet / Opération :** Installations dans les centres de la navigation  
aérienne

**Version :** V1R0 du 14/01/2020





DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

## Sommaire

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>POSE ET PENETRATIONS DES CABLES .....</b>	<b>8</b>
2.1	Généralités	8
2.2	Traversée de parois	8
2.2.1	Système pour la sécurisation des traversées de parois	8
2.2.2	Traversée de paroi par percement ou par carottage	8
2.2.3	Remise en état	8
2.2.4	Repérage	8
2.3	Traitement des pénétrations	9
2.3.1	Contre les effets électromagnétiques	9
2.3.2	Obturation des pénétrations	9
2.3.3	Particularités des dispositions parasismiques	9
2.4	Pose sous tubes et fourreaux	10
2.5	Pose en réseaux busés	10
2.6	Pose en caniveau	11
2.7	Pose sur chemin de câbles	11
2.8	Les raccordements	11
<b>3</b>	<b>LES CHEMINEMENTS .....</b>	<b>12</b>
3.1	Définitions	12
3.2	Les tranchées	12
3.2.1	Spécifications communes	12
3.2.2	Câbles enterrés directement	12
3.2.3	Câbles sous conduits enterrés	13
3.2.4	Chambre de tirage	14
3.3	Les chemins de câbles	15
3.3.1	Principe	15
3.3.2	Installation	17
3.3.2.1	Installation sous faux plancher	17
3.3.2.2	Installation sous plafond	17
3.3.2.3	Installation murale verticale	17
3.3.3	Croisement	17
3.3.4	Raccordement	17
3.3.5	Repérage	18
3.3.6	Documentation	18

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

3.4	Petits conduits	18
3.5	Colliers ou clips	18
3.6	Goulotte, plinthe plastique ou métallique	18
3.6.1	Basse et très basse tension	19
3.6.2	Courants faibles	19
<b>4</b>	<b>INSTALLATION « COURANT FORT » (CFO)</b>	<b>20</b>
4.1	Caractéristiques des câbles	20
4.1.1	Code couleur	20
4.1.2	Section des câbles	21
4.1.3	Protection des câbles	21
4.1.4	Caractéristiques en intérieur	21
4.1.5	Caractéristiques en extérieur	22
4.1.6	Repérage des câbles	22
4.2	Borniers et mode de raccordement	23
4.3	Transformateurs BT/BT	23
4.4	Equipements électriques terminaux et leur alimentation	24
4.4.1	Protection différentielle des prises et bandeaux de prises BT	24
4.4.2	Les bandeaux 230V SC	24
4.4.3	Les bandeaux de prises secourus (SEC ou SD)	25
4.4.4	Bornier 230V SD	26
4.4.5	Bloc de prises courant continu	26
4.4.6	Les prises 24 Vcc	27
4.4.7	Les prises -48 Vcc	27
4.4.8	Les éclairages	28
4.4.9	Les équipements	28
4.5	Arrêt d'urgence des locaux	29
<b>5</b>	<b>INSTALLATION « COURANTS FAIBLES » (CFA)</b>	<b>30</b>
5.1	Spécificités communes	30
5.1.1	Les câbles	30
5.1.2	Mise à la masse	30
5.2	Installations des Réseaux Ethernet Cuivre	31
5.2.1	Présentation	31
5.2.2	Principe	31
5.2.3	Câblage selon la norme EIA 568B	33
5.2.4	Connecteur RJ45	34
5.2.5	Bandeau RJ45 en baie	35
5.2.6	Support passe-câbles horizontal en baie	35
5.2.7	Bandeau RJ45 en faux plancher technique : Point de consolidation	35
5.2.8	Bloc RJ45 sur établis techniques	36
5.2.9	Bloc RJ45 en saillie	36

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

5.2.10	Câble réseau : Lien permanent	36
5.2.11	Jarretière Ethernet	36
5.2.12	Lien patch	37
5.2.13	Performances de la liaison Ethernet	37
5.2.14	Tests des performances de la liaison Ethernet	37
5.3	Installations des Réseaux bas débit cuivre	38
5.3.1	Réglettes CAD (Contact Auto Dénudant)	38
5.3.2	Détails des liaisons	39
5.3.3	Câbles multipaires bas débit	39
5.3.4	Câbles de téléphonie	40
5.3.5	Les cordons prolongateurs	40
5.3.6	Raccordement	40
5.4	Installations des liaisons coaxiales	42
5.4.1	Les câbles coaxiaux	42
5.4.2	Raccordement	42
5.5	Installations des liaisons en fibres optiques	43
5.5.1	Présentation	43
5.5.2	Principe	43
5.5.3	Les fiches (connecteurs) optiques	44
5.5.4	Les panneaux de brassage optique simplex	46
5.5.5	Les panneaux de brassage optique duplex	46
5.5.6	Les jonctions terminales optiques	46
5.5.7	Raccordement des fibres optiques	47
5.5.8	Répartiteurs et sous-répartiteurs « réseau optique »	47
5.5.9	Caractéristiques physiques des câbles fibres optiques	47
5.5.10	Les jarretières optiques simplex	49
5.5.11	Les jarretières optiques duplex	50
5.5.12	Performances des fibres optiques	50
5.5.13	Tests des performances des fibres optiques	51
5.5.14	Bilan optique théorique global de la liaison	51
5.5.15	Les Précautions d'installation de la fibre optique	52
<b>6</b>	<b>SYNTHESE DES TESTS DES LIAISONS CABLEES .....</b>	<b>53</b>
6.1	Généralités	53
6.2	Liaisons électriques	53
6.3	Liaisons coaxiales	53
6.4	Liaisons multipaire bas débit et téléphonique	53
6.5	Liaisons réseaux	53
6.6	Liaisons optiques	53

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

## 1 INTRODUCTION

---

L'ensemble des fiches qui décrivent les spécifications techniques constitue une référence pour l'ensemble des services de la DGAC en charge de la réalisation d'une opération d'installation (DTI, sites de la DO, SNIA).

Par la suite, le terme « maître d'œuvre » sera utilisé pour désigner tous les services de la DGAC mentionnés ci-dessus.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

## 2 POSE ET PENETRATIONS DES CABLES

### 2.1 GENERALITES

Pour faciliter le tirage des câbles dans les conduits, des lubrifiants type paraffine sont autorisés. Tout autre produit (savon, huile...) est totalement prohibé.

L'espacement minimal entre les câbles « courants forts » et « courants faibles » sera de 30 cm.

Les croisements entre câbles de différents types seront effectués à angle droit.

Les conducteurs seront disposés le plus près possible d'un plan de masse. Le respect de cette règle sera obtenu en utilisant notamment des chemins de câbles soigneusement raccordés au réseau de masse du bâtiment.

### 2.2 TRAVERSEE DE PAROIS

#### 2.2.1 Système pour la sécurisation des traversées de parois

Pour toute traversée des structures (mur, sol en béton) nécessaire au cheminement de liaisons, un système de traversée modulaire, étanche et coupe-feu pour câble sera systématiquement installé.

Le système (type MCT) sera articulé autour de 2 éléments : un cadre métallique et des modules en élastomère, résistants au feu, aux pressions élevées, aux températures extrêmes, aux vibrations et aux dommages des rongeurs ainsi qu'aux produits chimiques. Le serrage des composants en fera un presse-étoupe très efficace pour les câbles.

Le titulaire devra prévoir une marge de 30% des liaisons installées pour calculer la section de la traversée. Pour cela l'entreprise prendra une section moyenne des câbles. Si besoin, pour satisfaire cette préconisation, l'entreprise fournira et installera des traversées modulaires complémentaires.

La pose du système de traversée se fera en scellement ou en applique.

#### 2.2.2 Traversée de paroi par percement ou par carottage

La substitution du perforateur traditionnel ou du marteau piqueur par la technique du carottage au foret diamant se justifiera pour la traversée de paroi de section supérieure à 5 cm et pour des liaisons de section supérieure à 25 mm<sup>2</sup>. Pour se faire, l'entreprise mettra en œuvre tous les moyens nécessaires à la rétention puis à l'élimination de toute présence de gravats et de poussière pendant les travaux. La fixation de la carotteuse se fera sans chevillage.

#### 2.2.3 Remise en état

L'entreprise prendra toutes les dispositions nécessaires à l'évacuation des gravats et à la remise en état des parois (bonne finition du scellement et reprise de peinture).

#### 2.2.4 Repérage

De part et d'autre de la paroi, un repérage de câble sera effectué conformément à la règle de nommage défini dans le carnet de câble du site.



DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

## 2.3 TRAITEMENT DES PENETRATIONS

### 2.3.1 Contre les effets électromagnétiques

Les cheminements et pénétrations des câbles seront réalisés de manière à protéger les installations des effets dus aux perturbations électromagnétiques.

Les préconisations de la fiche technique *Traitement des câbles* du Guide d'aide à la protection contre la foudre, GPF 09, seront appliquées.

Cette fiche technique indique que ces dispositifs de protection devront être situés au plus près de l'entrée/sortie des câbles dans les bâtiments. Tout câble pénétrant dans un bâtiment et comportant un élément métallique (conducteur, armure, feuillard, blindage...) sera équipé d'un dispositif de protection contre la foudre.

Le titulaire prendra toutes les dispositions pour ne pas faire cheminer ensemble des liaisons avant parafoudre avec des liaisons après parafoudre.

### 2.3.2 Obturation des pénétrations

Les conduits de pénétrations extérieures seront obturés après passage des câbles par une protection étanche, ne présentant aucun retrait et ne fissurant pas au séchage, ignifuge et restituant le degré coupe-feu de la zone pénétrée.

Les traversées intérieures des parois, planchers, murs ou cloisons seront obturées après passage des câbles par un procédé ignifuge restituant le degré coupe-feu des zones traversées, étanche aux fumées, facile à mettre en œuvre et à déposer.

Au niveau des locaux opérationnels, les pénétrations seront réalisées grâce à des cadres de type MCT, Roxtec, Scotch (ou équivalent) équipés des modules adéquats.

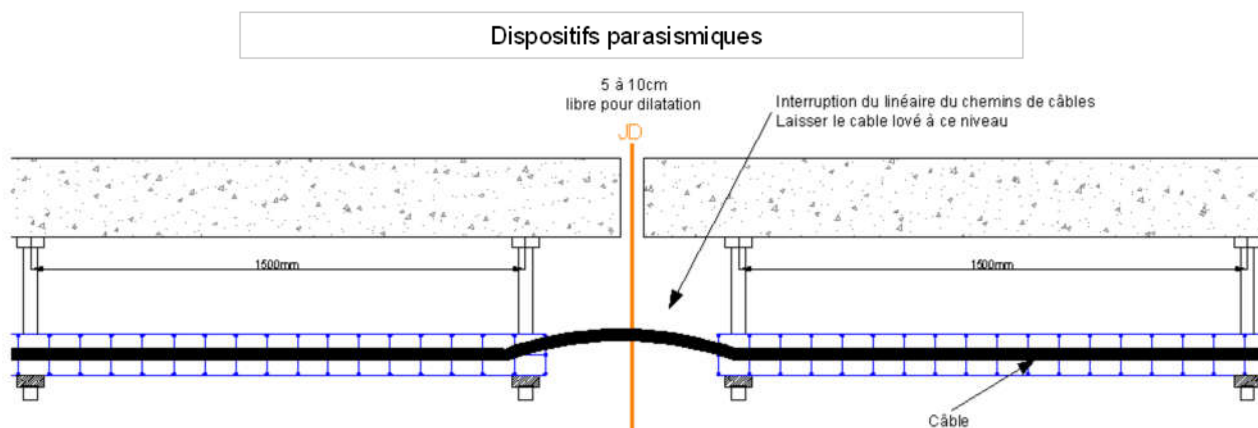
### 2.3.3 Particularités des dispositions parasismiques

Les câbles doivent comporter des tronçons lâches notamment au niveau :

- des pénétrations dans le bâtiment,
- des joints de dilatation,
- des raccordements aux appareils.

Tous les composants doivent être rigidement fixés, les écrous seront bloqués (contre écrous ou écrous Nylstop, joint frein,...).

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020



Les liaisons de masses entre les chemins de câbles se feront par huit tresses plates de cuivre étamé (de sections équivalentes au 30x2mm) fixées mécaniquement de part et d'autre.

## 2.4 POSE SOUS TUBES ET FOURREAUX

Les câbles de type courants faibles chemineront dans des conduits spécifiques, en respectant les règles d'éloignement définies pour les chemins de câbles.

Les règles d'éloignement, entre câbles de type courants faibles exclusivement, pourront être ramenées à :

- 2 cm pour des cheminements en parallèle sur une longueur < 2,5 m,
- 4 cm pour des cheminements en parallèle sur une longueur comprise entre 2,5 m et 10 m,
- 1 cm si le conduit est entièrement métallique et raccordé à la masse.

Dans les zones à fort rayonnement électromagnétique, les câbles seront protégés, du chemin de câbles jusqu'à la prise terminale, par un fourreau métallique relié à la terre.

## 2.5 POSE EN RESEAUX BUSES

Le titulaire devra respecter les spécificités de pose décrites par le fabricant, il respectera notamment les contraintes mécaniques dues aux manipulations et au tirage du câble.

Pour faciliter les interventions ultérieures, des excédents de longueur de câbles courants faibles seront lovés dans les chambres de tirage dans les cas suivants :

- 15 mètres d'excédent à l'entrée d'un bâtiment,
- 5 mètres d'excédent tous les 150 mètres de câble.

Pour les câbles HT et BT, une boucle de longueur de câble devra être lovée dans les chambres de tirage situées aux extrémités des liaisons.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

## 2.6 POSE EN CANIVEAU

Le titulaire prendra toutes les précautions nécessaires lors de l'ouverture du caniveau afin que les dalles de couverture ne tombent pas sur les câbles en caniveau.

Il s'assurera du bon état du feuillard de cuivre étamé 30 x 2mm et le cas échéant le réparera ou réalisera sa pose et son raccordement au plan de masse de l'ouvrage tenant au présent caniveau.

Les câbles BT et TBT et courants faibles chemineront sur des chemins de câbles éloignés du fond du caniveau de 10 cm au moins.

## 2.7 POSE SUR CHEMIN DE CABLES

Les câbles seront attachés à l'armature par colliers plastiques ou par sangles velcro tous les 50cm minimum et à chaque changement de direction. Les câbles seront positionnés de manière parfaitement rectiligne et parallèle entre eux (sans croisement inutile).

Les câbles courants faibles et courants forts chemineront sur des chemins de câbles séparés. A titre exceptionnel et sur demande argumentée du titulaire, Le maître d'œuvre pourra donner son accord pour un cheminement commun de câbles courants forts et courants faibles. Dans ce cas, ils devront être positionnés de part et d'autre du chemin de câbles.

Les rayons de courbure admissibles des câbles devront être respectés.

Deux couches de câbles ne seront tolérées qu'à titre exceptionnel et sur demande.

Le titulaire s'assurera de la présence d'un feuillard de cuivre étamé 30 x 2mm fixé mécaniquement et le cas échéant réalisera sa pose conformément au paragraphe 3.3.2.

## 2.8 LES RACCORDEMENTS

Les éléments métalliques des câbles (armure, feuillard, blindage,...) seront raccordés à la masse aux deux extrémités.

Les raccordements en ligne seront protégés par des boîtes de jonction étanches (pouvant supporter une immersion prolongée dans un regard) et seront situés dans des chambres de tirage. Cette pratique devra être validée par le maître d'œuvre en cours de chantier.

Tous les conducteurs inutilisés seront reliés à la masse à chaque extrémité.

Dans le cas des blindages ou des écrans, la reprise de masse se fera sur 360° à l'aide de colliers appropriés.

Toutes les mises à la masse se feront au plus court, les boucles étant proscrites.

Les connecteurs des câbles « courants faibles » seront équipés de capots métalliques.

L'écran ou le blindage d'un câble ne devra jamais être utilisé comme conducteur de retour.

Les conducteurs aller et retour devront rester voisins et être dans le même câble.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

## 3 LES CHEMINEMENTS

### 3.1 DEFINITIONS

- Conduit :

Ce terme désigne tous les types de gaine de protection pour des liaisons câblées (buse, fourreau et tube).

- Buses :

Il s'agit des conduits rigides bétonnés ou acier pouvant relier des chambres de tirage et créant ainsi un réseau de cheminement extérieur rectiligne. Elles sont généralement utilisées pour réaliser des passages de grande capacité sous des voies de circulation ou des ouvrages lourds nécessitant une résistance à l'écrasement, leur diamètre est généralement supérieur à 150mm.

- Fourreaux :

Il s'agit de conduits PVC semi-rigides métallisés ou en plastique, annelés ou pas, dont le diamètre dépasse rarement 200mm, formant un passage de câbles vers un équipement, un local ou formant un réseau de cheminement extérieur par l'intermédiaire de chambres de tirage.

- Tubes :

Il s'agit de conduit pour, généralement un seul câble servant à son cheminement rectiligne ainsi qu'à sa protection.

### 3.2 LES TRANCHEES

#### 3.2.1 Spécifications communes

La profondeur de la tranchée sera au minimum de 0,6 m et 0,8 m pour une tranchée pour câble HT.

Les câbles ne seront pas posés directement en terre.

Avant enfouissement, une visite de chantier sera organisée pour vérifier le respect de toutes les règles énoncées ci-dessus.

Les traversées de voies seront réalisées par buses ou des tubes plastiques noyés dans du béton.

L'entreprise mettra en place une sécurité renforcée lors de l'ouverture et la fermeture de tranchées, notamment en assurant la présence minimum de 2 personnes sur place en même temps. Dans le cas de tranchées réalisées à l'intérieur d'une enceinte aéroportuaire, les personnels de chantier devront être équipés de moyens radio et obtenir le permis de conduire sur l'aire de trafic (TRA) et/ou de manœuvre (MAN).

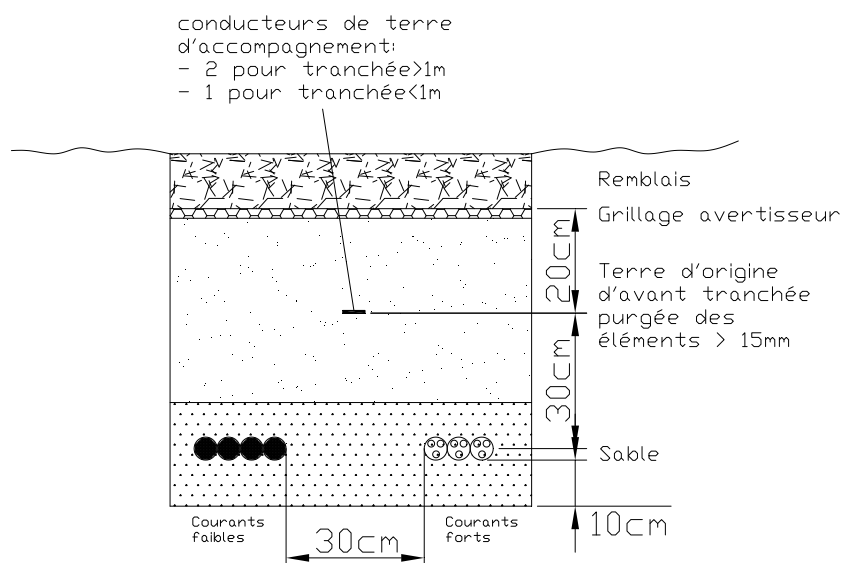
Les ouvertures de tranchées seront effectuées par des moyens manuels (à la pelle) en absence de plan de récolement ou à l'approche des conduits enterrés.

#### 3.2.2 Câbles enterrés directement

Les séparations latérales et verticales entre câbles de type courants forts et câbles de type courants faibles seront au minimum de 30 cm.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

Ci-dessous, le principe de la réalisation d'une tranchée de câbles enterrés directement:

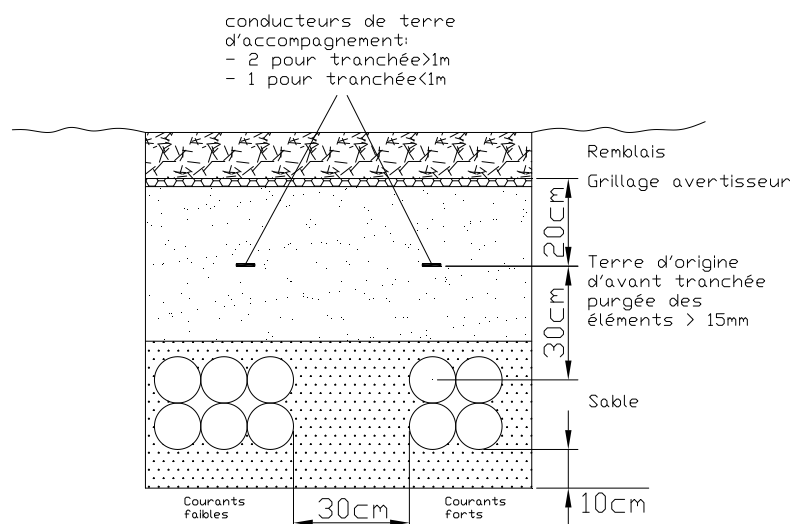


Le titulaire devra respecter les spécifications suivantes :

- les cheminements seront balisés en surface par des plots de béton repérés et disposés à chaque changement de direction, à l'entrée et à la sortie de traversées de voies, à la pénétration des bâtiments et au minimum tous les 50 m dans les sections droites,
- Lors du rebouchage de la tranchée, les différentes couches de matériaux seront compactées
- Le ou les conducteurs de terre seront réalisés par du méplat de cuivre étamé 30 x 2 mm,
- Le titulaire respectera strictement la fiche N°2 (réseau de terre) du GPF. Le chapitre 2.8 décrit notamment le cheminement des méplats de cuivre en contournant les chambres de tirages, le raccordement au premier ceinturage ainsi que la mise en place de piquets de terre.

### 3.2.3 Câbles sous conduits enterrés

Ci-dessous, le principe de la réalisation d'un réseau busé ou de fourreaux.



DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

Le titulaire devra respecter les spécifications suivantes :

- Réaliser une chambre de tirage à chaque changement de direction de la tranchée,
- Réaliser des chambres de tirage tout le long du parcours conformément au § 3.2.4,
- Lors du rebouchage de la tranchée, les différentes couches de matériaux seront compactées
- Le ou les conducteurs de terre seront réalisés par du méplat de cuivre étamé 30 x 2 mm,
- Le titulaire respectera strictement la fiche N°2 (réseau de terre) du GPF. Cette fiche décrit notamment le cheminement des méplats de cuivre en contournant les regards ainsi que la mise en place de piquets de terre.

Les conduits « courants faibles » seront de type métalloplastique. Les conduits seront si possible de couleur rouge pour l'électricité (BT et MT), vert pour la télécommunication et orange pour la fibre optique.

Les diamètres minimum des conduits seront :

- 160mm pour les câbles "haute tension",
- 110mm pour les câbles "basse tension",
- 80mm pour les câbles "courants faibles".

### 3.2.4 Chambre de tirage

Des chambres de tirage seront réalisées en béton armé et placées aux tenant et aboutissant, à chaque changement de direction et, dans les tracés rectilignes un tous les :

- 200 m pour des réseaux courants faibles,
- 150 m pour les réseaux courants forts ou mixtes (courants forts/courants faibles),
- 50m pour les réseaux courants forts (BTA sections >70mm<sup>2</sup> et HTA).

Les dimensions des ouvertures des chambres de tirage en haute tension seront :

- de type K3C minimum tout le long des réseaux busés,
- double K3C (avec une profondeur spécifique de 1800 mm équipé d'une échelle scellée) pour les regards en entrée bâtiment. En partie haute, il sera positionné sur toute la surface de la chambre de tirage une grille antichute.

Les dimensions des ouvertures des chambres de tirage en basse tension seront de type L3T minimum tout le long des réseaux busés.

Pour les réseaux exclusivement courants faibles, les dimensions des ouvertures des chambres de tirage seront du type LT dimensionnées de façon à respecter les rayons de courbures des câbles.

Le fond du regard devra être au minimum situé à 20 cm en dessous des pénétrations de buses.

Toutes les chambres seront équipées de tampon 250 kN (400 kN aux abords des pistes, taxiways et parkings).

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

## 3.3 LES CHEMINS DE CABLES

### 3.3.1 Principe

Le titulaire respectera strictement la fiche N°4 (protection des locaux sensibles) et son chapitre 4 (cheminement des câbles) du GPF.

Lorsque des prestations de fourniture et de pose de chemins de câbles sont spécifiées dans un CCTP ou une note technique, il convient de comprendre l'approvisionnement et la mise en place :

- des chemins de câbles proprement dits,
- des accessoires de fixation (consoles, potences, chandelles, rehausses, brides, visserie...)
- du méplat de cuivre sur toute la longueur du cheminement avec ses fixations et son raccordement régulier au réseau de masse.

Ces prestations concerneront l'ensemble du cheminement décrit dans le CCTP ou la note technique.

Les cheminements des câbles "HT", "BT" et "courants faibles" se feront sur des supports (chemins de câbles) séparés.

Si aucune indication de dimension n'est exigée au CCTP ou la note technique, les chemins de câbles seront dimensionnés pour une réserve utile de 30%. Les hauteurs d'ailes seront supérieures au diamètre du câble le plus gros et au minimum de 50mm.

Le capotage des chemins de câble sera réalisé pour au moins une des conditions suivantes :

- cheminement extérieur,
- chemin de câble pour câble HT,
- circulation dans des zones à fort rayonnement magnétique (zones indiquées dans le CCTP ou la note technique).

Les chemins de câbles, leurs accessoires de fixation ainsi que leur capot éventuel circulant en dehors des bâtiments seront de type inoxydable.

Pour les cheminements intérieurs, les chemins de câbles et leurs supports seront en acier galvanisé à chaud.

Les découpes seront traitées anticorrosion.

Lorsque des chemins de câbles de nature différente (HTA, BTA, TBT) suivent des parcours parallèles, ils seront séparés par une distance de 30 cm au moins. Les croisements seront séparés verticalement de 30 cm minimum.

Les changements de direction seront réalisés en respectant les rayons de courbure des câbles.

Les chemins de câbles épouseront les formes arrondies des plongées ou remontées de câbles. Aucun angle vif ne devra risquer de blesser les câbles.

Les chemins de câbles d'arrivée de câbles en baie ou en armoire, qu'ils soient en hauteur et/ou en faux-plancher, seront mécaniquement fixés à l'armature. Le méplat de cuivre cheminant avec le chemin de câbles sera raccordé grâce à un kit de mise à la masse au châssis.

A l'intérieur des bâtiments, les chemins de câbles seront de type « autoportant » (distance entre les supports inférieure ou égale à 1,3 m) ; aucune flèche ne sera tolérée et ils devront pouvoir supporter l'appui d'une échelle sans déformation.

Selon le cas, les chemins de câbles seront supportés :

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

- soit par une ferrure fixée à la dalle,
- soit par une console, elle-même supportée par des chandelles préfabriquées.

Un méplat de cuivre étamé 30x2 mm sera fixé le long et à l'extérieur de chaque chemin de câbles, à raison d'une fixation tous les 30 cm.

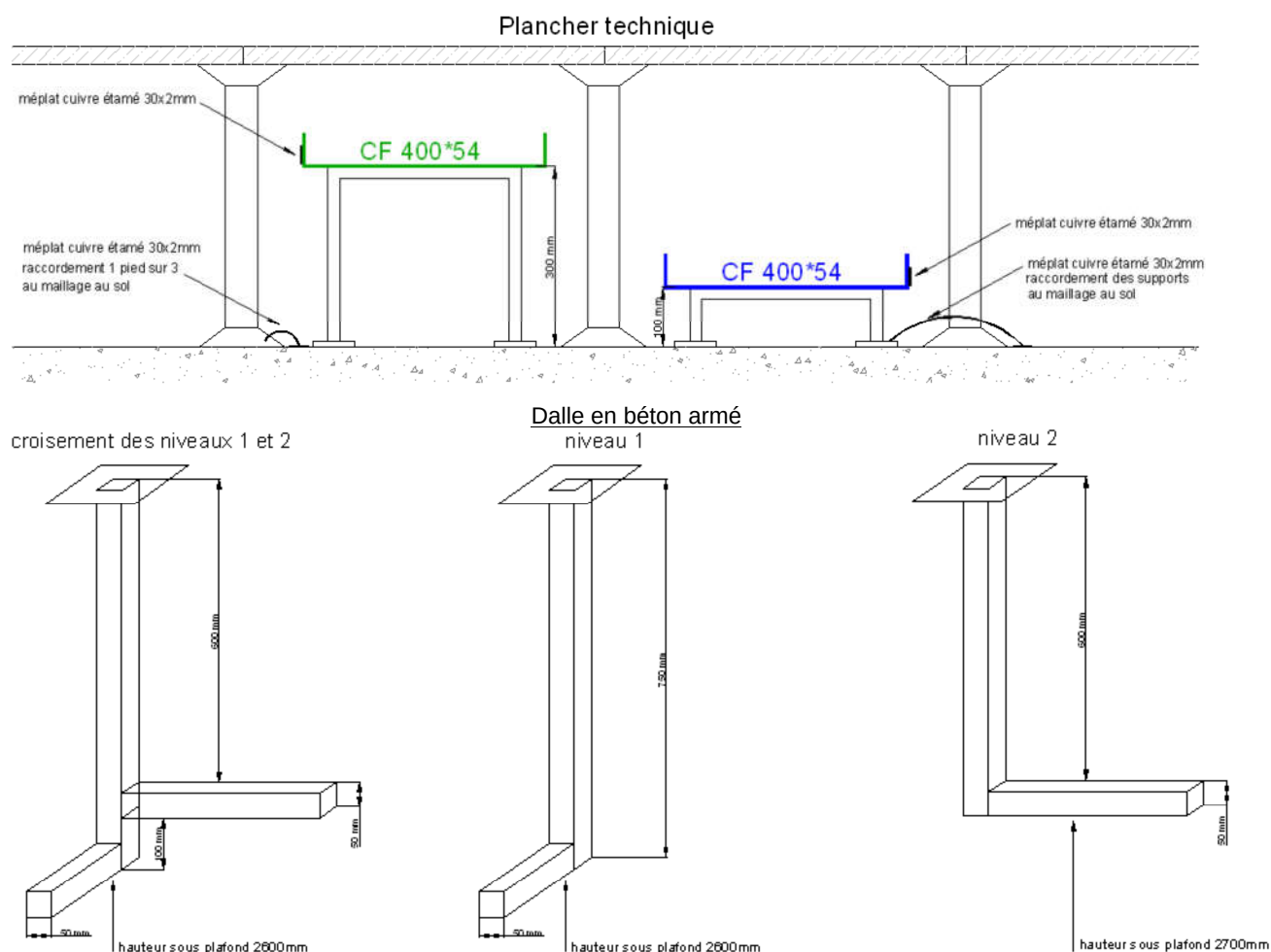
La fixation sera réalisée de préférence par des colliers métalliques INOX (exemple : collier type STB, marque Mécattraction) avec serrage mécanique à la pince de serrage (exemple : code 3763 Marque : TELENCO), adaptés au type de chemin de câbles.

En faux-plancher, le méplat de cuivre fixé le long de chaque chemin de câbles sera raccordé tous les 1,20 m au réseau de masse.

Les capots des chemins de câbles seront également raccordés au méplat de cuivre posé le long du chemin de câbles.

Dans le cas de cheminements parallèles de plusieurs chemins de câbles, l'interconnexion des méplats de cuivre 30x2 mm sera réalisée tous les 10 m.

#### *Principe d'installation des supports de chemins de câbles*



#### **Haute tension**

Les chemins de câbles seront de type dalle marine capotée.

Les cheminements seront définis de manière à protéger le plus efficacement possible les installations des effets dus aux perturbations électromagnétiques.



DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

Ces chemins de câbles HT seront exclusivement dédiés à la haute tension : aucun autre type de liaison n'est autorisé.

### **Basse et très basse tension**

Les chemins de câbles BT et TBT seront du type « Cablofil » ou équivalent, en fil soudé avec un pas de maille de 100 x 50 mm.

### **Spécificité pour les chemins de câbles courants faibles :**

Les chemins de câbles courants faibles seront de type « Cablofil », leurs supports seront à bords lisses et les découpes traitées contre la corrosion.

La distance entre chemin de câbles et tubes fluorescents sera de 50 cm au moins.

## **3.3.2 Installation**

### **3.3.2.1 Installation sous faux plancher**

Lors d'installation sous faux plancher, conformément aux prescriptions ci-dessus, les chemins de câbles seront de type autoportant, installés sur des supports métalliques surélevés d'au moins 100mm, eux-mêmes ancrés dans la dalle béton, et espacés d'un mètre au maximum.

### **3.3.2.2 Installation sous plafond**

Lors d'installation sous plafond, conformément aux prescriptions ci-dessus, les chemins de câbles seront de type autoportant, installés sur des suspentes métalliques, elles-mêmes solidarisiées au plafond et espacées d'un mètre au maximum. Lors de l'installation en salle technique, les chemins de câbles ne devront pas circuler à plus de 3,50m du faux-plancher, et à moins de 30 cm des baies.

### **3.3.2.3 Installation murale verticale**

Lorsque les chemins de câbles seront installés verticalement contre un mur, les fixations seront dimensionnées afin d'empêcher l'arrachement de l'ouvrage sous son propre poids mais en obtenant une épaisseur la moins importante possible. De plus, la hauteur des ailes du chemin de câbles pourra être réduite dans ce but.

Enfin, ces chemins de câbles seront capotés sur les deux premiers mètres depuis le sol.

## **3.3.3 Croisement**

Lors de croisement, le titulaire veillera à respecter un espacement de 30cm entre les chemins de câbles en mettant en œuvre des plans inclinés d'une part, et à respecter un angle de croisement de 90° d'autre part.

## **3.3.4 Raccordement**

Tous les chemins de câbles seront équipés d'un méplat de cuivre étamé de 30x2mm fixé tous les 30cm sur toute la longueur sur l'extérieur de l'une de leurs ailes à l'aide de colliers métalliques. De plus, ce méplat sera interconnecté au réseau de masse du bâtiment à l'aide de raccords en acier inoxydable.

Sous le faux plancher de la salle technique, les chemins de câbles seront interconnectés à un vérin de support tous les 1.20m.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

### 3.3.5 Repérage

Le titulaire mettra en œuvre un étiquetage du chemin de câbles à l'aide de support à clipper tous les 2m, permettant de l'identifier clairement. Le texte et la couleur d'étiquetage seront définis en réunion d'ouverture de chantier.

Le texte du repère reprendra le type de câbles qui cheminera dans le chemin de câbles (HT, BT, CF) ainsi qu'un chiffre incrémenté de 2 de proche en proche, permettant de facilement calculer la distance entre deux repères éloignés.

Etiquette plastiques (gravoply)	Ecriture	couleur de fond
Courant fort	noir	jaune
Courant faible	noir	jaune
Etiquette plastiques (gravoply)	identification	
Courant fort	Maître d'œuvre-CFO	-numéro d'ordre
Courant faible	Maître d'œuvre -CFA	-numéro d'ordre

Suivant les centres, les repérages pourront être différents et seront spécifiés dans la note technique.

### 3.3.6 Documentation

À l'issue de l'installation de nouveaux chemins de câbles, le titulaire fournira systématiquement les plans d'implantation de ceux-ci. Ces plans, au format Autocad, seront soumis à vérification et validation du maître d'œuvre.

## 3.4 PETITS CONDUITS

Ce cheminement restera exceptionnel et avec l'accord explicite du maître d'œuvre pour les cas suivants :

- cheminements encastrés ou noyés dans les maçonneries, cloisons préfabriquées, conduits particuliers,
- traversées de murs, de cloisons, de planchers ou faux plafond,
- dans les vides de constructions non démontables.

L'emploi de fourreaux métallisés pourra être exigé ainsi que leur raccordement au réseau de masse.

## 3.5 COLLIERS OU CLIPS

Hors chemin de câbles, ce mode de pose est proscrit pour les installations « courants forts » et « courants faibles ».

## 3.6 GOULOTTE, PLINTE PLASTIQUE OU METALLIQUE

Ce mode de pose est proscrit en HT.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

### 3.6.1 Basse et très basse tension

Les goulottes en plastique sans halogène seront généralement utilisées pour la distribution terminale dans les bureaux et les locaux « vie ». Ce mode de pose ne sera pas utilisé pour le cheminement de câbles entre deux niveaux, par exemple une liaison plancher surélevé (à libre accès) / tableau mural.

Les goulottes ou plinthes seront dimensionnées suivant les types de circuits acheminés :

- circuit BT ou TBT seul, un compartiment,
- circuits BT et TBT, deux compartiments, un pour chacun,
- circuits BT et/ou TBT et circuits « courants faibles », un compartiment pour chacun, sachant que les circuits « courants faibles » devront être distants des autres de 4 cm, sur toute la longueur du cheminement.

Dans les locaux techniques, les goulottes seront de type métallique, mises à la masse.

### 3.6.2 Courants faibles

Les goulottes plastiques seront utilisées pour la distribution terminale dans les bureaux et les locaux « vie ».

Les goulottes ou plinthes seront dimensionnées suivant les types de circuits :

- circuit type courants faibles seul : un compartiment,
- circuits BT et/ou TBT et circuit de type courants faibles : un compartiment pour chacun, sachant que les circuits de type courants faibles devront être distants des autres de 4 cm sur toute la longueur du cheminement.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

## 4 INSTALLATION « COURANT FORT » (CFO)

### 4.1 CARACTERISTIQUES DES CABLES

#### 4.1.1 Code couleur

Le code couleur des câbles devra respecter la norme NFC 15-100, aucune dérogation n'est admise.

Le conducteur bleu servant de neutre ne pourra en aucun cas être utilisé comme conducteur de phase. Les conducteurs de protection PE et PEN seront teintés vert-jaune dans la masse sur toute leur longueur.

De plus, le conducteur de protection PEN vert/jaune teinté dans la masse pour les sections jusqu'à 25mm<sup>2</sup> sera repéré par une bague bleue aux extrémités et protégée par une gaine thermo rétractable transparente. Pour les plus fortes sections de câbles, les extrémités comporteront 2 bagues de couleur (l'une vert-jaune et l'autre bleue) protégées par une gaine thermo rétractable transparente.

#### Code couleur

Les couleurs de la filerie de câblage seront :

Neutre	: bleu clair,
Phase 1	: marron,
Phase 2	: noir,
Phase 3	: orange,
PE	: vert-jaune teinté dans la masse de l'isolant,
PEN	: vert-jaune teinté dans la masse de l'isolant et manchons bleus,
Pôle + 48Vcc	: rouge teinté dans la masse de l'isolant et manchons blanc,
Pôle + 24Vcc	: rouge teinté dans la masse de l'isolant,
Pôle + 12Vcc	rouge teinté dans la masse de l'isolant et manchons bleu,
Pôle -	: bleu foncé.

Pour respecter ce repérage, chaque extrémité de conducteur sera équipée d'un embout aux couleurs conventionnelles. Une gaine thermorétractable transparente sera mise en place sur le manchon de couleur.

L'utilisation de rubans adhésifs et d'embouts caoutchoutés est proscrite.

Chaque conducteur électrique comportera aussi un système de bagues-repères imperdables à chacune de ses extrémités. Ces bagues-repères indiqueront la codification du conducteur.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

### 4.1.2 Section des câbles

Dans tous les cas :

- La section du conducteur neutre sera supérieure ou égale à celle des phases.
- La section du conducteur PE sera égale à celle des phases pour tous les câbles multipolaires et unipolaires.

Selon les cas :

- Sur le réseau SC opérationnel, le PE aura également la même section que les phases.
- De plus, sur le réseau SC opérationnel, la section des câbles prévue sera au minimum :
  - Départ de 160 A (NSX 250) : 5G95mm<sup>2</sup>,
  - Départ de 87 A (NSX 100) : 5G35mm<sup>2</sup>,

Dans le cas où la section de câble à utiliser n'est pas précisée dans le CCTP ou la note technique, le titulaire effectuera et fournira les calculs nécessaires pour déterminer celle-ci, avec pour contraintes :

- une chute de tension inférieure à 3% entre le TD et le bloc de 8PC+T pour les réseaux alternatifs,
- une chute de tension inférieure à 1V entre la source et les blocs de prises pour les réseaux continus, (Cette chute de tension admissible sera mesurée en fonctionnement sur batterie)
- une cohérence avec des protections amont choisies afin d'obtenir une sélectivité totale.

Si la section calculée dépasse la section maximum admissible par les borniers des bandeaux de prises, le titulaire fournira, installera et raccordera un bornier pour diminuer la section, au plus près du bandeau de prises. Ce bornier devra être protégé contre les contacts directs.

Les calculs des sections de câbles des nouveaux circuits seront réalisés à l'aide des courants de déclenchement maximum réglable sur la protection.

### 4.1.3 Protection des câbles

Leur protection mécanique sera fonction du matériel sur lequel ou dans lequel les câbles cheminent.

Toutes les protections devront être prises pour que les câbles ne souffrent pas de la proximité de matériels susceptibles de les détériorer (chocs mécaniques,...).

### 4.1.4 Caractéristiques en intérieur

Les câbles raccordés directement à des équipements ou des terminaux (autre que des borniers ou plage de raccordement) seront souples, les câbles rigides étant totalement prohibés.

En intérieur, les câbles à mettre en œuvre pour les réseaux courants forts BT et TBT seront obligatoirement en cuivre et de type :

- FR-N1-X1G1 (euroclasse Cca) ou équivalent en rigide ;
- H07-ZZF (euroclasse Cca) ou équivalent en souple.

Les câbles de supervision seront de type euroclasse Cca :

- câbles multipaires 6/10° sans halogène avec blindage général pour les reports d'informations dédiées à la télésurveillance,

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

- câbles multipaires 9/10° sans halogène avec blindage par paire pour la mesure (4/20 MA -0/10 V),
- câbles recommandés par les constructeurs pour les liaisons type série ou type BELDEN 9842 par défaut.

Les câbles de télésignalisation-télécommande seront de type FR-N1X1G1 ou équivalent conducteurs de section 1,5mm².

Dans les CDC (Centre de Détection et de Contrôle de l'Armée de l'Air), les câbles seront obligatoirement ignifugés.

#### 4.1.5 Caractéristiques en extérieur

En extérieur, les câbles seront obligatoirement en cuivre de type :

- U-1000 R2V pour cheminement extérieur à caractère local sous fourreaux et sur chemins de câbles,
- U-1000 RVFV pour cheminement à l'extérieur (enterré, réseau busé ou caniveau) des bâtiments ou en enterré sur site non inondable,
- U-1000 RGPV pour cheminement à l'extérieur (enterré, réseau busé ou caniveau) des bâtiments ou en enterré sur site inondable.

#### 4.1.6 Repérage des câbles

Tout câble sera repéré aux deux extrémités, dans chaque chambre de tirage, ainsi qu'aux traversées de cloisons et de dalles.

Le repérage se fera à l'aide :

- d'étiquettes adhésives auto-protégées (zone de marquage protégée par recouvrement) collées autour du câble, lorsque ce dernier chemine dans des locaux,
- d'étiquettes à frapper maintenues par collier pour les câbles cheminant à l'extérieur.

Les étiquettes devront être facilement accessibles et lisibles.

Les câbles plats (limandes) seront marqués par étiquette autocollante sur chacun des connecteurs.

Etiquette plastiques (gravoply)	identification	
BTA non secours	NSEC	-numéro d'ordre
BTA secours prioritaire	SEC-P	-numéro d'ordre
BTA secours non prioritaire	SEC-NP	-numéro d'ordre
BTA sans coupure	SC-A	-numéro d'ordre
BTA sans coupure	SC-B	-numéro d'ordre
TBTA 24Vcc	24Vcc-A	-numéro d'ordre
TBTA 24Vcc	24Vcc-B	-numéro d'ordre
TBTA 48Vcc	48Vcc-A	-numéro d'ordre
TBTA 48Vcc	48Vcc-B	-numéro d'ordre
Télésignalisations	TS	-numéro d'ordre
Télécommandes	TC	-numéro d'ordre
Arrêt d'urgence	AU	-numéro d'ordre

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

Suivant les centres, les repérages pourront être différents et seront spécifiés dans la note technique ou le CCTP.

## 4.2 BORNIERES ET MODE DE RACCORDEMENT

Le raccordement entre fils dénudés est interdit (épissures,...).

L'entreprise devra prendre en compte et repérer avant intervention ou fabrication, les cheminements des pénétrations de câbles dans les cellules, armoires, baies ou dans toute enveloppe nécessitant le raccordement.

Les câbles souples seront équipés de cosses ou embouts à sertir à l'exception des extrémités raccordées sur bornes à ressort.

Les éléments métalliques des câbles (armure, feuillard, blindage,...) seront raccordés à la masse aux deux extrémités.

Le raccordement sur « dominos » ou plus généralement sur borne à visser est proscrit.

Le raccordement des câbles d'alimentation et de distribution sera prévu pour permettre la mise en place d'une pince ampèremétrique sur chacun des conducteurs.

Tous les raccordements se feront au plus court, les boucles étant proscrites.

Les borniers d'alimentation seront constitués de bornes à ressort d'une capacité de 6 mm<sup>2</sup> minimum et pouvant accepter 2 liaisons de départ de section identique. Les bornes destinées à de la télécommande/télésignalisation devront être équipées d'un système de sectionnement à couteau et point test.

Les borniers de distribution seront différenciés :

- Phase : Borne couleur grise,
- Neutre : Borne couleur bleue,
- Conducteur de protection : Borne couleur Vert-Jaune.

Les borniers destinés à recevoir les câbles de télécommandes – télésignalisations utilisés dans l'équipement des armoires seront de type à ressort avec coupure et point test. Les borniers seront équipés systématiquement de flasques d'extrémités.

Tous les fils de réserve seront raccordés sur bornes.

Les borniers, jeux de barres, plage de raccordement et plus généralement toute partie active accessible seront protégés par des platines en matériau isolant (de type plexiglas transparent) sur le devant et le dessus.

Les borniers de raccordement CFO dans les baies seront protégés par un plastron en plastique transparent type Makrolon.

## 4.3 TRANSFORMATEURS BT/BT

Les enrobages ne devront pas dégager de gaz toxiques à la combustion.

Les transformateurs auront les caractéristiques suivantes :

- tension d'isolement 4 kV,
- couplage Dyn 11,

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

- prise par commutateur (manœuvrable hors tension)  $\pm 2.5\%$  et  $\pm 5\%$ ,
- de type "faible induction" - courant d'appel au primaire de 5 In maximum,
- écran entre primaire et secondaire
- borne de terre,
- anneaux de levage,
- galets de roulements,
- dispositif de protection température,
- enveloppe de protection IP315 par capotage métallique.

## 4.4 EQUIPEMENTS ELECTRIQUES TERMINAUX ET LEUR ALIMENTATION

### 4.4.1 Protection différentielle des prises et bandeaux de prises BT

L'entreprise s'assurera que les bandeaux de prises à alimenter sont bien protégés par une protection au calibre adéquat et par un dispositif différentiel SI 30mA.

A défaut, l'entreprise se devra de signaler l'inadéquation de la protection magnétothermique et devra fournir et installer une protection différentielle SI 30mA (avec contact OF) si celle-ci n'existe pas.

### 4.4.2 Les bandeaux 230V SC

Ces prises seront prévues exclusivement pour l'alimentation de matériels opérationnels.

Les blocs de prises seront du type ENSTO ou équivalent. Ils ont les caractéristiques suivantes :

- boîtier en aluminium monobloc de couleur à définir avec le site pour les réseaux 230V SCA/SCB et anodisé pour les réseaux SD ou bureautique ;
- nombre de prises : 8 ;
- prise Klé@ UTE 250V 10/16A ;
- couleur des prises: de la même couleur que le bloc pour les réseaux SC, rouge pour le réseau bureautique et blanche pour le réseau SEC ;
- détrompage type LEGRAND selon les cas ;
- interrupteur différentiel DDR 30mA type SI selon les cas ;
- voyant de signalisation "présence tension" type led à placer à l'opposé du bornier.

À l'intérieur, chaque bloc est équipé d'un bornier Wago référencé 262-103 4 mm<sup>2</sup> ou équivalent pour le raccordement du câble d'alimentation. Le raccordement par bornier à vis est interdit. Le marquage du repère du tableau d'alimentation et celui du disjoncteur sont réalisés sur le cache du bornier. Si ce dernier n'est pas lisible facilement, le marquage est répété sur le boîtier en alu monobloc.

Lorsque le détrompage est souhaité, chaque mécanisme est pourvu d'un élément 50299.

Chaque bandeau de prises 2P+T 230V SC est raccordé directement au départ d'un tableau électrique SC concerné par un câble FR-N1-X1G1 de type 3G2,5. Lorsque sa longueur dépasse 40 mètres, un câble de type 3G4 sera installé.



DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

Les cordons souples fournis par l'administration pour raccorder les équipements actifs sur les blocs de prises seront équipés par le titulaire de :

- 2 marquages dont les libellés seront indiqués par l'administration ;
- 1 clip de couleur à mettre sur les fiches mâles.

Les clips assurent la pérennité du principe d'une double distribution électrique SC. Les clips sont des bagues de couleur, de marque SES-Sterling et de type Pliosnap PS21 (11 – 15,5 mm).

#### **4.4.3 Les bandeaux de prises secourus (SEC ou SD)**

Les bandeaux devront répondre aux caractéristiques suivantes:

- boîtier en aluminium monobloc anodisé,
- être équipés de prises 230V + T aux normes françaises. Le nombre de prises sera indiqué dans le CCTP (6 si aucune indication),
- se présenter sous la forme d'un bâti 19" 1U pour les baies,
- prise Klé@ UTE 250V 10/16A,
- couleur des prises: blanche,
- voyant de signalisation "présence tension" type led à placer à l'opposé du bornier,
- être équipés d'un interrupteur différentiel de protection 30 mA de type SI selon les cas,

À l'intérieur, chaque bloc est équipé d'un bornier Wago référencé 262-103 4 mm<sup>2</sup> ou équivalent pour le raccordement du câble d'alimentation. Le raccordement par bornier à vis est interdit.

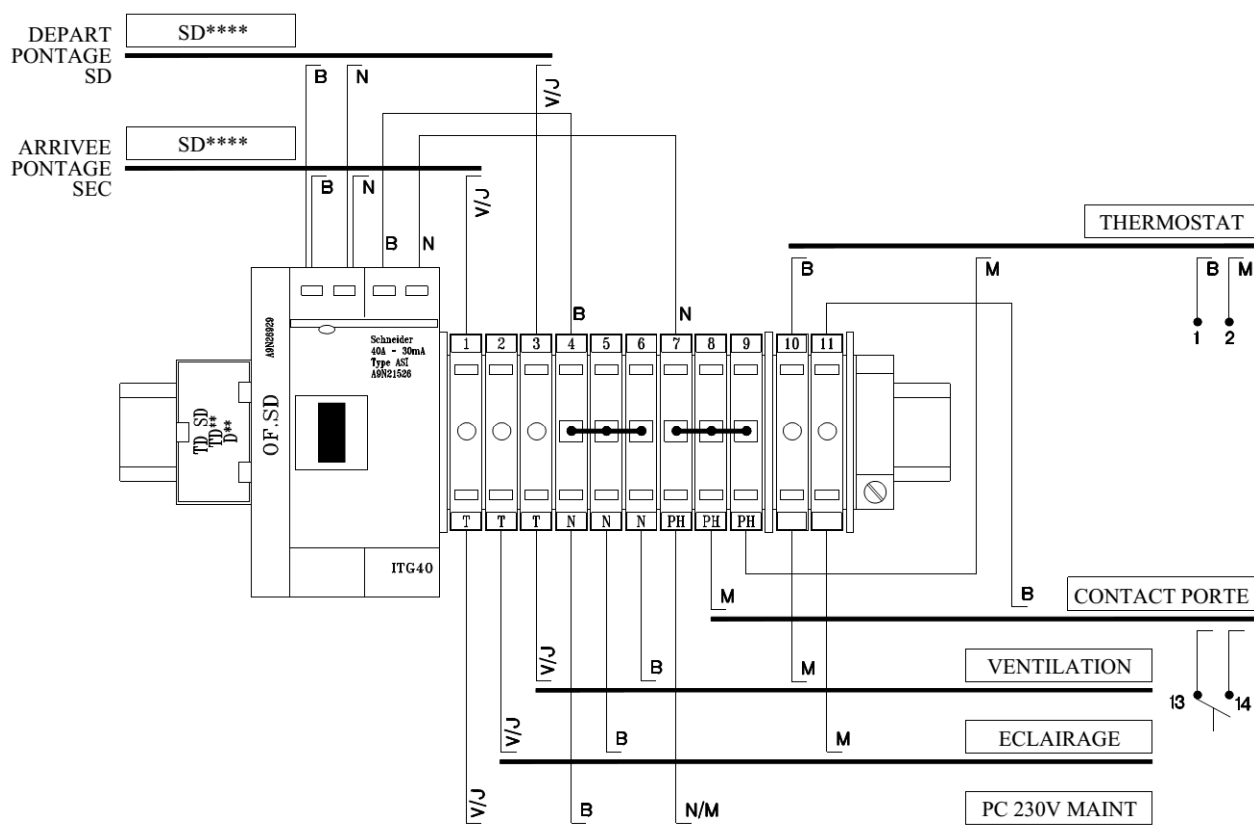
Chaque bandeau de prises 2P+T 230V est raccordé directement au bornier 230V SD décrit ci-dessous.

L'utilisation de ces prises est interdite pour le raccordement de matériels opérationnels.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

#### 4.4.4 Bornier 230V SD

Chaque baie sera équipée d'un bornier protégé par une plaque de MAKROLON transparente et raccordé au réseau 230V SD de la salle technique par un câble FR-N1-X1G1 3G2,5 minimum. Une protection électrique de tableau électrique SD en salle technique alimentera un îlot et un interrupteur différentiel protégera chaque baie conformément au schéma ci-dessous.



Ce bornier alimentera :

- le système de ventilation de la baie ;
- l'appareil d'éclairage ;
- le bandeau de PC 230V de maintenance.

Le câblage sera réalisé avec du câble souple de section appropriée. Le bornier sera dimensionné pour raccorder un fil par borne et assurer la continuité vers une autre baie. Les pontages seront réalisés avec des cavaliers rigides isolés. Tous les différentiels 30mA seront de type SI avec contacts auxiliaires.

#### 4.4.5 Bloc de prises courant continu

Un bloc de prises courant continu sera constitué de :

- 1 bloc aluminium laqué de couleur ;
- 6 embases FRB référencées 536 603 006, de même couleur que le bandeau ;
- 1 voyant de présence tension ;

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

- 1 barrette de terre qui sera raccordée au réseau de terre le plus proche par une tresse plate lors du montage ;
- 1 bornier CAD WAGO permettant d'adapter la section.

La liaison entre le bornier CAD WAGO 3 x 4 mm<sup>2</sup> et le bloc de prises FRB sera réalisée à l'aide d'un câble HO7-ZZF 3G4 ou équivalent.

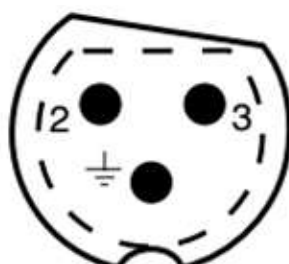
Les couleurs seront définies lors de la réunion d'ouverture de chantier.

La plupart du temps, il faudra prévoir à proximité du bloc de prises DC une boîte Plexo de réduction de section.

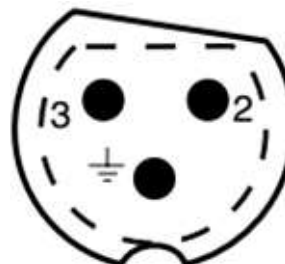
#### 4.4.6 Les prises 24 Vcc

En absence d'indication au CCTP, les prises 24Vcc seront du type FRB 3 points série DC032. Le raccordement sera le suivant :

- ❶ libre
- ❷ le + 24V
- ❸ le 0V (pôle mis à la masse à la source)



Vue embase mâle  
Côté câblage



Vue embase femelle  
Côté câblage

Lorsque les prises doivent être intégrées sur bandeau, ces derniers doivent avoir les caractéristiques :

- être équipés du nombre de prises indiqué au CCTP ou la note technique (8 si aucune indication),
- les boîtiers seront de la couleur du réseau qui doit y être raccordé (en fonction du site),
- être équipés d'un voyant de présence tension,
- être équipés d'un passe-câbles et d'un bornier intégré dans le boîtier « prises » permettant le raccordement à la liaison câblée,
- être munis d'un moyen de fixation pour être installées sur du chemin de câbles de type CABLOFIL ou sur tout autre support.

Chaque boîtier sera alimenté et protégé individuellement depuis les tableaux de distribution terminale du (ou des) réseau(x) 24V(s).

#### 4.4.7 Les prises -48 Vcc

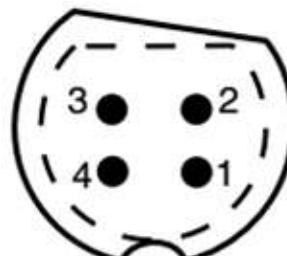
En absence d'indication au CCTP ou à la note technique, les prises -48Vcc seront du type FRB 4 points série DC415. Le raccordement sera le suivant :

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

- ❶ libre
- ❷ le - 48V
- ❸ le 0V (pôle mis à la masse à la source)
- ❹ libre



Vue embase mâle  
Côté câblage



Vue embase femelle  
Côté câblage

Lorsque les prises doivent être intégrées sur bandeau, ces derniers doivent avoir les caractéristiques :

- être équipés du nombre de prises indiqué au CCTP ou à la note technique (8 si aucune indication),
- les boîtiers seront de la couleur du réseau qui doit y être raccordé (en fonction du site),
- être équipés d'un voyant de présence tension,
- être équipés d'un passe-câbles et d'un bornier intégré dans le boîtier « prises » permettant le raccordement à la liaison câblée,
- être munis d'un moyen de fixation pour être installées sur du chemin de câbles de type CABLOFIL ou sur tout autre support.

Chaque boîtier sera alimenté et protégé individuellement depuis les tableaux de distribution terminale du (ou des) réseau(x) -48V(s). Exceptionnellement, en accord avec le maître d'œuvre, plusieurs boîtiers pourront être alimentés par un seul disjoncteur.

#### 4.4.8 Les éclairages

Les éclairages "LED" seront privilégiés.

Les accessoires de montage, de fixation et de raccordement devront être fournis.

Pour ce qui concerne les baies et meubles techniques, l'allumage se fera grâce à un interrupteur et contact de porte. **L'éclairage de type fluorescent est interdit.**

#### 4.4.9 Les équipements

L'alimentation directe de matériels par un connecteur débrochable se fera exclusivement par câble souple.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

## 4.5 ARRET D'URGENCE DES LOCAUX

La chaîne d'arrêt d'urgence sera obligatoirement à émission de tension. De ce fait les liaisons avec les déclencheurs et les manettes de commande devront être réalisées en câble classé CR1/C1 selon la norme NFC 32-070.

Un voyant devra signaler du bon fonctionnement permanent du circuit.

Les systèmes d'arrêt d'urgence, de type manette, déverrouillables par clés installés dans les locaux seront associés à un voyant « présence tension ».

L'action d'arrêt d'urgence devra être sélective et hiérarchisée tout en isolant la ligne de distribution concernée (mise hors tension complète de la baie de distribution ou du local, déclenchement au niveau supérieur).

Un arrêt d'urgence général sera installé dans un coffret à clé ou « bris de glace » près de la vanne d'arrêt des pompiers (alimentation gazole des groupes électrogènes) ou à l'entrée principale des locaux techniques.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

## 5 INSTALLATION « COURANTS FAIBLES » (CFA)

### 5.1 SPECIFICITES COMMUNES

#### 5.1.1 Les câbles

Les caractéristiques mécaniques ainsi que les conditions de pose du fabricant seront impérativement respectées.

**Seuls des câbles non propagateurs d'incendie (essai C2) seront utilisés en intérieur. Ils seront euroclasse Cca à gaine LS0H (ou LSZH) conformément à la NF-C32.070.**

Les câbles raccordés à des équipements ou des terminaux seront souples, les câbles rigides étant totalement prohibés.

Les câbles fournis par l'Administration seront testés par l'Entreprise titulaire et les résultats seront présentés au maître d'œuvre avant leur installation.

#### 5.1.2 Mise à la masse

Les feuillards, armatures, tresses extérieures des câbles ou parfois les blindages de paires seront systématiquement raccordés, à chaque extrémité de la liaison, au réseau de masse par l'intermédiaire des éléments suivant :

- Câble réseau rigide :  
continuité de masse sur les noyaux des bandeaux RJ45. Ce raccordement devra se faire par une continuité sur toute la périphérie du câble,
- Câble réseau souple :  
par le raccordement des tresses ou du feuillard sur le connecteur métallique,
- Câble multipaire rigide :  
par collier métallique sur la tresse, armature ou feuillard extérieur,
- Câble multipaire souple :  
par le raccordement des tresses ou du feuillard sur le connecteur métallique,
- Câble coaxial rigide :  
par le raccordement des tresses ou du feuillard sur l'embase du connecteur métallique (la platine support devra être raccordée la masse),
- Câble coaxial souple :  
Intérieur : par le raccordement des tresses sur le connecteur métallique  
Extérieur : par un kit de mise à la masse comme décrit sur la fiche N°6 du GPF,
- Fibre optique armée :  
Dans le cas d'une pose de fibre optique armée entre deux bâtiments, le raccordement à la masse du feuillard devra se faire à l'entrée de chaque bâtiment.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

## 5.2 INSTALLATIONS DES RESEAUX ETHERNET CUIVRE

### 5.2.1 Présentation

Il s'agit du câblage des réseaux informatiques locaux (LAN) dans un centre ou ceux restreints à certains systèmes.

Les protocoles de réseau employés pour transporter l'information dans les installations de la Navigation Aérienne peuvent être les suivants :

- Principalement il s'agit de l'Ethernet 10GBaseT (10Gigabit);
- quelques cas de 10BaseT, 10BaseTX, 1000BaseT (Gigabit).

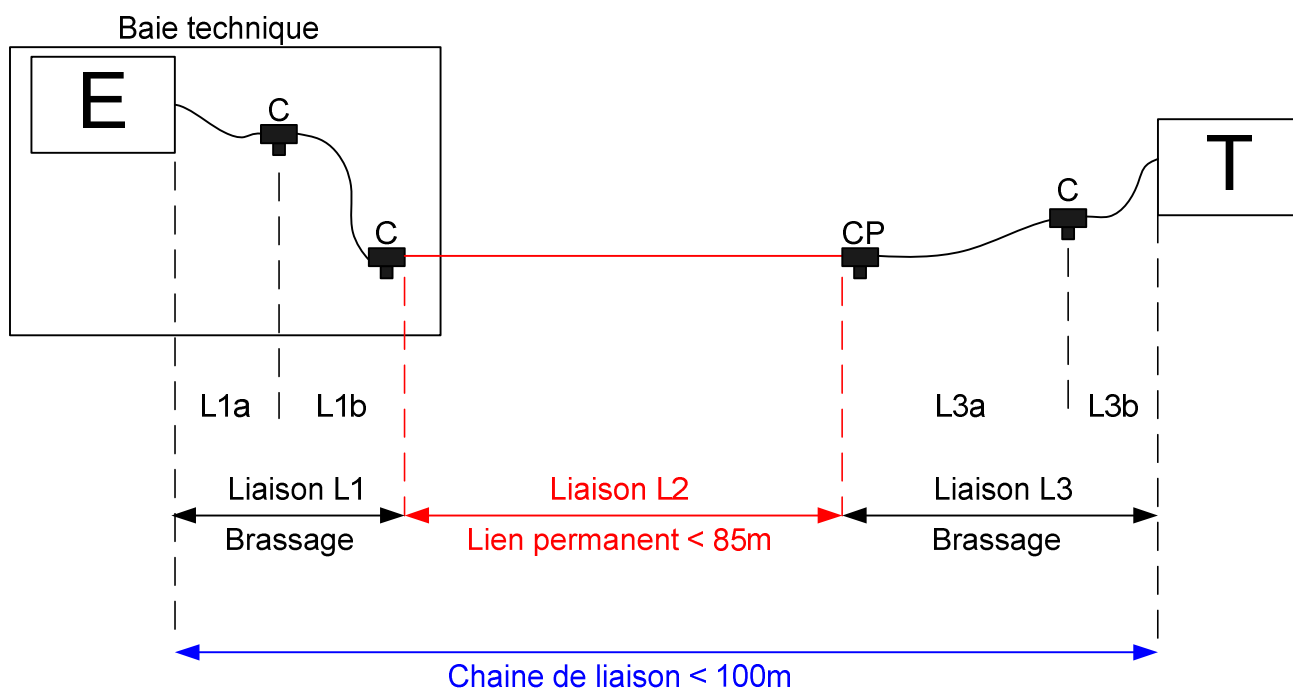
En absence de spécifications particulières au CCTP ou à la note technique, le titulaire prendra en compte le 10Gigabit.

Le câblage des réseaux filaires devra répondre aux normes en vigueur.

### 5.2.2 Principe

Pour un canal donné (représente une chaîne de liaison de bout en bout, connecteurs de terminaison compris), toutes les principales spécifications à respecter sont décrites ci-dessous.

La chaîne de liaison, selon la norme, peut se représenter de la façon suivante :



$$L1 + L3 < 10m$$

$$L2 < 85m \text{ et } L2+L3 < 90m$$

$$\text{Chaîne de liaison} = L1+L2+L3$$

Avec les éléments suivants :

- E : Equipement ;

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

- T : Equipement terminal situé soit dans un caisson technique d'un mobilier opérationnel soit en baie ;
- C : Point de connexion ;
- CP : Point de connexion spécifique appelé point de consolidation. Ce point de consolidation est une connexion en faux-plancher ou faux-plafond, il n'est pas systématique.

Le lien permanent (en rouge) est le lien fixe sur chemin de câbles.

La longueur maximum admissible est de 100 m pour la chaîne de liaison avec un lien permanent de 85 m (ou 90m sans point de consolidation).

Pour chaque élément constituant le réseau, un certificat ("link") validant la catégorie par un organisme indépendant pourra être exigé.

La norme ISO 11801 définit quelques valeurs maximum et minimum pour les longueurs des différents segments de la chaîne de liaison rappelées dans le tableau ci-dessous :

Liaison	Minimum (m)	Maximum (m)
L1a	2 (1 m en l'absence de panneau miroir)	5
L1b	2	
L2	15	85
L3a	5	
L2+L3a (sans CP)	15	90
L3b	2 (1 m en l'absence de CP)	5
L1+L3	2	10

Ces principes de base seront à reproduire dans toutes les installations de l'aviation civile.

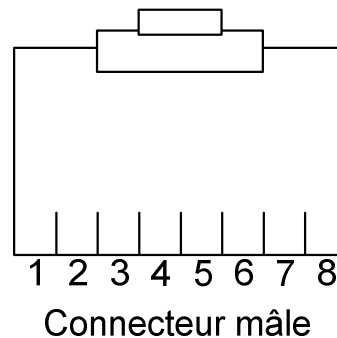
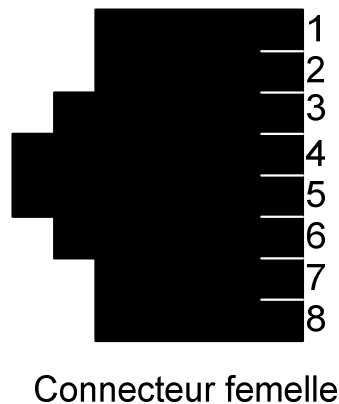


DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

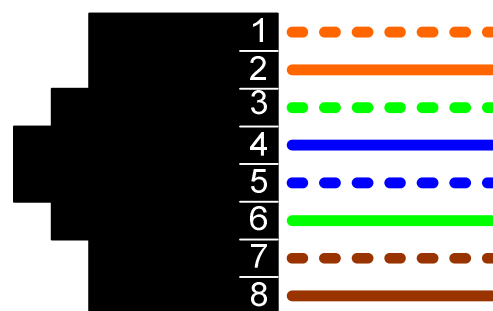
### 5.2.3 Câblage selon la norme EIA 568B

Tous les connecteurs RJ45 mâle ou femelle seront câblés selon la norme EIA 568B décrite ci-dessous :

- Rappel sur les numérotations :



- Code couleur à utiliser selon la norme EIA 568B :

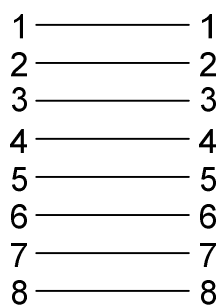


- 1 -> Blanc/Orange
- 2 -> Orange
- 3 -> Blanc/Vert
- 4 -> Bleu
- 5 -> Blanc/Bleu
- 6 -> Vert
- 7 -> Blanc/Marron
- 8 -> Marron

- Câblage droit (ou straight) :

Sauf indication contraire, les câblages d'un lien permanent, d'un lien patch et d'une jarretière seront droit.

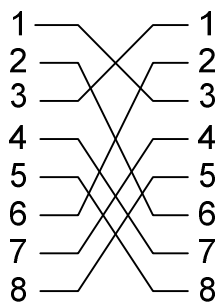
Chaque borne d'un connecteur est reliée à la borne analogue de l'autre connecteur selon le schéma suivant :



DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

- Câblage croisé (ou cross-over) 1000 BASE-T :

Chaque borne d'émission d'un connecteur est relié la borne réception de l'autre connecteur et inversement.

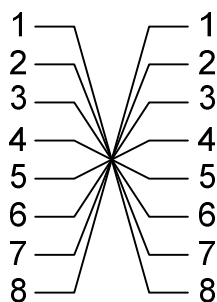


- Câblage inverseur (ou roll-over) :

Ne pas confondre avec le câblage croisé.

Un câble inversé est un câble dans le lequel chaque borne d'un connecteur est reliée à la borne opposée de l'autre connecteur.

Il est généralement utilisé par le port console des équipements actifs.



Pour le montage, l'entreprise se référera exclusivement à la fiche du fabricant.

Généralement, les cordons croisés seront composés d'un câble de couleur rouge et de 2 prises de couleur rouge.

## 5.2.4 Connecteur RJ45

Chaque connecteur aura les caractéristiques suivantes :

- les performances de la catégorie 6A selon la norme IEC 60603-7-51 ;
- un capot de blindage métallique type zamak (et non en plastique métallisé) possédant une tresse métallique permettant la reprise de l'écran du câble à 360° ;
- les fourches arrière des connexions auto-dénudantes seront situées dans une cavité et devront être protégées afin d'éviter leur déformation lors de la mise en œuvre. Les côtés de la cavité seront en matière plastique pour protéger le connecteur contre les courts-circuits ;
- la configuration des connexions des paires doit être en conformité avec le mode de raccordement T568B selon la préconisation du fabricant ;
- possédant un volet de protection mobile (sur le connecteur ou le plastron) ;
- équipé d'un collier "anti traction des paires" d'attache du câble ;

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

- il doit être fait d'une seule pièce afin qu'aucun élément ne puisse tomber lors de la manipulation du connecteur ;
  - le connecteur doit pouvoir être mis en place sans outil spécifique et aura une entrée de câble en U avec un système de guide afin de placer directement le câble sur le côté ;
  - le drain de la terre sera inséré dans une rainure horizontale et se termine sur le côté du connecteur.
- **Enfin, tous les connecteurs doivent pouvoir se démonter indépendamment des uns par rapport aux autres.**

### 5.2.5 Bandeau RJ45 en baie

Utilisé en baie technique, un panneau Ethernet RJ45 sera un bandeau métallique, manufacturé 19'', 1U de 24 ports ou 2U de 48 ports avec repérage de chaque RJ45 de tous les bandeaux à partir de porte étiquettes magnétiques à fournir et à poser au-dessus et au-dessous de chaque rangée. Il sera pourvu de 2 connecteurs de type « Faston » plat 6.3 mm qui permettront le raccordement systématique au collecteur de masse vertical de la baie technique à l'aide d'une tresse plate 6 mm<sup>2</sup> la plus courte possible.

Il sera équipé de 24 moteurs RJ45 pour la version 24 ports et de 48 moteurs RJ45 pour la version 48 ports, blindées à 360° et de catégorie 6A. Chaque prise RJ45 sera équipée d'un enjoliveur de couleur à définir au moment de l'installation et composée de 2 parties :

- La partie arrière recevra le câble 4 paires torsadées, 100 Ohms, de catégorie 7, de type S/FTP 10GBase-T 1000 MHz LSFROH qui sera maintenu mécaniquement avec un ressort.
- La seconde partie sera le corps de la prise qui intégrera 2 lames permettant la coupe instantanée des 8 brins. L'embase acceptera des fils de jauge 22 à 26 et des câbles de diamètre de 5 à 9 mm. Elle sera équipée d'un volet de protection et d'une continuité de masse avec le panneau métallique.

### 5.2.6 Support passe-câbles horizontal en baie

Les passe-câbles seront métalliques et dimensionnés selon le standard 19''. Ils devront comporter au minimum 5 anneaux métalliques et plusieurs ouvertures pour le passage vers l'arrière de la baie. Ils seront d'une hauteur de 1U et d'une profondeur de 2U pour des panneaux de brassage jusqu'à 24 prises. Pour des panneaux de brassage de plus de 24 prises, ils seront d'une hauteur de 2U et d'une profondeur de 2U.

Il sera prévu au minimum un passe câbles par bandeau RJ45 en baie, la couleur des passe-câbles devra être coordonnée avec la couleur des panneaux.

### 5.2.7 Bandeau RJ45 en faux plancher technique : Point de consolidation

Dans les faux planchers techniques, un bandeau RJ45 sera un bandeau 19'' 1U semblable à celui installé en baie et décrit au §5.2.5. Les pattes de fixation de ce bandeau seront adaptées pour venir se fixer aux vérins du faux plancher.

Une structure métallique rigide solidaire au bandeau RJ45 devra être ajoutée en face avant et en face arrière pour fixer les câbles d'arrivées côtés mâle / femelle. Cette installation devra permettre d'éviter que la tête de câble se déconnecte de la prise.

Un prototype peut être réalisé mais il sera validé par le maître d'œuvre avant l'installation sur site.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

### 5.2.8 Bloc RJ45 sur établis techniques

Employé au niveau des établis techniques, un bloc Ethernet RJ45 sera constitué d'un rail aluminium anodisé monobloc équipé de 4 modules de 45 x 45 mm supportant chacun une prise RJ45 catégorie 6A. Le bloc reçoit 4 ou 5 câbles de 4 paires torsadées, 100 Ohms, de catégorie 7, de type S/FTP.

Chaque prise sera raccordée par une tresse de masse équipée d'une cosse adéquate à un collecteur de masse installé dans le meuble.

### 5.2.9 Bloc RJ45 en saillie

C'est un boîtier destiné au montage de 1 à 5 embases RJ45 selon les cas suivants :

- Soit en saillie sur le mobilier technique. Les blocs et les boîtiers seront fixés au mobilier technique à l'aide d'une platine en aluminium anodisé d'épaisseur 2 millimètres environ.
- Soit sur une paroi ou sur une grille en baie technique. La partie cachée de la prise RJ45 catégorie 6A reçoit le câble, 4 paires torsadées, 100 Ohms, de catégorie 7, de type S/FTP.

La reprise de masse n'étant pas réalisée par le contact du noyau RJ45 avec une enveloppe métallique, le titulaire fournira, installera et raccordera dans chacun de ces blocs une tresse interconnectée avec les noyaux RJ45. Cette tresse sortira du bloc par l'arrière et sera connectée au collecteur de masse le plus proche.

### 5.2.10 Câble réseau : Lien permanent

Aucun point de coupure n'est accepté sur ce type de lien.

Les câbles auront les caractéristiques générales suivantes (ISO/CEI 11801):

- catégorie 7
- 4 paires torsadées  $100\Omega \pm 10\Omega$ ,
- câbles écrantés blindés S/FTP (tresse sur câble et feuillard sur chacune des paires),
- conducteurs avec âme massive en cuivre, diamètre 0,5 ou 0,6 mm (AWG24 ou 23),
- gaine LSOH (pour les câbles à l'intérieur des bâtiments),
- la couleur de la gaine extérieure devra être déterminée avec le maître d'œuvre et le centre.

Les caractéristiques (classe et catégorie) devront être mentionnées sur la gaine du câble.

Les liaisons de distribution horizontale (capillaires) ou verticale (rocades) auront les caractéristiques générales suivantes :

- composition des liaisons : 1x4 uniquement ;
- longueur maximale à déterminer en fonction de la longueur maximale de 90m entre la prise terminale et l'équipement actif sur lequel il doit être raccordé (Switch ou Hub),
- Le choix du diamètre du conducteur sera fait conjointement avec celui des composants de raccordement.

### 5.2.11 Jarretière Ethernet

Une jarretière Ethernet est une liaison en câble extra-souple avec les caractéristiques suivantes :

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

- catégorie 6a, classe E<sub>A</sub> (500MHz) ;
- 4 paires torsadées  $100\Omega \pm 20\Omega$  ;
- câbles écrantés blindés S/FTP (tresse sur câble et feuillard sur chacune des paires), un autre type de protection pourra être choisi avec l'accord formel du maître d'œuvre ;
- la longueur du cordon sera appropriée à son utilisation ;
- gaine LSOH ;
- les connecteurs seront de type RJ45 surmoulé et métallisé (blindé) ;
- la couleur de la gaine extérieure devra être déterminée avec le maître d'œuvre et le centre mais la couleur rouge est généralement réservée aux cordons croisés ;
- les cordons devront certifier d'un test individuel.

Un porte-étiquette sera prévu au-dessus de chaque prise RJ45. Une étiquette sera fournie et posée à chaque extrémité de câble et de jarretière. Le marquage sera indiqué au cours du chantier.

Les repères de câbles seront conformes aux spécifications et comporteront à chaque extrémité une étiquette auto protégée, avec les indications suivantes :

- un numéro générique (code famille + chiffres),
- l'équipement aboutissant (exemple: baie X),
- la date de pose.

### 5.2.12 Lien patch

Un lien patch est employé principalement pour réaliser un faisceau de câbles souples Ethernet-Cuivre de type « miroir » pour éviter l'usure prématurée des moteurs femelles pour RJ45 des équipements actifs.

Il peut être inter baie ou intra baie.

La longueur maximum acceptée est généralement de 15m.

Le câble employé est du S/FTP catégorie 7 équipé :

- à une extrémité d'une fiche mâle RJ45 catégorie 6A ;
- et à l'autre d'un moteur RJ45 catégorie 6A câblés selon la norme T568B ;

Chaque lien impose la fourniture d'une jarretière courte décrite au §5.2.11

### 5.2.13 Performances de la liaison Ethernet

L'ensemble composant la liaison Ethernet (connecteur + câbles + cordons + panneaux de brassage) devra véhiculer du 10G Base T full duplex en Cat6A jusqu'à 500MHz.

### 5.2.14 Tests des performances de la liaison Ethernet

Chaque liaison sera testée par un appareil de mesure respectant les spécifications TIA/EIA 568-B et ISO, y compris les liaisons déjà testées en usine.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

Le testeur devra mentionner sur les rapports de tests (via un astérisque), toute mesure se trouvant comprise dans la plage d'incertitude (ex : si la mesure de NEXT à 250MHz est inférieure ou supérieure de 2,8 dB aux limites de la norme, la valeur de mesure apparaîtra avec \*).

Les paramètres à mesurer seront les suivants :

- Longueur ;
- Atténuation ;
- Perte d'insertion : exprimé en dB, il traduit la perte d'énergie sur la ligne de transmission ;
- NEXT (para diaphonie) : exprimé en dB, c'est le couplage d'une paire sur une autre pour les extrémités proches ;
- FEXT (télé diaphonie) : exprimé en dB, c'est le couplage d'une paire sur une autre pour les extrémités distantes ;
- Return loss (pertes par réflexion) : mesure en fréquence des réflexions du signal traduisant des irrégularités dans la ligne de transmission ;
- ACR (rapport signal/bruit) : C'est la différence entre le NEXT et la perte d'insertion. Il est l'expression du rapport de puissance entre le signal transmis et le signal rayonné par une paire voisine ;
- ELFEXT : C'est la différence entre le FEXT et la perte d'insertion ;
- Power Sum : Lorsque la transmission de l'information se fait sur les 4 paires en même temps (full duplex, par exemple le Gigabit Ethernet ou 1000BASE-T), le signal transmis sur une paire est perturbé par les 3 autres paires en même temps. Il faut donc considérer la somme en puissance de 3 paires vers la 4ème paire, c'est le Power Sum (PS).

La notion de Power Sum s'applique au PSNEXT, PSFEXT, PSACR et PSELFEXT.

## 5.3 INSTALLATIONS DES RESEAUX BAS DEBIT CUIVRE

Il s'agit des câblages et pré-câblages pour les liaisons de données, liaisons téléphoniques, liaisons analogiques, informations tout ou rien ou bus terrain dont les vitesses de transmission peuvent atteindre 2Mbits/s.

### 5.3.1 Réglettes CAD (Contact Auto Dénudant)

La mise en œuvre des réglettes CAD s'appuiera sur la fourniture et l'installation de :

- un rail HPUL ou EUROPE de longueur relative aux quantités de marques et modules de raccordement + 100% de réserve,
- un nombre défini dans CCTP de modules CAD, 8 paires, de couleur appropriée,
- un nombre défini dans le CCTP document de modules de marquage.

Dans les répartiteurs, les modules de raccordement seront de type RIM ou équivalent, afin de permettre la mise en Y.

Dans les baies et dans les meubles techniques, les modules de raccordement seront de type RCP ou équivalent, permettant ainsi le raccordement de câbles souples et rigides.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

Si la couleur n'est pas précisée dans le CCTP ou la note technique, elle sera communiquée en réunion de chantier.

### 5.3.2 Détails des liaisons

Les câbles respecteront les spécifications inscrites au §5.1.

Ils seront à blindage général, tressés et blindés paires à paires, à faible émission de fumée et sans halogène.

Pour les liaisons entre les répartiteurs, le titulaire utilisera des câbles rigides d'AWG 20.

Pour les liaisons entre les mobiliers, le titulaire utilisera des câbles rigides d'AWG 24.

Pour les liaisons vers les équipements, et plus particulièrement lorsqu'il est nécessaire de raccorder un connecteur, le titulaire utilisera des câbles souples.

### 5.3.3 Câbles multipaires bas débit

Les câbles rigides seront du type :

- SYT1 AI pour les utilisations les plus courantes (écran général, blindé paire par paire, âme conductrice 6 ou 9/10<sup>ième</sup>),
- SYT2 AI pour l'extérieur (armé, blindé paire par paire, âme conductrice 9/10<sup>ième</sup>),
- SYT+ numérique AI (2 Mbits/s, écran général, blindé paire par paire, âme conductrice 6/10<sup>ième</sup>).

A défaut d'indication dans le CCTP ou la note technique, le câble utilisé sera le SYT+Num AI en intérieur et du SYT2 AI en extérieur.

Les câbles souples seront du type :

- Multipaire blindage général

#### Général

Il sera constitué :

- d'une gaine extérieure PCV
- d'un ruban Aluminium/Polyester (recouvrement 100%),
- d'une tresse de cuivre étamé : 80% de recouvrement minimum,

#### Âme

Elle sera souple de section 0,22mm<sup>2</sup> et constituée de 7 brins en cuivre.

#### Caractéristiques électriques

Tensions d'utilisation jusqu'à 250V

#### ASSEMBLAGE

En paires torsadées

#### COMPORTEMENT AU FEU

Non propagateur de la flamme - Catégorie C2 selon NF C 32-070 ou IEC 60332-1.

- Multipaire blindage général et blindage par paire

#### Général

Il sera constitué :

- d'une gaine extérieure PCV
- d'une tresse de cuivre étamé : 80% de recouvrement minimum.

#### Blindage individuel

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

Il sera constitué :

- d'un ruban Polyester (recouvrement 100%),
- d'une tresse de cuivre étamé : 65% de recouvrement minimum.

#### Ame

Elle sera souple de section 0,25mm<sup>2</sup> et constituée de 14 brins en cuivre.

#### Caractéristiques électriques

Tensions d'utilisation jusqu'à 250V

#### ASSEMBLAGE

En paires torsadées

#### COMPOTEMENT AU FEU

Non propagateur de la flamme - Catégorie C2 selon NF C 32-070 ou IEC 60332-1.

A défaut d'indication dans le CCTP ou la note technique, le câble utilisé sera à blindage général

### **5.3.4 Câbles de téléphonie**

Pour les artères, les câbles seront blindés (ou armés pour l'extérieur) avec une âme conductrice de Ø 0,6 mm. Ils pourront véhiculer des liaisons RNIS et devront être repérés par quarte.

Les liaisons vers les prises terminales se feront par câble réseau de catégorie 5E U/FTP ou plus.

### **5.3.5 Les cordons prolongateurs**

Tous les cordons souris, clavier, port série, USB, vidéo ou autres demandés au CCTP ou note technique, seront du type moulé à faible perte et correspondant aux longueurs réellement mesurées.

Tous les cordons spécifiques seront réalisés en câble souple spécifié au § 5.1.1. Le nombre de conducteurs dans le câble sera le plus adapté possible au nombre de points de contact utilisé.

### **5.3.6 Raccordement**

#### **\* Les borniers CFA :**

Les borniers seront constitués de bornes à ressort d'une capacité de 1,5 mm<sup>2</sup> minimum et pouvant accepter 2 liaisons de départ. Elles seront équipées de couteau permettant l'isolement ainsi que d'un point test.

Ces bornes seront fixées sur rail DIN symétrique. Elles seront éventuellement de couleur selon les exigences du maître d'œuvre.

Les borniers seront équipés systématiquement de flasques d'extrémités.

#### **\* Les embases :**

Généralement installées sur platine ou boîtier, ceux-ci seront de type métallique. Le câble sera solidarisé au support par un dispositif serre-câble afin d'éviter qu'un effort mécanique sur le câble ne se répercute sur les soudures.

Toutes les connexions en face arrière devront être protégées par un isolant (manchon ou gaine thermorétractable).

#### **\* Les prises, fiches et connecteurs :**



DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

Celles-ci seront mises en place uniquement sur du câble souple dont la section des conducteurs devra être adaptée aux broches. La prise, fiche ou connecteur sera choisie de préférence pour un raccordement "à souder" des points de contact.

Tous ces connecteurs seront à capotage métallique.

**\* Tiroir téléphonique (catégorie 3) :**

Il s'agit de tiroir 1U équipé jusqu'à 60 raccordements RJ45 catégorie 3 ou plus. Ce tiroir devra être capable de véhiculer, sur chacun de ses ports, une liaison RNIS (4 fils).

Le raccordement interne devra se faire grâce à des contacts auto dénudant. L'entreprise devra vérifier dans certains cas, si ces contacts auto-dénudants sont bien adaptés à une âme cuivre de Ø 0,4mm.

Pour chacun de ces tiroirs, le titulaire fournira également un bandeau passe câbles 1U et un bandeau 1U pour étiquetage.

**\* Montage des connecteurs :**

Il est rappelé ici quelques principes de câblage des connecteurs multipoints (SUB-D, LEMO etc....) que l'entreprise devra respecter :

- la tête de câble sera manchonnée au niveau de la partie dégainée,
- le monteur veillera à ce que les 2 conducteurs d'un même signal (TX, RX...) empruntent la même torsade,
- chaque fil du câble sera dénudé à la bonne longueur, étamé, soudé à la broche appropriée et manchonné sur toute la partie conductrice ;
- le drain sera raccordé à la broche référencée à la masse,
- les tresses et feuillards ainsi que les conducteurs non raccordés seront mécaniquement reliés à l'intérieur du capotage métallique du connecteur;
- le câble sera solidarisé au capot par un dispositif serre-câble afin d'éviter qu'un effort mécanique sur le câble ne se répercute sur les soudures.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

## 5.4 INSTALLATIONS DES LIAISONS COAXIALES

Il s'agit de câblage largement utilisé dans le domaine de la radionavigation, de la radio HF et VHF ainsi que dans la transmission vidéo.

### 5.4.1 Les câbles coaxiaux

Ils seront choisis en fonction des critères suivants :

- l'impédance caractéristique,
- l'affaiblissement linéique,
- la fréquence d'utilisation,
- la longueur de la liaison,
- la puissance admissible,
- l'application supportée,
- le mode de cheminement,
- l'invulnérabilité aux agents agressifs,
- la résistance aux hautes températures, l'inflammabilité,
- le niveau de protection électromagnétique.

#### \* Les câbles rigides :

Les câbles d'impédance 50 ohms seront choisis parmi les types RG223U, RG221U, HPLSOSF, HPLSOXF, SUCOFEED, S 07212BD, en fonction des critères énoncés ci-dessus, du mode de pose et des conditions d'environnement.

La référence du câble mis en œuvre sera compatible avec les connecteurs exigés au CCTP ou note technique ou au paragraphe § 5.4.2.

#### \* Les câbles souples :

Les câbles d'impédance 50 ohms seront choisis parmi les types KX15 (RG58), RG213, KX13 (ou RG214U) en fonction du diamètre.

Les câbles d'impédance 75 ohms seront choisis parmi les types KX6 ou VCB100 en fonction des caractéristiques d'atténuation des signaux spécifiées par le maître d'œuvre.

### 5.4.2 Raccordement

Pour les transitions entre câbles, l'entreprise utilisera de la connexion Type N ou BNC selon les spécifications du CCTP ou de la note technique ou les indications communiquées par le maître d'œuvre lors de la préparation de chantier.

Le titulaire choisira les connecteurs en fonction des câbles à raccorder. Certains câbles nécessitant des modèles spécifiques, l'entreprise prendra ses dispositions pour approvisionner ces connecteurs en même temps que les câbles.

Pour le montage, l'entreprise se référera exclusivement à la fiche du fabricant.

Sur tous les éléments en extérieur, le raccordement entre connecteur mâle et femelle sera protégé par une bande protectrice étanche ou par une gaine thermorétractable.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

## 5.5 INSTALLATIONS DES LIAISONS EN FIBRES OPTIQUES

Il s'agit du câblage optique destiné aux réseaux informatiques mais également, à des liaisons longues distance d'éléments dispersés d'un même système sur un centre ou pour des liaisons multiplexées.

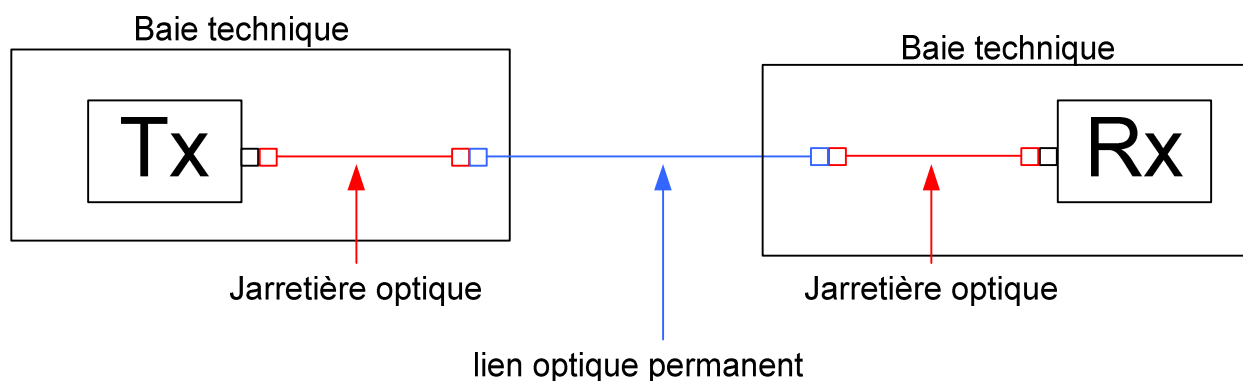
### 5.5.1 Présentation

Il s'agit du câblage pour :

- les réseaux locaux à haut débit ;
- les réseaux à haut débit entre des bâtiments distincts.

### 5.5.2 Principe

Une liaison à fibre optique peut être schématisée ainsi:



Il est constitué des éléments suivants :

- Un système d'émission

Il contient une source lumineuse définie par les caractéristiques suivantes :

- le type de source (DEL ou laser),
- la longueur d'onde d'utilisation,
- la puissance de la source,
- le type de connecteur d'interface en sortie de source,

- Un ou plusieurs cordons optiques

Ces cordons sont définis par:

- un câble optique caractérisé par sa longueur, le nombre et le type de fibre (monomode, multimode 50/125 ou 62,5/125),
- des types de connecteurs montés à l'extrémité de ce câble,

- Un système de réception

Il comporte un récepteur qui possède une surface photosensible, et qui convertit la lumière en signal électrique.

Il est important de connaître :

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

- sa sensibilité, c'est à dire la quantité de lumière minimale qu'il est capable de détecter,
- le type de connecteurs d'interface en entrée de récepteur.

Pour obtenir une liaison Ethernet Full duplex, il est nécessaire de câbler deux brins optiques avec des jarretières aux extrémités de type duplex.

### 5.5.3 Les fiches (connecteurs) optiques

Le principe de connexion à fibre optique est le suivant : connecteur, fibre optique, connecteur.

On définit un connecteur par l'ensemble de deux fiches plus un raccord.

La fiche termine la fibre, la positionne et la rend manipulable. Le raccord appelé aussi "traversée", réalise le guidage et le verrouillage des deux fiches pour assurer d'une part la continuité du signal optique d'une fibre à l'autre, d'autre part l'attachement mécanique de l'ensemble.



La technologie repose sur l'utilisation d'une fêrle optique percée en son centre et dans laquelle est fixée la fibre. Cet embout constitue la pièce de précision de la fiche et influe directement sur les performances optiques de cette fiche. Dans ce standard, les fiches existent en version multimode et monomode. La différence réside dans la plus grande précision de réalisation de la fêrle pour l'exécution monomode. La fêrle arrière de la fiche doit être choisie en fonction du diamètre du sur-gainage de la fibre.

Pour choisir une fiche, il faut déterminer le type de polissage des extrémités et le type.

Un connecteur est donc caractérisé par le :



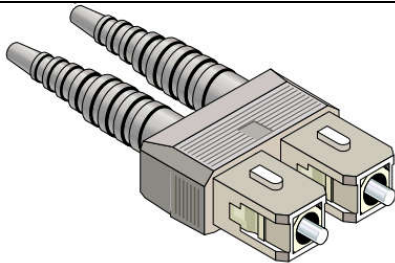

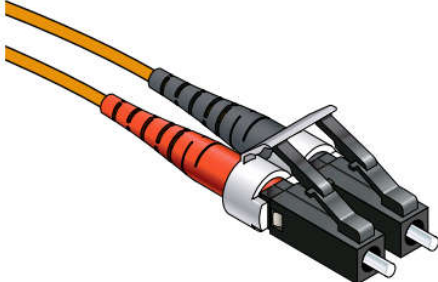
- Mode de verrouillage (type),
- Type de fêrle.

Les différents types de polissage sont représentés dans le tableau suivant :

Type de polissage des fiches	Commentaires
PC 	Correspond à un polissage convexe en angle plat qui permet d'avoir une réflectance de -30dB. Utilisable pour la monomode et la multimode.
APC 	Correspond à un polissage en angle de 8° qui permet d'avoir une réflectance de -60dB. Niveau de performance plus élevé. Utilisable uniquement pour la monomode.
<b>ATTENTION</b> : Les différents types de polissage ne sont pas compatibles entre eux, le titulaire devra reconduire le type de polissage déjà existant sur le site concerné. Dans une nouvelle installation monomode le type APC sera choisi.	

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

Les fiches seront à choisir parmi les types suivants :

Types	Image	Diamètre de la fêrûle	Caractéristiques
ST simplex		2.5mm	Forme ronde, système de verrouillage à baïonnette. Fiche ancienne à éviter surtout pour le monomode. Existe pour le monomode/multimode et en finition PC
SC simplex		2.5mm	Forme carré, système de de verrouillage « push pull » (pousser jusqu'au clic). Existe pour le monomode/multimode et en finition PC/APC
SC duplex		2.5mm	Association de 2 fiches SC, ses caractéristiques sont identiques à celles du SC simplex. Existe pour le monomode/multimode et en finition PC/APC
LC simplex		1.25mm	Forme carrée, verrouillage par ergo identique aux prises RJ45. Existe pour le monomode/multimode et en finition PC/APC
LC duplex		1.25mm	Association de 2 fiches LC, ses caractéristiques sont identiques à celle du LC simplex. Les 2 fibres sont espacées de 6.25 mm. Existe pour le monomode/multimode et en finition PC/APC

Ces fiches, ne devront pas engendrer une atténuation supérieure à la norme.

La fiche LC simplex ou duplex sera utilisé pour la fibre multimode et le SC simplex ou duplex pour de la monomode. Néanmoins, le titulaire devra, après confirmation par le maître d'œuvre, respecter le type de connecteur utilisé habituellement sur le site concerné. Les fiches seront équipées systématiquement de capuchons de protection.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

#### 5.5.4 Les panneaux de brassage optique simplex

Un raccord simplex peut accueillir 1 fiche soit 1 fibre par raccord.

Appelés également tiroirs optiques, les panneaux de brassage 19'' permettront d'accueillir 24 fibres et seront donc équipés des connecteurs associés (traversées) dans des tiroirs 19" de hauteur 1U.

Ces tiroirs comporteront deux compartiments : l'un d'eux permettra l'amarrage, le lovage et l'épanouissement des câbles, l'autre sera extractible et recevra les épissures, le lovage des pigtails et le bandeau support des connecteurs.

Ils seront coulissants avec butée afin de permettre des interventions sans démontage. Les divers modules qui les équiperont devront être vissés.

Les panneaux de brassage optique simplex seront employés pour les fibres optiques monomode ou multimode arrivant de l'extérieur du bâtiment.

Il sera laissé 2m de lovage au maximum par fibre.

#### 5.5.5 Les panneaux de brassage optique duplex

Un raccord duplex peut accueillir 2 fiches soit 2 fibres par raccord. Cette technologie est employée pour des liaisons Ethernet full duplex.

Appelés également tiroir optique, les panneaux de brassage 19'' permettront d'accueillir 24 ou 48 fibres et seront donc équipés des connecteurs associés (traversées) dans des tiroirs 19" de hauteur 1U.

Un raccord duplex peut accueillir 2 fiches soit 2 fibres par raccord.

Ces tiroirs comporteront deux compartiments : l'un d'eux permettra l'amarrage, le lovage et l'épanouissement des câbles, l'autre sera extractible et recevra les épissures, le lovage des pigtails et le bandeau support des connecteurs.

Ils seront coulissants avec butée afin de permettre des interventions sans démontage. Les divers modules qui les équiperont devront être vissés.

Les panneaux de brassage optique duplex seront employés pour les fibres optiques monomode ou multimode circulant à l'intérieur du bâtiment comme rocade.

Il sera laissé 2m de lovage au maximum par fibre.

#### 5.5.6 Les jonctions terminales optiques

Celles-ci sont intégrées dans des boîtiers encastrés ou en saillie généralement sur une cloison, sur un profilé aluminium ou sur une goulotte plastique. Elles seront réalisées grâce à des modules de raccordement LC, SC ou autre au standard 45 x 45. Les boîtiers devront tenir compte de l'encombrement interne des connexions optiques.

Les points d'accès optiques auront les caractéristiques suivantes :

- format 45x45 mm,
- capacité par point : 2 connecteurs (LC ou SC) ou un seul connecteur SC duplex,
- raccordement des connecteurs sur les fibres par collage à chaud,
- volet de protection anti-poussière.
- porte-étiquette.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

### 5.5.7 Raccordement des fibres optiques

Il se fera par la méthode d'épissure par fusion (prévoir le coffret associé pour épissure type 3M ou équivalent). Les raccordements en ligne devront également se faire par cette méthode.

Pour la fibre monomode, les connecteurs nécessitent des techniques de polissage qui sont mieux mises en œuvre dans un environnement industriel. Par conséquent, la fibre monomode sera terminée sur le terrain par épissure sur une fibre amorce terminée en usine.

### 5.5.8 Répartiteurs et sous-répartiteurs « réseau optique »

#### Caractéristiques complémentaires :

La technique de câblage utilisée sera du brassage sur prises avec des jarretières optiques monomodes ou multimode.

#### Baies de brassage :

Les brassages seront obligatoirement installés dans des baies ou coffrets et systématiquement protégés par des capots ou une porte vitrée.

Lorsque le répartiteur réseau optique est constitué de plusieurs baies, les jarretières devront pouvoir cheminer d'une baie à l'autre en face avant et porte fermée. Le type de baie que devra fournir le titulaire devra être adapté à cette problématique.

Les guides des cordons horizontaux seront de type bandeau à anneaux (1 bandeau pour 2 rangées de connecteurs).

L'ensemble sera complété par :

- des guides cordons pour les brassages verticaux,
- des équipements de cheminements horizontal et vertical et de fixation des câbles,
- des platines d'obturation des espaces en réserve,
- des câbles de continuité et de mise à la terre des platines et des drains.

#### Les cassettes :

Dans les répartiteurs, les têtes de câbles optiques seront fixées sur les fermes. Elles comprendront un compartiment latéral d'amarrage et d'épanouissement des câbles et un ensemble de cassettes pivotantes, dont le nombre sera défini en fonction des besoins. Chaque cassette comportera deux connecteurs en face avant et permettra le lovage de deux fibres ainsi que le maintien des épissures.

Pour chaque connexion, une longueur minimale de 1 à 2 mètres de fibre sera lovée dans une cassette de lovage.

### 5.5.9 Caractéristiques physiques des câbles fibres optiques

Le nombre de liaisons optiques sera dimensionné dans chaque CCTP ou not technique. Il ne devra en aucun cas être inférieur à 6 brins et sans précision il sera de 24 brins qui seront tous connectés à chaque extrémité dans un tiroir optique.

Quels que soient la longueur et l'usage, le câble sera de construction diélectrique et ne contiendra aucun élément métallique.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

Le type de fibre optique choisi doit répondre à toutes les contraintes d'environnement envisageables (présence d'eau nécessitant une étanchéité longitudinale et radiale, présence de rongeurs, passage en intérieur et/ou extérieur, etc...).

Chaque brin aura une couleur différente afin de permettre son identification lors du raccordement.

La gaine extérieure sera d'une couleur prédéfinie par le site afin de limiter les confusions avec les autres câbles et notamment électriques.

Les liaisons extérieures en fibre optique seront posées en caniveau, en tranchée ou dans des conduits thermoplastiques rigides. Selon le mode de pose, le câble devra avoir la caractéristique adaptée sur tout son parcours.

Les caractéristiques physiques demandées selon les cas sont les suivants :

- Installation en intérieur :
  - construction entièrement diélectrique,
  - composition : de 6 à N fibres multimodales et/ou monomodales selon le besoin,
  - structure serrée pour fibres optiques sur gainées (de diamètre 900 microns),
  - renfort central en matériau composite à haute résistance mécanique,
  - protection mécanique et anti-rongeur par fibre de verre type FRP,
  - gaine extérieure LSZH (ou LS0H),
  - comportement au feu selon la norme NFC 32-070 catégorie C2,
  - repérage des fibres et tubes par coloration,
  - marquage extérieur : nom du fabricant, année de fabrication, nombre et type de fibres optiques et marquage métrique.
- Installation en extérieure dans un fourreau sans risque d'immersion :
  - construction entièrement diélectrique,
  - composition : de 6 à N fibres multimodales et/ou monomodales selon le besoin,
  - structure serrée pour fibres optiques sur gainées (de diamètre 900 microns),
  - renfort central en matériau composite à haute résistance mécanique,
  - protection mécanique et anti-rongeur par fibre de verre type FRP,
  - **renforcement en mèches de verre étanches**,
  - gaine extérieure LSZH (ou LS0H),
  - repérage des fibres et tubes par coloration,
  - marquage extérieur : nom du fabricant, année de fabrication, nombre et type de fibres optiques et marquage métrique.
- Installation en extérieure dans un fourreau avec risque d'immersion :
  - construction entièrement diélectrique,
  - composition : de 6 à N fibres multimodales et/ou monomodales selon le besoin,
  - structure libre tubée ou « loose tube » (fibres optiques de diamètre 250 microns placées dans des tubes toronnés et maintenus par un film polymère),



DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

- renfort central en matériau composite à haute résistance mécanique,
- protection mécanique et anti-rongeur par fibre de verre type FRP,
- renforcement en mèches de verre étanches,
- **étanchéité longitudinale et radiale dans les tubes et au niveau de la protection (produit hydrobloquant) grâce à un gel d'étanchéité,**
- repérage des fibres et tubes par coloration,
- marquage extérieur : nom du fabricant, année de fabrication, nombre et type de fibres optiques et marquage métrique.
- Installation en extérieure dans un caniveau :
  - construction entièrement diélectrique,
  - composition : de 6 à N fibres multimodales et/ou monomodales selon le besoin,
  - structure libre tubée ou « loose tube » (fibres placées dans des tubes toronnés et maintenus par un film polymère, à raison de 1 à 12 fibres par tube),
  - renfort central en matériau composite à haute résistance mécanique,
  - protection mécanique et anti-rongeur par fibre de verre type FRP,
  - renforcement en mèches de verre étanches,
  - **gaine extérieure en PeHD (polyéthylène haute densité),**  
 Remarque importante : le matériau PeHD n'étant pas retardateur de flamme, ce type de câble devra être utilisé avec une protection complémentaire, en cas de cheminement à l'intérieur d'un bâtiment,
  - étanchéité longitudinale et radiale dans les tubes et au niveau de la protection,
  - repérage des fibres et tubes par coloration,
  - marquage extérieur : nom du fabricant, année de fabrication, nombre et type de fibres optiques et marquage métrique.
- Protection dans les chambres de tirage en extérieur :  
 Quel que soit le type, la fibre optique sera protégée par une gaine extérieure dans chaque regard afin d'éviter les risques d'écrasement ou de cassure.

### 5.5.10 Les jarretières optiques simplex

Les cordons de brassage (jarretières) utilisés pour les brassages dans les répartiteurs et dans les baies auront les mêmes caractéristiques que les câbles de distribution horizontale.

Les caractéristiques suivantes devront être respectées :

- la longueur du cordon sera appropriée à son utilisation ;
- les connecteurs seront de type LC ou SC ou autre suivant les applications ;
- les connecteurs seront équipés de capuchons de protection ;
- les cordons devront certifier d'un test individuel.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

### 5.5.11 Les jarretières optiques duplex

Elles auront les mêmes caractéristiques que les jarretières simplex avec des connecteurs duplex.

### 5.5.12 Performances des fibres optiques

Le choix du type de fibre se fera en fonction du besoin défini dans la note technique (application à transmettre, interfaces machines, longueur de la liaison).

La fibre optique sera conforme aux normes EN 50173 et ISO/IEC 11801 édition 2 et aura les caractéristiques optoélectroniques suivantes :

- Fibres multimodes G651 à gradient d'indices :
  - Diamètre : 50/125  $\mu\text{m}$  (éventuellement 62,5/125  $\mu\text{m}$  dans le cas de la réalisation d'une continuité d'une fibre optique multimodale à gradient d'indices de diamètre 62,5/125  $\mu\text{m}$  existante),
  - Type selon la norme IEC 60793-2-10 : OM3 ou OM4 pour une fibre 50/125  $\mu\text{m}$  (OM1 pour une fibre 62,5/125  $\mu\text{m}$ ) ;
- Fibres monomodes G657 (G657 B3 proscrite car non compatible avec la norme G652D) à gradient d'indices :
  - Diamètre : 9/125  $\mu\text{m}$ ,
  - Type selon la norme IEC 60793-2-50 : OS1 ou OS2.

La catégorie minimum de la fibre optique en multimode est :

- L'OM3 pouvant accepter un Ethernet10Gbps sur une distance de 300m.
- L'OM4 sera utilisé pour des distances comprises entre 300 et 550m.

Les affaiblissements des liaisons optiques ne devront pas dépasser les valeurs spécifiées pour les classes OF-300, OF-500 et OF-2000 spécifiées par la norme EN 50-173-1.

Le niveau de performance d'une connexion optique est déterminé par plusieurs caractéristiques :

- Les pertes intrinsèques  
Elles sont générées uniquement par la fibre, proviennent généralement d'un défaut de la fibre (cœur mal centré).
- Les pertes par insertion  
Ce sont les pertes au niveau du point de connexion. C'est la différence mesurée dans le cœur de fibre entre la puissance émise et la puissance reçue après le point de connexion, exprimée en dB. La valeur moyenne de perte se situe entre 0.1 et 0.5 dB (ou -0.1 et -0.5 dB).
- Affaiblissement d'un canal  
La mesure de l'affaiblissement d'un canal est donc la mesure des pertes intrinsèques et d'insertion. Elle est effectuée par photométrie en injectant une quantité connue de lumière à une extrémité et en mesurant la quantité de lumière sortant à l'autre extrémité. Cette mesure par photométrie est obligatoire et définie par la norme.
- Les pertes par réflexion

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

Les pertes par réflexion (ou réflectance) du connecteur est la quantité de lumière qui est réfléchi en retour dans la fibre vers la source par réflexions de la lumière sur l'interface entre la surface de l'extrémité polie du connecteur et l'air. Elles doivent être le plus faible possible.

La réflectance est une composante de la perte du connecteur, qui représente environ 0,3 dB de perte pour un connecteur sans contact. Minimiser la réflexion est nécessaire pour obtenir une performance maximale sur les systèmes monomode à haut débit binaire basés sur le laser. Dans les systèmes multimodes, la réflexion est moins problématique, mais elle peut ajouter du bruit de fond dans la fibre.

Les pertes par réflexion seront mesurées par réflectométrie.

### 5.5.13 Tests des performances des fibres optiques

Chaque liaison sera testée.

Il sera procédé à des mesures par photométrie dans les deux sens de transmission avec :

- d'une part des cordons de référence ;
- d'autre part des cordons obtenus de façon aléatoire dans le stock.

Il sera procédé à des mesures de réflectométrie OTDR (Optical Time Domain Reflectometry) dans les deux sens de transmission à l'aide d'un réflectomètre connecté sur la tête de câble par une bobine amorce suffisamment longue pour éviter le masquage des mesures sur la fibre à tester (zone aveugle). Les mesures seront réalisées aux longueurs d'ondes 1310 nm et 1550 nm sur les fibres monomodes et aux longueurs d'ondes 850 nm et 1300 nm sur les fibres multimodes.

Le bilan de liaison global de chaque fibre (de connecteur à connecteur) sera également mesuré dans chaque sens.

Toutes les mesures seront comparées aux caractéristiques fournies par le fabricant et seront jointes à la documentation de l'installation.

### 5.5.14 Bilan optique théorique global de la liaison

C'est la somme de toutes les pertes.

Le résultat des tests doit être inférieur au bilan optique théorique calculé ci-dessous.

Calcul du bilan optique théorique :

$A_{\max} (Db) = (L * F) + (nE * E) + (nC * C)$
-------------------------------------------------

- L = longueur de la Fibre optique en km,
- F = atténuation linéique moyenne de la fibre,
- nE = nombre d'épissures,
- E = valeur moyenne d'atténuation des épissures,
- nC = nombre de connecteurs,
- C = atténuation moyenne d'un connecteur.

Résultats :

- Affaiblissement des épissures
  - Moyenne dans les deux sens de transmission : 0,10 dB,

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

- Valeur maximale dans un seul sens de transmission : 0,15 dB,
- Atténuation à 1310 nm > Atténuation à 1550 nm,
- Aucun pic de Fresnel ne sera toléré compte tenu du mode de raccordement imposé par fusion.
- Affaiblissement des connecteurs
  - Perte d'insertion : 0,35 dB en moyenne avec un maximum de 0,5 dB,
  - Réflectance : -60dB en moyenne avec un minimum de -55dB.
- Affaiblissement linéique (**significatif si la longueur est supérieure à 200m**)
  - Pour chaque fibre optique monomode (moyenne dans les deux sens), il sera inférieur à 0,22 dB/km à 1550 nm et 0,35 dB/km à 1310 nm.
  - Pour chaque fibre optique multimode (moyenne dans les deux sens), il sera inférieur à 1 dB/km à 1300 nm et 3 dB/km à 850 nm.

### 5.5.15 Les Précautions d'installation de la fibre optique

Le faisceau laser utilisé dans les fibres optiques est invisible et peut sérieusement endommager les yeux. Regarder directement ne cause pas de douleur et l'iris de l'œil ne se ferme pas automatiquement comme il le fait tout en regardant la lumière brillante. Cela peut causer de graves dommages à la rétine de l'œil s'il est exposé au rayon laser de la fibre optique.

*Et donc il ne faut jamais regarder dans une fibre couplée à un laser*

- **Pour cela, il faudra toujours signaler la classe du laser sur les bandeaux de fibre optique.**

D'autre part, les extrémités de fibres optiques cassées en cours de raccordement ou de l'épissure sont dangereuses. Les débris sont extrêmement tranchants et peuvent facilement pénétrer dans la peau.

De ce fait la norme définit les précautions suivantes que le titulaire devra respecter :

- Manipuler les fibres avec prudence,
- Faire attention aux extrémités,
- Ne pas laisser tomber les morceaux de fibre sur le sol où ils vont se coller dans les tapis ou les chaussures et être de ce fait déplacés ailleurs.
- Éliminer tous les déchets correctement.
- Ne pas manger ou boire à proximité de la zone d'installation.

La fibre optique est extrêmement fragile, il faudra faire attention aux éléments suivants :

- Traction de la fibre,
- Rayon de courbure,
- Contraintes aux extrémités une fois la fibre installée (faire des boucles),
- Protection de la fibre optique,
- Pour éviter l'écrasement et la contrainte, les fibres optiques ne doivent jamais être posées sous des câbles cuivre.

Enfin, conformément à la norme, les éléments structurels métalliques des fibres optiques seront directement reliés à la terre.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC20	Du	14/01/2020

## **6 SYNTHÈSE DES TESTS DES LIAISONS CABLEES**

### **6.1 GENERALITES**

Le titulaire devra fournir les appareils de mesure pour la totalité des tests.

Les rapports de tests seront remis dans la documentation finale.

### **6.2 LIAISONS ELECTRIQUES**

Les liaisons électriques feront l'objet de tests de continuité et d'isolement.

### **6.3 LIAISONS COAXIALES**

Chaque liaison coaxiale sera testée dans sa globalité (avec ses connecteurs). Le test s'effectuera dans la gamme de fréquences de l'utilisation. L'affaiblissement et le coefficient de réflexion seront notamment vérifiés. Les mesures seront comparées aux caractéristiques fournies par le fabricant et seront jointes à la documentation de l'installation.

### **6.4 LIAISONS MULTIPAIR BAS DEBIT ET TELEPHONIQUE**

Après la pose et le raccordement, chaque câble sera testé ; seront vérifiés en particulier la continuité, la résistance d'isolement, l'affaiblissement à 800HZ, la diaphonie. Les mesures seront comparées aux caractéristiques fournies par le fabricant et seront jointes à la documentation de l'installation.

### **6.5 LIAISONS RESEAUX**

Les caractéristiques (classe et catégorie) de chaque liaison seront vérifiées. Elles devront répondre aux critères définis pour les classes précitées : il sera procédé exhaustivement à toutes les mesures qui seront jointes à la documentation de l'installation.

### **6.6 LIAISONS OPTIQUES**

Chaque liaison optique sera testée dans sa globalité pour déterminer l'affaiblissement total et la réflectométrie.