

*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 1\_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 SPEC 20**

### **Fiche 1 - Conditions d'exécution des travaux**

**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 SPEC 20	Du	14/01/2020

## DIFFUSION INITIALE

DESTINATAIRE(S)	COPIE(S) POUR INFORMATION

Toute reproduction ou communication de ce document, de son contenu ou de sa nature, même partielle, exceptés les usages internes des Services de la Direction Générale de l'Aviation Civile, est strictement interdite sans le consentement écrit de la Direction de la Technique et de l'Innovation

Objet de la diffusion (facultatif) :

## VERIFICATION <sub>(V)</sub> / APPROBATION <sub>(A)</sub>

Nom	Fonction / Entité	V / A	Visa
Eric OUANES	Adjoint Chef de pôle INS	V	
Isabelle BESSE	Chef de pôle INS	V	
Isabelle FAISANT	Chef de domaine DSO	A	

## MAITRISE DOCUMENTAIRE

<p>Référence : Fiche 1_SPEC20_V1R0</p> <p>Affaire / Projet / Opération : Installations dans les centres de la navigation aérienne</p> <p>Classement et archivage du document</p> <p>Stockage : S:\INS\2-Fonctionnaires\Documentations techniques\SPECs\</p> <p>Fichier : Fiche 1_SPEC20_V1R0 - Conditions d'exécution des travaux.docx</p> <p>Support / Format :</p>	
--	--

Contenu personnalisable

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

## ***Historique du document***

---

<i><b>Version du document</b></i>	<i><b>Date de rédaction</b></i>	<i><b>Raison de l'évolution</b></i>	<i><b>Auteur</b></i>
V0R1	02/01/2020	Version initiale DSO-INS	AF
V1R0	14/01/2020	Version validée	INS

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

## **Sommaire**

---

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>ENGAGEMENT DE CONFORMITE ET CONNAISSANCE DU PROJET.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>ORGANISATION DE CHANTIER .....</b>	<b>7</b>
3.1	Personnel intervenant	7
3.2	Conditions d'accès au chantier	7
3.3	Contraintes de sécurité	8
3.4	Plan de prévention	9
3.5	Principes à respecter	9
3.6	Préparation de chantier	10
3.7	Ouverture de chantier	11
3.8	Planning	11
3.9	Chantier en cours	12
3.10	Déposes de matériels	12
3.11	Evacuation des produits du chantier	13
3.12	Fin de chantier	13
3.13	Détérioration en cours de chantier	13
<b>4</b>	<b>CONTROLE, ESSAIS .....</b>	<b>14</b>
4.1	Généralités	14
4.2	Contrôle des câblages	14
4.3	Avis d'un organisme agréé	15
<b>5</b>	<b>RECEPTION DU CHANTIER.....</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>LIVRAISON .....</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>DOCUMENTATION .....</b>	<b>19</b>
7.1	Documents contractuels avant exécution des travaux	19
7.2	Documents contractuels en cours d'exécution des travaux	20
7.3	Documents contractuels après exécution des travaux (DOE)	20
<b>8</b>	<b>GARANTIE .....</b>	<b>21</b>

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	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 et 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 SPEC 20	Du	14/01/2020

## 2 ENGAGEMENT DE CONFORMITE ET CONNAISSANCE DU PROJET

Les propositions des entreprises candidates à un marché des services de la DGAC intervenant dans une zone opérationnelle devront tenir compte :

- des spécifications générales figurant au présent document,
- des prescriptions du guide d'aide à la protection contre la foudre des installations de la navigation aérienne (GPF version référencée sur les pièces contractuelles du marché),
- du document d'exigences relatives à la SSI (Sécurité des Systèmes d'Information) pour les marchés publics,
- des prescriptions du cahier des clauses techniques particulières ou de la note technique définissant la prestation,
- des caractéristiques du site spécifiées dans le CCTP ou la note technique (conditions géographiques, géologiques, climatiques et spécifiques),
- des conditions d'exécution,
- des contraintes engendrées par le caractère opérationnel du contrôle de la circulation aérienne : continuité de fonctionnement des installations, pas d'intervention sans coordination préalable avec le service technique compétent.

Ces propositions devront détailler et comprendre toutes les tâches accessoires nécessaires à l'exécution et au complet achèvement des travaux.

D'autre part, les fournitures et installations devront être conformes aux lois, décrets et règlements en vigueur applicables dans le cas d'espèce. Elles suivront les prescriptions émanant :

- de l'ensemble des normes françaises homologuées conformément au décret n°84-74 du 26 janvier 1984,
- des spécifications UTE (Union Technique de l'Electricité) ou AFNOR (Association Française de normalisation) concernant les installations électriques,
- des règles professionnelles,
- des constructeurs,
- des règles concernant la protection des travailleurs contre les courants électriques,
- du code du travail.

**Afin de vérifier la conformité des études, fournitures et installations notamment dans les domaines électriques, mécaniques et structurels, les entreprises titulaires seront tenues de faire appel à un organisme de contrôle agréé.**

Les coordonnées de cet organisme seront communiquées au maître d'œuvre à l'ouverture du chantier.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

## 3 ORGANISATION DE CHANTIER

### 3.1 PERSONNEL INTERVENANT

Dès la notification du marché ou du bon de commande, le titulaire présentera au maître d'œuvre le (ou les) responsable(s) chargé(s) de l'exécution du contrat.

Tout changement de chargé d'affaires ou de chef de chantier, pendant l'exécution de la prestation, sera signalé dans un délai n'excédant pas une semaine.

Le titulaire se conformera strictement aux règles de sécurité en usage sur le site considéré et aux règles imposées par le code du travail.

Toutes les interventions sur les installations seront effectuées par du personnel habilité ayant en permanence en sa possession tous les documents nécessaires. Les habilitations des personnels seront à fournir dès l'ouverture du chantier.

### 3.2 CONDITIONS D'ACCES AU CHANTIER

Les travaux étant situés dans une zone d'accès contrôlé le titulaire aura à sa charge les contraintes suivantes :

Avant le début du chantier, le titulaire prendra toutes les dispositions afin de permettre la délivrance des badges d'accès au site pour les personnes et les véhicules devant intervenir. Pour cela, il devra remplir (pour chacun de ses représentants sur le chantier) un dossier qui sera déposé au correspondant sûreté du site de l'aviation civile concerné. L'obtention peut durer jusqu'à 2 mois à compter de la réception du dossier. Il s'assurera, si nécessaire, de la réalisation d'un stage de formation d'habilitation sûreté d'une journée.

La délivrance d'un badge d'accès est conditionnée à une enquête de la Gendarmerie du Transport Aérien. Si à l'issue de cette enquête, l'autorisation d'accès d'un des intervenants est refusée pour quelque raison que ce soit, l'entreprise devra proposer une nouvelle personne.

Par ailleurs, tout personnel travaillant sur un site de l'aviation civile est appelé à une vigilance particulière vis-à-vis des actes de malveillance ou manquements aux règles d'application de la sûreté et doit signaler aux autorités compétentes de l'Etat tout fait anormal ou manquement qu'il constaterait.

Le contractant s'assure que les badges matérialisant les habilitations et titres de circulation délivrés à son personnel sont restitués aux services compétents de l'Etat dans les quarante-huit heures suivant la cessation de son activité dans la zone réservée de l'aéroport ou dans les locaux de la navigation aérienne. Toute perte ou vol de badge devra être déclarée à la Police ou à la Gendarmerie du Transport Aérien et signalée par l'employeur ou le correspondant sûreté du site concerné. Par ailleurs, l'employeur est tenu de signaler immédiatement toute modification des fonctions de l'employé titulaire et toute cessation d'activité de celui-ci.

Il est rappelé que les manquements aux dispositions réglementaires peuvent faire l'objet de sanctions administratives, y compris d'amende.

Tous les frais occasionnés (remplacement d'une personne et retard éventuel lié à un refus d'une personne, badges, autorisation d'accès véhicules,...) seront à la charge du titulaire.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

### 3.3 CONTRAINTES DE SECURITE

L'attention du titulaire est attirée sur le fait que l'exécution de travaux dans un centre opérationnel de la navigation aérienne est soumise à des contraintes particulières, notamment en ce qui concerne les procédures à suivre pour maintenir une continuité de service des installations. A ce titre, toutes les procédures de basculement liées aux travaux décrits dans le CCTP devront être scrupuleusement respectées.

Les accès aux salles techniques, salles de contrôle et tours de contrôle pourront être interdits à l'entreprise en cas de fort trafic ou, pour les approches, en cas de mauvais temps entraînant l'utilisation des procédures d'atterrissage « Catégorie 3 » appelées LVP.

Le permis feu est obligatoire pour réaliser les travaux présentant un risque d'incendie. Ce permis doit être demandé auprès du site concerné.

Les zones d'intervention seront obligatoirement balisées et interdites à la circulation des personnes étrangères au chantier. Avant l'ouverture du chantier, l'entreprise désignera un responsable de chantier chargé notamment :

- de la conduite des travaux ;
- de la coordination du chantier avec le maître d'œuvre et le service technique du site concerné;
- de la sécurité des personnes et de l'environnement immédiat.

En raison du caractère opérationnel du site, les temps de coupure devront être minimisés et programmés lors de réunions de coordination (avec compte-rendu) en présence du service technique du site concerné.

Ces réunions de coordination doivent permettre de valider :

- le contenu de l'intervention ;
- l'identification des contraintes opérationnelles à analyser sous MISO (Méthode d'Intervention sur les Systèmes Opérationnels) dans le cas de travaux programmés ;
- les exigences de sécurité éventuelles issues des études de sécurité concernées (EPISTIL ou dossier de sécurité) ;
- la durée estimée de l'intervention.

En conséquence, un planning détaillé des interventions sera communiqué par le titulaire au plus tard 7 jours ouvrés avant la date de réalisation des travaux.

L'exploitation opérationnelle de la plate-forme ne sera jamais interrompue. La priorité sera toujours donnée aux systèmes opérationnels par rapport aux travaux. En fonction des conclusions des études préliminaires, le titulaire sera amené à proposer la réalisation de travaux de nuit ou de week-end. Il devra le cas échéant se coordonner avec le service technique en charge du suivi de chantier.

Une fiche de « sécurité aérienne » ou MISO, réalisée par le site, décrira toutes les procédures à respecter lors de la phase chantier, à savoir : le plan, le lieu et le type de travaux réalisés quotidiennement.

Une coordination sera réalisée avec le Service Technique du site concerné et pourra conduire à une exécution des travaux se déroulant selon un échancier non optimal pour l'entreprise. Les travaux jugés trop bruyants et les interventions nécessitant des arrêts de systèmes opérationnels seront exécutés aux horaires de nuit en présence d'au moins une personne du service technique. Dans le



DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

cadre d'une offre forfaitaire, aucune réclamation ou demande de rémunération complémentaire ne pourra être acceptée pour les éléments décrits ci-dessus.

L'entreprise devra assurer elle-même sa propre sécurité vis-à-vis des installations électriques. En collaboration avec les services techniques, l'ensemble des disjoncteurs et tableaux électriques sur lesquels l'entreprise sera amenée à travailler sera consigné. Toutes les interventions électriques effectuées par l'entreprise seront exécutées par du personnel habilité au sens de la publication UTE C 18.510. Les habilitations des ouvriers permettant de travailler sous tension devront être remises au service technique du site concerné au début du chantier.

L'entreprise devra tenir compte de toutes ces contraintes dans son offre.

### 3.4 PLAN DE PREVENTION

Le contractant devra renseigner le plan de prévention proposé par le site avant le début des travaux.

Ce document devra être rempli et signé avec les instances du service technique du centre et le responsable local chargé de la mise en œuvre des règles d'hygiène et sécurité. Il signalera notamment les travaux en hauteur, la protection des trappes d'accès aux galeries techniques, le balisage des faux planchers ouverts, la sécurité d'accès aux installations, ...etc.

Le titulaire veillera à fournir tous les éléments nécessaires à l'établissement de ce plan de prévention (habilitation des personnels notamment).

### 3.5 PRINCIPES A RESPECTER

Les travaux seront réalisés en respectant les règles suivantes relatives à la présence et aux interventions des personnels externes à la DSNA dans un local technique où sont en fonctionnement des systèmes opérationnels. :

- prévenir au début et à la fin de l'intervention, suivant le lieu et la nature des travaux, soit le coordonnateur du site, soit la supervision ;
- baliser les zones et utiliser les protections individuelles ;
- effectuer les découpes (dalle de faux-plancher, chemins de câbles etc..) à l'extérieur du bâtiment ;
- ne jamais soulever plus de 2 dalles de faux plancher consécutives sans l'accord du service technique et en prenant soin de baliser la zone impactée ;
- éteindre les téléphones portables dans les zones non autorisées ;
- demander systématiquement où brancher les appareils électriques ;
- sécuriser l'utilisation des outils par rapport à l'environnement matériel et humain ;
- ne pas s'appuyer, ni monter sur une baie ;
- ne pas détériorer les câbles qui transitent dans les chemins de câbles ;
- ne pas arrêter un équipement ;
- ne pas débrancher ou couper un câble ou une alimentation sans avoir eu la validation du site ;
- ne jamais manœuvrer un disjoncteur sauf urgence.

Sauf dispositions contraires précisées dans le CCTP ou la note technique, le titulaire aura à sa charge l'installation d'un espace provisoire de vie pour ses employés et de stockage pour ses matériels. Il ne

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

pourra pas utiliser les locaux du site (magasin logistique par exemple) à ces fins sans autorisations. Les candidats prendront en compte ces aspects dans leur offre.

En outre, le titulaire devra maintenir quotidiennement pendant la durée des travaux, l'ordre du chantier et de ses abords par le rangement de son matériel, le débarras des gravats, déchets et emballages vides, matériels déposés non récupérés, ...

La poussière devra être aspirée et non balayée.

Le titulaire des travaux assurera lui-même l'enlèvement, le transport à la déchetterie des gravats résultant du chantier ou des matériels non utilisés, la valorisation et le retraitement des déchets avec certificat à fournir.

Les frais généraux, les frais de protection, les frais de nettoyage des locaux, l'évacuation des gravats et résidus en dehors du site provenant de l'exécution de ses travaux seront compris dans l'offre globale de prix.

Dans le cas où le titulaire tenterait de se soustraire à cette obligation, soit en dissimulant ses résidus, soit en ne se conformant pas strictement aux directives, celui-ci se réservera le droit de faire procéder, par tous les moyens à sa convenance, au nettoyage des lieux aux frais du défaillant.

Le maître d'œuvre sera particulièrement vigilant à l'application de ces règles et n'acceptera aucune dérogation.

### 3.6 PREPARATION DE CHANTIER

Tout chantier fera l'objet d'une réunion préliminaire entre le maître d'œuvre et le responsable projet de l'entreprise ou groupement d'entreprises pouvant engager le titulaire.

L'ordre du jour type sera :

- présentation du projet et de son déroulement, en fonction du contenu du CCTP, document technique contractuel du marché et de l'acte d'engagement notamment à propos des délais de réalisation,
- présentation des intervenants, responsabilités et limites de prestation de chacun,
- habilitation des personnels,
- planification du chantier,
- installation de chantier, stockage,
- préparation du plan de prévention (ou Plan Général de Coordination et Plans Particuliers de Sécurité et de Protection de la Santé),
- périodicité des réunions d'avancement des travaux (avec CRA = Compte Rendu d'Avancement).

Cette réunion préliminaire sera suivie, si le besoin est identifié par le maître d'œuvre, d'une visite sur site(s) afin notamment de valider les points techniques suite aux études.

Les travaux d'installation des équipements ne pourront commencer qu'avec l'accord formel du maître d'œuvre (notification marché et ordre de service).

L'entreprise sera considérée comme responsable de :

- son personnel et de son outillage,

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

- des matériaux et matériels de sa fourniture jusqu'à réception de l'installation,
- des matériels qui lui sont confiés par l'Administration.

### 3.7 OUVERTURE DE CHANTIER

Tout chantier fera l'objet d'une réunion d'ouverture sur site entre les différents correspondants locaux, le maître d'œuvre et le titulaire. Le chargé d'affaire de l'entreprise ainsi que le chef de chantier devront obligatoirement être présents.

Cette réunion d'ouverture de chantier devra aborder les points suivants :

- les formalités administratives d'accès aux sites (cf §3.6),
- Une présentation du projet et de son déroulement, en fonction du contenu du CCTP ou de la note technique, document technique contractuel du marché et de l'acte d'engagement notamment à propos des délais de réalisation ;
- Une préparation du plan de prévention conformément au §3.4,
- Une présentation des intervenants mentionnant les habilitations qu'ils doivent détenir, responsabilités et limites de prestation de chacun,
- la présentation du planning,
- toutes les suggestions techniques nécessaires au respect de ce dernier,
- prise de rendez-vous pour effectuer les éventuels repérages et prises de côte sur site,
- Avant le démarrage des travaux sur site, l'entreprise précisera les dispositions particulières concernant le passage et le stockage du matériel pendant la durée du chantier.

Une visite des locaux sera organisée.

### 3.8 PLANNING

Le planning prévisionnel fourni par l'entreprise mentionnera au minimum :

- les délais d'étude,
- les délais d'approvisionnement et de vérification "usine",
- les délais de transport,
- les délais d'installation et de mise en service de diverses phases techniques.

Le titulaire débutera le chantier en fonction des contraintes suivantes :

- à la date fixée par le maître d'œuvre,
- lorsque les études préliminaires auront été validées par le maître d'œuvre et par l'organisme de contrôle agréé si cela est prévu.

Un calendrier, que l'entreprise devra respecter, décrira les différentes phases de l'opération.

Tout retard de réalisation devra être justifié et signalé au maître d'œuvre sous forme écrite.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

### 3.9 CHANTIER EN COURS

Dans le cadre des prestations demandées, l'entreprise est responsable de la sécurité et de la protection de ses personnels et des tiers, elle devra par conséquent mettre en œuvre tous les moyens nécessaires.

Pendant la période des travaux, le titulaire désignera une à plusieurs personnes appartenant à l'entreprise chargées :

- de l'organisation et de la préparation du chantier,
- de la conduite et de la surveillance des travaux,
- du respect des consignes de sécurité et d'accès au chantier (zone réservée / publique...),
- des relations avec les personnels de la navigation aérienne du site,
- de la qualité du travail effectué,
- de l'adéquation des moyens mis en place avec les caractéristiques du chantier,
- de la prise en compte des contraintes locales (techniques, exploitation, environnement...).

En complément, le Chef de chantier organisera chaque début de semaine une réunion avec un représentant du site, où il présentera les travaux réalisés depuis la dernière réunion et ceux qu'il compte effectuer dans la semaine à venir.

### 3.10 DEPOSES DE MATERIELS

Le titulaire devra la dépose des matériels indiqués dans le CCTP ou la note technique.

Tous les câbles devenus inutiles suite à la réalisation des travaux devront être enlevés. De même, tous les câbles associés aux matériels déposés devront être retirés.

Avant la dépose d'un câble, le titulaire vérifiera l'absence de données ou de tension d'alimentation sur les conducteurs. Il appliquera également les procédures de consignation.

Sauf dérogation particulière, les câbles seront déposés sur toute leur longueur. Leurs cheminements étant généralement communs avec ceux d'autres câbles, l'entreprise veillera à enlever les câbles inutiles sans détériorer les autres et à reprendre la fixation des câbles restant dans les chemins de câbles.

Lors du déplacement, du démontage ou d'une découpe de matériel, toutes les précautions seront prises pour protéger les matériels environnants de manière efficace.

Avant toute dépose de matériel, l'entreprise demandera au service technique d'identifier les composants qu'il souhaite conserver. L'entreprise procédera alors au démontage des pièces désignées ainsi qu'au transport de celles-ci à un lieu de stockage désigné par le service technique.

Après la dépose, l'entreprise devra remettre les lieux en état d'utilisation. Il devra ainsi reboucher les trous d'ancrage des équipements sur les murs et plafonds et remplacer les dalles de faux-plancher ou de faux-plafond comportant des ouvertures.

Les principes énoncés §3.5 seront appliqués.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

### 3.11 EVACUATION DES PRODUITS DU CHANTIER

Le titulaire assurera dans tous les cas l'évacuation des déchets engendrés par les travaux stipulés au marché. L'évacuation et le traitement des matériels déposés seront à réaliser uniquement lorsque ces prestations seront prévues dans le CCTP ou la note technique.

Le traitement des déchets ou des équipements déposés devra être assuré par des entreprises agréées, dans les conditions prévues par le Code de l'Environnement. Le titulaire remettra au maître d'œuvre les certificats prévus par ce code, notamment pour les déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) et les déchets industriels dangereux (DID).

### 3.12 FIN DE CHANTIER

L'entreprise devra remettre en état le chantier à son terme. Cela inclut :

- la remise à l'Administration en l'état originel, des locaux ou zones mis à disposition durant les travaux (évacuation des gravats dans des décharges autorisées, ...),
- les reprises de maçonnerie, de rebouchage, d'enduit, de peinture et de revêtements de sol dues à ses travaux,
- les travaux d'étanchéité des traversées des cloisons, planchers et plafonds des différents locaux après la mise en place des matériels.

L'entreprise devra restituer au service de sécurité les badges et laissez-passer d'accès sur le site.

### 3.13 DETERIORATION EN COURS DE CHANTIER

En cas de détérioration, du fait du titulaire, d'équipements (matériel, mobilier, immobilier ou infrastructure) autres que ceux dont il a la fourniture, sa responsabilité sera engagée. Il devra par tous les moyens remettre en état les biens détériorés et mettre en place des moyens provisoires permettant un fonctionnement normal en attendant la remise en ordre.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

## 4 CONTROLE, ESSAIS

### 4.1 GENERALITES

En cours et à la fin des travaux, le maître d'œuvre, accompagné de l'entreprise, procédera à des opérations de contrôle en vue de vérifier le respect du planning, le bon déroulement et la conformité des travaux. Ces contrôles intégreront notamment :

- l'analyse des fiches d'autocontrôles et d'essais détaillés, datées et signées, des matériels livrés,
- l'inspection visuelle de bonne présentation d'ensemble des installations (quantité, disposition, présentation, qualité d'assemblage, fixation et mise à la masse des matériels),
- contrôle de la qualité des matériels (conformité aux normes en vigueur, matériaux mis en œuvre, peinture),
- la vérification des réseaux de chemins de câbles et des masses,
- la vérification d'équipotentialité des masses entre les divers équipements et des réseaux,
- la vérification de la qualité des passages des câbles et des repérages,
- la vérification du dossier de plans de récolement,
- les feuilles de calculs de section des conducteurs, de sélectivité des appareillages,
- pour les domaines concernés, présentation des documents de conformité rédigés par un organisme de contrôle agréé extérieur
- la vérification par thermographie infrarouge pour les installations électriques avec la fourniture du certificat Q19,
- les performances électriques des équipements.

Les tableaux électriques feront l'objet d'une vérification détaillée (se reporter à la fiche 5).

Les ASI feront l'objet d'une vérification détaillée (se reporter à la fiche 4).

Tous les essais seront consignés dans un "cahier de recette" à rédiger par l'entreprise. Cette dernière aura à sa charge, les frais pour toutes les fournitures, outillages, appareils de mesures ainsi que pour la mise en place du personnel qualifié pour effectuer les opérations de contrôle listées précédemment.

Suite aux vérifications du maître d'œuvre, tous les défauts constatés seront immédiatement réparés par l'entreprise. Ces corrections ainsi que les frais liés à la réception des travaux seront à la charge de l'entreprise.

### 4.2 CONTROLE DES CABLAGES

Le plan de test proposé par l'entreprise devra comprendre les procédures ainsi que les critères d'acceptation ou de rejet des types d'essais suivants :

- vérification quantitative des câbles,
- vérification de la pose des câbles (fixations, rayon de courbure, emplacement par rapport aux sources parasites, protection électromagnétique) ,
- conformité du type de câble utilisé,
- conformité de l'identification,

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

- vérification de la qualité de réalisation des connexions.

Chaque câble fera l'objet d'une fiche de test individuelle et les résultats seront consignés dans le cahier de mesures qui sera joint à la documentation finale.

### 4.3 AVIS D'UN ORGANISME AGREE

Un organisme agréé type COFRAC 3-128 sera choisi et pris en charge par le contractant pour vérifier la conformité du respect des normes françaises et des règles de l'art sur les travaux d'électricité. Celui-ci devra donner son avis à toutes les étapes du déroulement du chantier telles que :

- l'établissement des fiches de calcul des sections de câble, calibres de disjoncteur, choix de connexion, cheminements etc...
- l'exécution des plans de câblage des différentes armoires,
- la conformité des armoires avant leur pose sur site (vérifications en usine ou sur site si nécessaire) ,
- la réalisation finale de l'installation.

Cet organisme devra également pouvoir se prononcer sur la conformité de petites structures mécaniques.

Les certificats de conformité émis par cet organisme devront être joints aux schémas devant être approuvés par le maître d'œuvre. Ils seront intégrés dans la documentation finale.

Le contractant devra se conformer aux différentes remarques de cet organisme.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

## 5 RECEPTION DU CHANTIER

---

La réception ne sera prononcée, pour chaque poste, qu'après la réunion des conditions suivantes :

- l'installation aura satisfait à toutes les vérifications,
- la documentation définitive aura été livrée au maître d'œuvre,
- toutes les fiches de test des liaisons réalisées dans le cadre du marché auront été remises au maître d'œuvre. Toutes ces fiches devront constater les bonnes performances des liaisons,
- Le certificat de conformité devra être reçu par le maître d'œuvre.



DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

## 6 LIVRAISON

Le titulaire de la commande aura à sa charge l'emballage, l'assurance, le transport et la manutention de tous les matériels dont la fourniture lui incombe.

Il lui appartiendra de se faire préciser le lieu et les heures de livraison.

Les équipements transportés par l'Administration seront pris en charge par l'entreprise dès livraison sur site ou dans les ateliers de l'entreprise. Elle en sera tenue responsable (en cas de livraison dans les ateliers de l'entreprise, cela comprend le conditionnement, le transport et la livraison sur site des équipements) jusqu'à la réception des installations et aura l'obligation de contracter une assurance à hauteur de leur valeur.

Le déchargement des équipements suivi de leur transport jusqu'à leur emplacement définitif incomberont à l'entreprise responsable de leur installation.

Les réceptions de matériels feront l'objet d'inventaires quantitatifs et qualitatifs en présence d'un représentant de l'Administration. Toute anomalie sera signalée par écrit au maître d'œuvre.

### Particularités des sites outre-mer :

Les marchandises seront livrées sur site "rendu droits acquittés" selon la procédure en vigueur.

Selon les modes de transport utilisés, seront à la charge du titulaire :

- l'emballage,
- le chargement ou l'emportage en usine ou entrepôt de départ,
- l'acheminement au port, à l'aéroport, à la plate-forme de groupage ou au terminal,
- les formalités douanières export,
- le passage portuaire, aéroportuaire, en plate-forme de groupage ou au terminal de départ,
- le transport principal,
- l'assurance transport,
- le passage portuaire, aéroportuaire, en plate-forme de groupage ou au terminal d'arrivée,
- les formalités douanières import (octroi de mer, droits et taxes),
- l'acheminement et le déchargement ou le dépotage jusqu'à l'entrepôt spécifié de l'aérodrome d'arrivée, en attente de leur installation.

Les matériels seront transportés dans des emballages correspondant à la nature des équipements et aux modes de transport utilisés.

Dans le cas d'expéditions maritimes, les équipements seront protégés par une enveloppe étanche sous vide avant d'être mis en caisse.

Sur chaque colis seront indiqués de façon apparente par étiquette autocollante ou marquage au pochoir :

- la dénomination de l'affaire,
- la référence du marché d'acquisition,
- un numéro d'ordre,
- la description sommaire du contenu,

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

- le poids net et le poids brut.

Par ailleurs, le contractant devra remettre les documents douaniers et de transit relatifs aux fournitures, dans le but de faciliter ultérieurement les éventuelles procédures d'échanges standards.

Compte tenu de la situation géographique des sites, l'entreprise devra tenir compte des durées d'acheminement des matériels dans les délais de réalisation des travaux.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

## 7 DOCUMENTATION

### 7.1 DOCUMENTS CONTRACTUELS AVANT EXECUTION DES TRAVAUX

Dès le début de son étude, l'entreprise devra impérativement respecter les différentes dénominations des locaux, équipements et liaisons mentionnés au CCTP ou dans la note technique. Pour se faire, elle aura pris soin lors de la phase étude, de récupérer tous les plans et toutes les informations nécessaires auprès du service technique du centre et du maître d'œuvre.

Après études et avant exécution des travaux, l'entreprise présentera à l'approbation du maître d'œuvre un dossier d'exécution comprenant :

- les plans de fabrication des équipements dont la réalisation lui est confiée,
- les plans de modification des installations et équipements existants le cas échéant,
- tous les documents d'installation et notamment :
  - les plans de réservation génie civil le cas échéant,
  - les schémas unifilaires des circuits puissance, protection et mesure,
  - les notes de calculs électriques justifiant les solutions adoptées (courant de court-circuit, chutes de tension, sections de câbles...etc.), réalisées avec le logiciel CANECO dans la version utilisée par le maître d'œuvre,
  - le tableau récapitulatif des réglages des protections électriques et le plan de sélectivité,
  - le carnet de câbles ainsi que les feuilles de câbles courants forts et courants faibles,
  - les fiches techniques des matériels,
  - les plans de cheminement avec la localisation des chemins de câbles,
  - les plans de présentation et nomenclatures des baies,
  - les plans d'implantation des équipements dans les locaux,
  - les plans d'implantation des équipements dans les baies et mobiliers opérationnels (face avant, face arrière et vue de profil),
  - les plans de raccordement et borniers,
  - les synoptiques de chaînes.
- les schémas techniques de chaque tableau électrique comprendront:
  - un plan de présentation de la face avant;
  - un plan de présentation de la face arrière;
  - un plan de présentation des vues de profil;
  - un schéma de câblage du tableau (liaisons internes);
  - un plan de raccordement (liaisons externes);
  - un récapitulatif des matériels et composants avec leurs références constructeurs

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

Tous les plans de fabrication et d'installation seront réalisés au minimum sous format AUTOCAD et PDF, les feuilles de câbles seront réalisées sous EXCEL.

Toute exécution prématurée, faute d'avoir en temps utile soumis les notes de calculs et les plans à l'approbation du maître d'œuvre, s'effectuera sous la seule responsabilité de l'entreprise. Les modifications qui pourraient lui être demandées seraient entièrement à sa charge, y compris les conséquences d'un retard sur le planning des travaux.

## **7.2 DOCUMENTS CONTRACTUELS EN COURS D'EXECUTION DES TRAVAUX**

### **Pour la vérification usine des fabrications :**

Un dossier provisoire incluant une version papier et une version électronique seront remis au maître d'œuvre lors de la vérification usine des fabrications. Ils comprendront l'ensemble des documents décrits précédemment.

Le maître d'œuvre contrôlera la conformité de ce dossier par rapport aux prestations réalisées. Elle précisera les modifications éventuelles à apporter dans un délai de quatre semaines suivant la vérification usine.

### **Pour la vérification site des installations :**

Un dossier provisoire incluant une version papier et une version électronique seront remis au maître d'œuvre quinze jours avant la vérification site de l'installation. Ils comprendront l'ensemble des documents décrits précédemment ainsi que les fiches de test de câbles.

Le maître d'œuvre contrôlera la conformité de ce dossier par rapport aux prestations réalisées. Elle précisera les modifications éventuelles à apporter sur les documents lors de la vérification site.

## **7.3 DOCUMENTS CONTRACTUELS APRES EXECUTION DES TRAVAUX (DOE)**

La documentation définitive, issue de la liste des documents précédents, sera mise à jour en fonction des observations faites sur la documentation provisoire relative aux fabrications et aux installations et sera transmise au maître d'œuvre dans un délai de quatre semaines suivant la vérification site. Elle intégrera également, sous format "Excel", les fiches de test de toutes les liaisons câblées. Le titulaire fournira cette documentation sous la forme :

- d'un support informatique (clé usb ou CD-ROM) contenant toute la documentation, dont la documentation technique et les notices d'entretien et d'exploitation, aux formats ".dwg", ".doc", ".xls", ".jpg" et ".pdf".
- d'un tirage papier en deux exemplaires (un pour le site, un pour le maître d'œuvre), assemblé dans un classeur et contenant en outre un jeu de photographies numériques des installations réalisées.

Les fichiers au format ".dwg" devront être réalisés dans une version lisible sous AutoCAD LT 2013. De plus, les schémas devront être regroupés dans un seul fichier qui regroupera tous les folios.

La documentation définitive comprendra la mise à jour des synoptiques des chaînes système objet de l'intervention du titulaire ainsi que la mise à jours des plans de maquettage des salles techniques.

Après réception des installations, l'entière propriété de ces documents sera acquise au maître d'œuvre (y compris tous les droits de reproduction).

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

## 8 GARANTIE

---

Les prestations et tous les matériels fournis seront garantis pendant une période minimum d'un an dans les conditions fixées au CCAG de référence.

La garantie portera sur tous les défauts visibles ou non des matériaux employés, sur tous les vices de construction, de conception ou de fonctionnement.

Cette garantie comprend également le déplacement du titulaire sur site pour procéder à la remise en état ou au changement du matériel défectueux.

DTI/DSO/INS	Projet	Installations dans les centres de la navigation aérienne	Version	V1R0
NOTE	Titre	Spécifications générales SPEC 20	Du	14/01/2020

*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 2\_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 2 - Fourniture et installations générales**

**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

## ***Historique du document***

---

<i><b>Version du document</b></i>	<i><b>Date de rédaction</b></i>	<i><b>Raison de l'évolution</b></i>	<i><b>Auteur</b></i>
V0R1	02/01/2020	Version initiale DSO-INS	AF
V1R0	14/01/2020	Version validée	INS

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>6</b>
<b>2</b>	<b>PROTECTION DES INSTALLATIONS .....</b>	<b>7</b>
2.1	Protection des installations contre les vibrations	7
2.2	Protection des installations contre l'intrusion d'animaux	7
2.3	Protection contre les poussières	7
2.4	Protection contre les risques liés aux projections d'eau	7
2.5	Niveau sonore	7
2.6	Emanations	8
2.7	protection contre le feu	8
<b>3</b>	<b>ETUDES PRELIMINAIRES.....</b>	<b>9</b>
3.1	Dossier d'exécution	9
3.2	Etude préliminaire du phasage	9
3.3	Etude préliminaire du planning	10
<b>4</b>	<b>AFFICHAGE – REPERAGE – MARQUAGE .....</b>	<b>11</b>
4.1	Affichage relatif à la protection des travailleurs	11
4.2	Repérage des bâtiments et locaux	11
4.3	Repérage des matériels	11
4.3.1	Dispositions générales	11
4.3.2	Repérage des mobiliers techniques	11
4.3.3	Repérage des équipements en baie	11
4.3.4	Repérage des matériels dans les répartiteurs	12
4.3.5	Repérage des bandeaux de prises réseaux et optiques	12
4.3.6	Repérage des borniers énergie	12
4.3.7	Repérage des bandeaux de prises électriques	12
4.3.8	Repérage des chemins de câbles	13
4.3.9	Repérages divers	13
4.4	Repérage des câblages	13
4.5	Plaques signalétiques	13
4.6	Repérage des sources électriques	13
<b>5</b>	<b>PREPARATION AUX CHANTIERS .....</b>	<b>15</b>
5.1	Principe	15

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	Compatibilité au régime de neutre IT	15
5.3	Double-attachement électrique	15
5.4	Cohérence électrique	16
5.5	Les matériels actifs	16
5.6	Mise à la masse des matériels	17
5.7	Chaise de support	18
<b>6</b>	<b>LES EQUIPEMENTS TECHNIQUES OPERATIONNELS.....</b>	<b>19</b>
6.1	Baies techniques	19
6.1.1	Description	19
6.1.2	Ventilation de sécurité des baies	20
6.1.3	Alimentation SC des baies	21
6.1.4	Alimentation SD des baies	21
6.1.5	Baies de brassage	21
6.1.6	Installation d'une baie	22
6.2	Etablis techniques	22
6.2.1	Description d'un établi technique	22
6.2.2	Installation de l'établi technique	23
6.2.3	Bandeaux RJ45	24
6.2.4	Alimentation SC de l'établi technique	24
6.2.5	Alimentation SD de l'établi technique	24
6.3	Répartiteurs	24
6.3.1	Conception	24
6.3.2	Raccordements	25
6.3.3	Installation d'un répartiteur	26
6.3.4	Gestion des répartiteurs	27
6.4	Pupitres de contrôle, supervision et autres mobiliers spécifiques	28
6.4.1	Etude de fabrication	28
6.4.2	Spécifications techniques	28
6.5	Platines supports de moyens opérateurs	31
6.6	Supports d'écrans	32
6.7	Abris techniques préfabriqués	33
6.8	Automates	35
6.9	Faux plancher	36

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 et 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 PROTECTION DES INSTALLATIONS**

### **2.1 PROTECTION DES INSTALLATIONS CONTRE LES VIBRATIONS**

Les équipements générateurs de vibrations seront montés sur des supports antivibratoires. Ils ne devront en aucun cas perturber les matériels avoisinants.

### **2.2 PROTECTION DES INSTALLATIONS CONTRE L'INTRUSION D'ANIMAUX**

Dans le cadre de la protection des installations contre l'intrusion d'animaux (insectes, rongeurs, reptiles...), il sera prévu :

- la mise en place de grilles d'entrée d'air avec moustiquaires en matériau inoxydable (abris techniques préfabriqués, bâtiments techniques),
- le bouchage à la mousse de polyuréthane des extrémités des gaines et fourreaux,
- la pose de produits répulsifs dans les volumes type plancher surélevé (à libre accès), faux plafond, galeries techniques, caniveaux, chambres de tirage...

### **2.3 PROTECTION CONTRE LES POUSSIÈRES**

Lors de la planification de travaux générant des poussières, le titulaire devra prévoir des dispositifs de calfeutrage de la zone concernée. La mise en place du confinement s'appliquera également à niveau des faux planchers et faux plafonds.

Les moyens d'aspiration des poussières devront être mis en place et devront être en adéquation avec la quantité de poussière qui sera générée.

### **2.4 PROTECTION CONTRE LES RISQUES LIÉS AUX PROJECTIONS D'EAU**

Sur toute intervention, le titulaire devra identifier tout risque de fuite ou risque de projection d'eau et en référer au maître d'œuvre ou au service technique.

Il devra mettre tous les moyens préventifs nécessaires afin de limiter au maximum ces risques. Le début d'intervention devra, après la mise en place des dispositifs de protection, faire l'objet d'un accord formel de la part du maître d'œuvre.

### **2.5 NIVEAU SONORE**

L'attention du contractant est attirée sur le fait que l'exécution de travaux dans une salle de contrôle en activité est soumise à des contraintes particulières, notamment en ce qui concerne les travaux bruyants.

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 s'engage à prendre toutes les mesures pour que la réalisation des travaux occasionne le moins possible de nuisances sonores en salle de contrôle.

Les interventions jugées trop perturbantes par les agents du centre devront cesser immédiatement. L'entreprise devra alors étudier d'autres modalités d'intervention.

## 2.6 EMANATIONS

Le titulaire devra identifier tout risque de dégagement d'odeur désagréable voire nocive pouvant résulter de ses travaux.

Lorsque des produits volatils seront utilisés pour la réalisation des travaux, le titulaire devra prendre toutes les mesures pour limiter autant que possible la diffusion des odeurs. Il devra notamment choisir en priorité des produits dé aromatisés.

L'utilisation de produits dégageant des émanations volatiles nocives pour les personnes est proscrite.

Le titulaire devra présenter les fiches techniques des produits au service technique du centre, avant leur mise en œuvre.

## 2.7 PROTECTION CONTRE LE FEU

Pour les liaisons entre les locaux à risque, le titulaire rendra coupe-feu 2H les passages en (caniveaux, fourreaux) au niveau du plancher et du plafond.

Le titulaire utilisera du mastic coupe-feu acrylique type Hilti CFS-S ACR CW et/ou de la mousse intum coupe-feu CFS-F FX, prévus à cet effet.

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

### 3 ETUDES PRELIMINAIRES

Chaque début de travaux sera soumis au préalable à la validation d'un dossier d'exécution qui comprendra les éléments suivants décrits ci-dessous.

Toute exécution prématurée, faute d'avoir en temps utile soumis les notes de calculs et les plans à l'approbation, s'effectue sous la seule responsabilité du titulaire. Les modifications qui peuvent lui être demandées seront entièrement à sa charge, y compris les conséquences du retard sur le planning des travaux.

**Après la notification des ordres de service des phases correspondantes, l'entreprise assurera, à partir de ce dossier d'étude validé, l'approvisionnement des différents équipements.**

Au cours du chantier, ces documents seront mis à jour en fonction des aléas de l'opération. En particulier le planning sera mis à jour par l'entreprise pour chaque réunion. Il sera diffusé 3 jours avant la réunion.

#### 3.1 DOSSIER D'EXECUTION

Le titulaire réalisera le dossier d'exécution.

Ce dossier comprendra notamment :

- les schémas synoptiques courants faibles et courants forts;
- les plans de maquettage de chacune des baies installées ou modifiées ;
- le plan de réalisation du ou des répartiteurs ;
- le plan de réalisation des armoires électriques ;
- les plans d'implantation des équipements dans les locaux ;
- les plans de cheminement avec la localisation des chemins de câbles ;
- les schémas de raccordement des borniers ;
- le carnet de câbles de l'ensemble de l'installation ;
- la nomenclature de tous les câbles.

Le dossier d'exécution devra être validé par le maître d'œuvre au fur et à mesure de l'étude.

#### 3.2 ETUDE PRELIMINAIRE DU PHASAGE

Dans son étude, l'entreprise devra présenter un phasage de l'opération en prenant en compte la Méthodologie d'Intervention sur les Systèmes Opérationnels "MISO" mise en place par le site. Le respect de cette procédure est obligatoire et sera activée pour toutes les interventions sur les matériels opérationnels lors du déroulement du chantier.

Cette procédure permettra d'aider le responsable de travaux du site, lors de travaux programmés sur un système opérationnel, à évaluer rapidement et le plus objectivement possible, les risques

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

techniques et fonctionnels liés à ces travaux et les contraintes associées pour choisir un mode de préparation de l'opération.

Ainsi, cette partie devra présenter les éléments suivants :

- élaboration du phasage ;
- planification précise mise en place par le titulaire en coordination avec le maître d'œuvre et le site ;
- mode opératoire détaillé faisant clairement apparaître les périodes d'intervention (jour, nuit ou week-end) et les durées d'intervention ainsi qu'éventuellement les temps d'indisponibilité des systèmes.

### 3.3 ETUDE PRELIMINAIRE DU PLANNING

Cette étude comprendra un planning détaillé des travaux et devra être réalisé sous MS-Project selon les possibilités du site concerné.

Ce planning devra notamment prendre en compte :

- les délais d'études et de leurs validations,
- les délais de tous les approvisionnements,
- les délais d'exécution des différentes interventions.



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

## **4 AFFICHAGE – REPERAGE – MARQUAGE**

### **4.1 AFFICHAGE RELATIF A LA PROTECTION DES TRAVAILLEURS**

Les affiches concernant la protection des travailleurs seront exposées avec le maximum de visibilité.

Tout danger électrique (risque de contact direct avec un élément sous tension notamment) sera signalé par une étiquette normalisée collée sur la porte d'accès de l'enveloppe (armoire, baie...) et sur l'écran de protection éventuel.

Tous les panneaux signalétiques de dangers réglementaires seront installés à l'intérieur et à l'extérieur de chaque local.

Les circuits non coupés par les arrêts d'urgence seront repérés par des étiquettes rouges type « dilophane », « gravoply » ou équivalent gravées en lettres blanches.

### **4.2 REPERAGE DES BATIMENTS ET LOCAUX**

Le repérage des bâtiments et locaux sera conforme à celui en vigueur sur le site considéré.

### **4.3 REPERAGE DES MATERIELS**

#### **4.3.1 Dispositions générales**

Les étiquettes et les lettres seront dimensionnées en fonction du texte, de manière à permettre une lecture aisée. Leur couleur sera précisée par le maître d'œuvre, selon le site concerné et selon la fonction de l'enveloppe ou de l'appareil considéré. Elles seront collées ou autocollantes.

Les étiquettes rédigées manuellement ou présentant un texte en relief sont proscrites.

#### **4.3.2 Repérage des mobiliers techniques**

Les enveloppes (cellules, armoires, coffrets, pupitres) et les appareils principaux seront repérés par leur nom ou leur sigle avec éventuellement un numéro d'ordre.

Les repères seront gravés sur des étiquettes type « dilophane », « gravoply » ou équivalent fixées :

- en face avant de chaque cellule, armoire et coffret,
- à proximité de chaque appareil.

Les enveloppes à double accès seront repérées en face avant et en face arrière.

Le positionnement et le type d'étiquetage seront définis en amont.

#### **4.3.3 Repérage des équipements en baie**

Les repérages des équipements seront réalisés sur des éléments au format 19". Ils seront de plusieurs types et seront classés par taille décroissante de la police d'inscription comme proposé ci-dessous :

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

- panneaux d'identification de la baie. Il s'agit d'une inscription sur un panneau simple d'aluminium situé en haut de la baie.
- panneau d'identification d'équipement unique. Il s'agit d'une inscription en noir sur un panneau simple d'aluminium de 1U situé juste au-dessus de l'équipement concerné,
- panneau d'identification d'équipements multiples (type plateau modem). Il s'agit de plusieurs inscriptions en noir sur un panneau simple d'aluminium de 1U situé juste au-dessus des équipements à identifier,

Le seul repérage sur les équipements n'est pas suffisant. Il ne pourra être qu'un repérage complémentaire.

#### **4.3.4 Repérage des matériels dans les répartiteurs**

En haut de chaque travée (ou ferme) sera fixée une étiquette précisant le repère de la travée.

Un module transparent porte-étiquette sera placé en tête de chaque empilement (ou bloc) de modules de raccordement. Il mentionnera le repère de l'empilement considéré.

Chaque module de raccordement sera équipé d'un porte-étiquette latéral pour son repérage. Les renseignements qui devront y figurer seront précisés par les personnels du service local.

Une étiquette sera placée en tête de chaque empilement (ou bloc) de bornes unitaires. Elle mentionnera le repère de l'empilement considéré.

Chaque borne comportera un système d'étiquetage précisant son repère.

Les systèmes de repérage seront choisis dans la même gamme que celle des modules de raccordement ou que celle des bornes.

#### **4.3.5 Repérage des bandeaux de prises réseaux et optiques**

Les bandeaux de prises réseaux et optiques seront fournis avec obturateurs amovibles et plastrons de couleur pour les embases RJ45. Le repérage du bandeau sera réalisé par étiquetage sur l'un des côtés du rack. Les prises ou groupes de prises devront être également repérés par une ou plusieurs étiquettes fines longeant la partie supérieure du bandeau. Les couleurs seront choisies en concertation avec le service technique local.

#### **4.3.6 Repérage des borniers énergie**

Chaque bornier sera repéré par une étiquette précisant son repère et la tension présente sur ce bornier. Exemple : BN240V1.

Chaque borne comportera un système d'étiquetage précisant son repère.

Les systèmes de repérage seront choisis dans la même gamme que celle des bornes.

#### **4.3.7 Repérage des bandeaux de prises électriques**

Les bandeaux de prises seront repérés de manière à pouvoir identifier rapidement le tableau électrique et la protection associée.

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

### 4.3.8 Repérage des chemins de câbles

Les chemins de câbles seront repérés par des étiquettes gravées type « dilophane », « gravoply » ou équivalent. Ces étiquettes seront fixées tous les 2 m par des rivets ou des vis sur l'aile la plus visible du chemin de câbles.

Les textes et les couleurs des étiquettes sont spécifiques à chaque site. Ils seront précisés lors du lancement du chantier.

Les chemins de câbles « courants forts » et « courants faibles » devront notamment être différenciés à l'aide de cet étiquetage.

### 4.3.9 Repérages divers

Tous les composants apparents en face avant ou en face arrière d'un équipement, dont la fabrication est à la charge du titulaire, seront repérés par sérigraphie.

Toute prise « courants faibles » sera repérée par une étiquette autocollante.

## 4.4 REPERAGE DES CABLAGES

Tout câble sera repéré aux deux extrémités et dans chaque chambre de tirage.

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.

## 4.5 PLAQUES SIGNALÉTIQUES

Outre les plaques signalétiques obligatoires pour les accessoires de série, il sera disposé une plaque signalétique rigide comportant l'inscription (sur chaque baie, coffret ou équipement) :

**Nom du maître d'œuvre**

**Marché n°**

**Propriété de l'Etat**

## 4.6 REPERAGE DES SOURCES ELECTRIQUES

Un repérage de couleurs selon le type de sources électriques sera mis en place en face avant des tableaux électriques.

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

<b>NSEC</b>	<b>24Vcc A</b>	<b>(-) 48Vcc A</b>	<b>SEC A</b>	<b>SC A</b>
<b>SEC</b>	<b>24Vcc B</b>	<b>(-) 48Vcc B</b>	<b>SEC A</b>	<b>SC A</b>
<b>SC (ou OND)</b>	<b>SC SUP</b>	<b>24Vcc</b>	<b>48Vcc</b>	<b>AU</b>

Suivant les centres, les couleurs des réseaux "A" et "B" pourront être différentes et seront spécifiées en amont.

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

## 5 PREPARATION AUX CHANTIERS

### 5.1 PRINCIPE

Toute fourniture approvisionnée par les soins d'une entreprise titulaire aura fait l'objet d'une approbation préalable.

Toutes les fournitures devront être neuves et celles de fin de série seront proscrites.

Le choix des fournitures s'effectuera en fonction des critères suivants :

- qualité, performances,
- standardisation et maintenance : les matériels choisis seront, si possible, homogènes avec les équipements existants ou, au minimum, interchangeables,
- présence d'un service après-vente à proximité du site (notamment pour l'outre-mer),
- disponibilité ou délai d'approvisionnement,
- coût.

### 5.2 COMPATIBILITE AU REGIME DE NEUTRE IT

Le titulaire devra s'assurer de la compatibilité de son matériel avec un réseau électrique dont le schéma des liaisons à la terre est le régime de neutre IT (avec neutre distribué).

Conformément à la norme NFC15-100 (§ 512), le titulaire doit s'assurer que ses matériels connectés entre une phase et le neutre doivent être isolés pour la tension entre phases.

Une attention particulière devra être apportée au fait que le calibrage des filtres CEM et des parasurtenseurs (varistances ou autres) soit bien adapté à une tension minimale de 440V en mode commun.

Pour les matériels possédant des protections de sous-ensembles alimentées directement par le réseau électrique, le titulaire devra également respecter la NFC15-100 qui impose la protection du neutre en régime IT.

Le titulaire devra appliquer sur son matériel une étiquette autocollante mentionnant « matériel compatible SLT « IT » et identifiant le nom du fournisseur (ou du titulaire).

Le maître d'œuvre se réserve le droit de réaliser des essais du matériel sur un réseau IT en défaut.

### 5.3 DOUBLE-ATTACHEMENT ELECTRIQUE

Pour les centres disposant de deux réseaux SC (Sans Coupure) opérationnels de même nature, il est impératif de ne pas raccorder un même équipement sur les deux réseaux pour éviter tout mode de défaillance commun.

En cas d'équipements doublés et redondants d'un système, il sera nécessaire de raccorder chacun de ces équipements sur un réseau électrique différent (exemple : un convertisseur raccordé sur un des 2 réseaux SC et une ressource issue du réseau -48V DA (Double-Attachement) alimenteront un équipement opérationnel bi-raccordé).

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

Ces contraintes électriques fortes et structurantes doivent être prises en compte par le titulaire dès la conception d'une architecture système et ceci afin :

- de s'assurer du bon fonctionnement en mode électrique dégradé (avec un seul réseau présent),
- de s'assurer de ne pas créer de défaut de mode commun entre les 2 réseaux électriques de même nature.

## 5.4 COHERENCE ELECTRIQUE

Les systèmes ou branches de système dont les éléments sont dispersés (ex: ensemble UC, émetteur vidéo, récepteur vidéo, écran) doivent impérativement être raccordés au même réseau électrique afin d'obtenir une cohérence de raccordement et minimiser les impacts de la perte d'un réseau sur l'ensemble des chaînes du système.

Le titulaire veillera, à l'installation initiale, ou à la conception d'une chaîne système, à appliquer cette cohérence.

## 5.5 LES MATERIELS ACTIFS

Il est entendu par matériels actifs, tout élément faisant partie d'un système lié au contrôle aérien ou contribuant au bon fonctionnement opérationnel du centre.

Pour une mise en baie, ces éléments devront :

- être intégrables dans un format 19",
- avoir des raccordements réalisés obligatoirement par l'intermédiaire d'embases/connecteurs et disposés en face arrière,
- être conformes aux normes de compatibilité électromagnétique EN 55022 classe A, EN 55024 et EN 61000-3-2/3,
- être conçus de manière à faciliter leur démontage par le service de maintenance avec l'objectif de réduire les durées d'intervention (aisance de manipulation, facilité de remplacement...),
- fonctionner correctement dans une plage de température comprise entre 15 et 35°C et dans une plage d'hygrométrie de 50% ± 15%HR,
- être compatibles avec un refroidissement par soufflage de l'air frais par l'ouverture du faux-plancher à l'intérieur de la baie,
- respecter le niveau de pression acoustique de 45dB max,

Pour une mise sur table technique, ces éléments devront :

- avoir des raccordements réalisés obligatoirement par l'intermédiaire d'embases/connecteurs et disposés en face arrière,
- être conformes aux normes de compatibilité électromagnétique EN 55022 classe A, EN 55024 et EN 61000-3-2/3,

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

- être conçus de manière à faciliter leur démontage par le service de maintenance avec l'objectif de réduire les durées d'intervention (aisance de manipulation, facilité de remplacement...),
- fonctionner correctement dans une plage de température comprise entre 15 et 35°C et dans une plage d'hygrométrie de 50% ± 15%HR,
- respecter le niveau de pression acoustique de 45dB max,

Pour une intégration en position de contrôle ou sur un mobilier opérationnel, ces éléments devront :

- être encastrables facilement sur une contre-plaque d'épaisseur 20/10<sup>ème</sup> ou sur plan de travail
- avoir des raccordements réalisés obligatoirement par l'intermédiaire d'embases/connecteurs et disposés en face arrière,
- être conformes aux normes de compatibilité électromagnétique EN 55022 classe A, EN 55024 et EN 61000-3-2/3.
- être conçus de manière à faciliter leur démontage par le service de maintenance avec l'objectif de réduire les durées d'intervention (aisance de manipulation, facilité de remplacement...),
- fonctionner correctement dans une plage de température comprise entre 15 et 35°C et dans une plage d'hygrométrie de 50% ± 15%HR
- être compatibles avec un refroidissement par soufflage de l'air frais dans la partie technique du meuble,
- respecter le niveau de pression acoustique en position opérateur de 40dB max pour les matériels confinés dans la partie technique du meuble.

## 5.6 MISE A LA MASSE DES MATERIELS

Les remarques ci-dessous viennent en complément des exigences mentionnées à la fiche 4 du GPF (Guide d'aide à la protection contre la foudre):

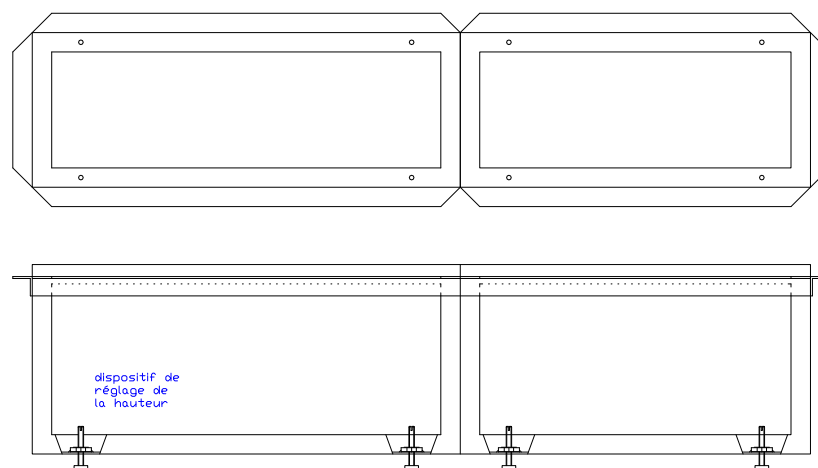
- tous les châssis, les équipements informatiques et enveloppes métalliques seront raccordés au réseau de masse, y compris les parties scellées comme les cornières de caniveau, des montants de porte, de la canalisation métallique....
- toutes les mises à la masse se feront au plus court, les boucles étant proscrites.
- les mises à la masse se feront par des bandes de cuivre étamé 30x2 mm ou par des tresses plates en cuivre étamé (câble rond proscrit). Les tresses devront être aussi larges que possible.
- les conducteurs cylindriques, y compris le vert/jaune et le conducteur en cuivre nu, sont prohibés.
- les raccordements des liaisons de masse se feront par serrage mécanique à chaque extrémité. Des cosses seront utilisées pour les tresses.
- Au minimum 2 points de raccordement par tiges filetées en cuivre étamé non peinte seront installés sur les bâtis métalliques.
- les baies ou armoires placées côte à côte seront interconnectées, en partie haute et en partie basse, au moyen de vis ou de tresses en cuivre étamé.

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

- les masses de tous les équipements (y compris leur châssis support) intégrés dans les baies, coffrets ou armoires, seront raccordées au collecteur par des tresses en cuivre étamé.
- les connexions des liaisons de masses devront être facilement démontables sans outil particulier (serrage par écrou papillon par exemple).

## 5.7 CHAISE DE SUPPORT

Selon les cas, une chaise de support peut être demandée lors de l'installation d'une baie technique (§6.1.6). Elle est composée d'un châssis mécano-soudé en profilé acier traité anticorrosion. Le plan horizontal supérieur de contact entre le châssis et la rehausse sera le même que celui du dessus du plancher technique. La baie technique sera boulonnée à la chaise qui sera fixée au plancher béton (environ 500mm sous faux-plancher). En périphérie, des cornières supporteront les dalles de faux-plancher. Ces dernières seront ajustées si nécessaire. Un schéma de principe de ce châssis est proposé ci-dessous :



La chaise comportera une patte de cuivre qui sera fixée par serrage mécanique. Elle sera reliée électriquement au plan de masse à l'aide d'un plat de cuivre étamé de 30 x 2.

Pour installer le châssis, il sera nécessaire de :

- découper une partie des dalles de faux-plancher ;
- adapter les chemins de câbles ;
- optimiser le cheminement du maillage fiche 4 §5.1 du Guide d'aide à la protection contre la foudre des installations de la Navigation Aérienne (GPF 09 édition de septembre 2009).



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

## 6 LES EQUIPEMENTS TECHNIQUES OPERATIONNELS

### 6.1 BAIES TECHNIQUES

#### 6.1.1 Description

Chaque baie fournie par le titulaire sera par défaut d'une hauteur utile de 47U, de largeur 800mm et de profondeur 1000mm, sauf prescription contraire.

Cette baie aura les caractéristiques suivantes :

A l'avant :

- Châssis de 19'' qui sera monté en retrait avec une installation d'enjoliveurs selon les cas suivants :
  - Baie composée d'équipements actifs : retrait de 100mm du châssis ;
  - Baie de brassage (composé d'équipements passifs) : retrait de 200mm du châssis.
- une porte en verre Sécurit 6 mm montée sur quatre charnières, avec ouverture à 180° avec une poignée et une serrure à verrouillage sans clé (caractéristiques supplémentaires ci-après) ;  
(La porte sera grillagée si la climatisation est ambiante donc sans plenum de soufflage et la porte sera composée de ½ portes si l'espace est réduit)
- sur le montant supérieur, étiquette en dilophane sur laquelle figureront le nom et le numéro de la baie (lettres noires sur fond blanc) ;
- un bandeau de 6 prises de maintenance (2P+T), 230 V, équipé d'un interrupteur différentiel 30 mA SI, raccordé au réseau domestique et monté au châssis ;
- 8 anneaux de jarretière de part et d'autre des montants du châssis de 19''.

A l'arrière :

- Châssis de 19'' ;
- une porte à deux battants montés sur quatre charnières, avec ouverture à 180°, poignée et serrure à verrouillage sans clé;  
(la porte sera grillagée si la climatisation est ambiante donc sans plenum de soufflage)
- deux barres de cuivre nu percées de trous taraudés et fixées sur chaque côté de la baie, sur toute sa hauteur,
- une barre de cuivre nu percée de trous taraudés et fixée horizontalement en bas de la baie ;
- Les barres de cuivre seront interconnectées à l'aide de tresses en cuivre étamé et reliées au réseau de masse.
- sur le montant supérieur, étiquette en dilophane sur laquelle figureront le nom et le numéro de la baie (lettres noires sur fond blanc).

En partie haute :

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

- un toit surélevé (double entretoises) équipé de 4 à 8 ventilateurs faible bruit (max 34dB) commandés par thermostat avec déport d'alarme « température haute » et selon les prescriptions du §6.1.2;
- un sur-toit en tôle plein de même dimensions que la baie, installé à l'aide d'une double entretoise à une vingtaine de centimètres du toit, permettant d'obtenir un indice de protection IP21 ;
- un éclairage LED avec contact sur ouverture de la porte arrière.

Latéralement :

- deux chemins de câbles type Cablofil CF54/200 ou équivalent sur toute la hauteur;
- deux panneaux latéraux à enclencher et démontables sans outil particulier.

En partie basse :

- un socle de 100 mm de hauteur ;
- quatre pieds vérins avec rotules permettant le réglage en hauteur de 17 à 35 mm.

Elle sera équipée aussi des équipements suivants :

- une pochette porte documents ;
- un goujon ou boulon de mise à la masse générale ;
- un kit d'accouplement des baies ;
- des tresses plates de cuivre étamé pour les mises à la masse des différentes parties de la baie ;
- un plat de cuivre étamé 30x2mm sur chaque chemin de câbles, raccordé au collecteur de masse ;
- des plaques vierges d'obturation des espaces disponibles, de même nature et de même couleur que le reste de la baie ;
- d'anneaux guide câbles pour le guidage vertical des câbles.

Les fabrications particulières feront l'objet d'un dossier d'étude soumis préalablement à l'approbation du maître d'œuvre.

### 6.1.2 Ventilation de sécurité des baies

D'un point de vue climatique, une baie technique est une cheminée fixée à un toit qui est la partie supérieur d'un plénum de soufflage. L'air frais entre dans le socle de baie par :

- une dalle de plancher technique de type « grillagée », et
- un trou de passage de câbles « courants forts », et
- un trou de passage de câbles « courants faibles ».

Grâce à la pression du plénum de soufflage et à l'effet thermodynamique l'air chaud monte, l'air frais se réchauffe dans la baie en se chargeant des calories dégagées par les équipements.

L'air chaud s'évacue en partie haute en passant dans des ventilateurs hélicoïdes. Les pâles des ventilateurs ne doivent pas tourner hors tension. Le nombre de ventilateurs hélicoïdes dépend d'une part de la pression du plénum de soufflage et d'autre part de la section de la baie.

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

Un toit protège les équipements des chutes d'eau et d'objets.

En cas de mauvais fonctionnement de la climatisation, l'échauffement dans la baie est détecté par un thermostat réglé à 30°C. Il met sous tension les ventilateurs de toit qui assurent la ventilation de sécurité. En standard, le débit unitaire est de 150 m<sup>3</sup>/h et le nombre de ventilateurs hélicoïdes est indiqué ci-dessous :

Largeur (mm)	Profondeur (mm)	Nombre de ventilateurs
600	600 ou 800	4
800	800	6
600 ou 800	1000	8

Si le site ne dispose pas de plénum de soufflage, le dispositif est complété par un thermostat à affichage digital qui permet de connaître en temps réel la température interne de la baie.

Enfin, le titulaire devra toujours veiller à laisser de l'espace au-dessus du toit sur élevé pour permettre le démontage et l'accès aux ventilateurs.

### 6.1.3 Alimentation SC des baies

Dans chaque baie, l'entreprise fournira et installera 2 bandeaux de 8 prises de courant SC conformes aux spécifications.

Dans chaque baie, les bandeaux de prises de courant seront fixés verticalement, à l'arrière des baies, le long des montants sur les structures de côté des baies.

Une fois installés, ces blocs ne devront pas gêner l'accès aux chemins de câbles et au châssis 19".

### 6.1.4 Alimentation SD des baies

Chaque baie sera équipée d'un bornier SD tel que décrit dans la fiche 5.

### 6.1.5 Baies de brassage

La technique de câblage utilisée sera du brassage sur prises et jarretières RJ45 catégorie 6a.

Le châssis 19" sera en retrait avant de 200mm.

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

Lorsque le répartiteur réseau cuivre 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 24 ports RJ45).

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.

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

## 6.1.6 Installation d'une baie

Le contractant devra fixer les baies au sol selon les cas :

- à la dalle béton du local technique (en l'absence de faux-plancher) par l'intermédiaire de tiges filetées M10 et prévoir la ventilation basse au niveau du socle de 100mm ;
- sur des dalles de plancher technique, prévoir la réalisation d'éventuelles découpes du faux plancher pour le passage des câbles et de l'air soufflé. Le titulaire fixera la baie à l'aide de tiges filetées M10 fixées à la dalle sous le plancher technique ou boulonnées par pincement au niveau des poutres qui supportent les vérins du plancher technique.
- sur un châssis de support conforme aux spécifications et indépendant les uns envers les autres.

La baie sera fixée au châssis qui la supporte au moyen de tiges filetées M10.

Lorsque la nouvelle baie sera installée à côté d'une baie existante, le titulaire les assemblera à l'aide d'un kit d'accouplement.

Le titulaire devra relier la structure de la baie au maillage en faux-plancher par une liaison en méplat de cuivre 30 x 2 mm. La liaison avec le maillage sera réalisée à l'aide de brides adaptées au méplat.

## 6.2 ETABLIS TECHNIQUES

### 6.2.1 Description d'un établi technique

Les établis informatiques seront de la série ELICON de chez KNURR ou équivalent équipés de 2 étagères hautes. Les dimensions caractéristiques sont données dans le tableau suivant :

Désignation	Dimension (mm)
Hauteurs des piétements	2064
Profondeur du plan de travail principal	800

Le contractant assurera la fourniture des accessoires et éléments nécessaires à la finition des meubles.

Un choix de coloris sera proposé au maître d'œuvre avant toute commande.

- le plan de travail :

Le plan de travail est de profondeur 800 mm avec goulottes sur toute la largeur, et réglable en hauteur par palier.

Il est muni, si besoin, de deux tiroirs pour clavier de PC. Tous les tiroirs pour clavier sont munis d'une tablette rétractable pour la souris.

Le plan de travail ainsi que les étagères seront en médium stratifié et devront pouvoir supporter une charge de 150 kg (plan de travail) et 80 Kg pour les étagères sans déformation.

- Support pour écran (si demandé):

Un rail pour support écran sera fixé entre les deux montants au-dessus du plan de travail avec trois systèmes de fixation à attache rapide pour écran à la norme VESA.

L'ensemble devra suffisamment solide pour supporter un poids de 30Kg.

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

- deux piètements :

Le meuble dispose de deux piètements de hauteur 2064 mm permettant ainsi de modifier à volonté son agencement. Ils peuvent supporter également des plans de travail et des plateaux supérieurs d'angle. Ils permettent également de faire "joindre" deux plans de travail juxtaposés.

Ces piètements sont suffisamment robustes pour supporter le plan de travail ainsi que les deux étagères supérieures et le rail pour écran.

- deux supports pour PC (si demandé):

Deux supports rigides pour PC seront fixés à chaque piètement du meuble. Ils seront suffisamment solides pour supporter un poids de 15Kg.

- deux étagères supérieures :

Chaque meuble dispose de deux étagères supérieures dont la plus basse possède 2 goulottes sur toute la largeur (une pour le courant fort et une pour le courant faible).

Elles ont une profondeur de 500 mm et sont réglables par palier sur toute la hauteur des piètements supérieurs.

Les matériaux utilisés pour les étagères sont identiques à ceux du plan de travail.

- des gaines à câbles :

Chaque meuble dispose de gaines à câbles métalliques aussi bien verticales qu'horizontales.

Les gaines à câbles verticales pourront être, soit dans les piètements, soit le long des piètements sur toute leur hauteur. Les câbles qui arrivent par le faux plancher, doivent pouvoir circuler dans les gaines verticales de façon aisée par l'intérieur des piètements.

Les gaines horizontales passent à l'arrière des plans de travail et de la première étagère supérieure sur toute la largeur du meuble. Elles sont dimensionnées de façon à pouvoir accueillir des bandeaux de prises de courant ainsi que des bandeaux de prises RJ45. Ces bandeaux doivent être accessibles depuis l'avant du meuble. Le passage des câbles des gaines verticales vers les gaines horizontales est direct et aisé.

Toutes les gaines disposent d'un passage utile pour les câbles de 200 x 120 mm et d'un capot métallique ouvrant et pivotant. De plus une séparation courants forts / courants faibles est mise en place.

## 6.2.2 Installation de l'établi technique

La pose d'un meuble technique nécessitera 2 découpes rectangulaires dans le faux plancher pour laisser un passage aux câbles de chaque famille "courants faibles" et "courants forts". Les ouvertures ne dégraderont pas la résistance mécanique des dalles.

La structure métallique du meuble et les collecteurs de masse seront reliés au plan de masse qui se trouve à proximité dans le faux plancher technique au moyen d'une double liaison en méplat de cuivre 30 x 2 mm. Si la salle n'est pas équipée de maillage, le titulaire devra leur raccordement jusqu'à la barrette de terre la plus proche.

Les meubles techniques seront pourvus d'un marquage avec une étiquette en dilophane sur laquelle figureront le nom et le numéro de la table.

**Lorsque plusieurs établis seront installés côte à côte, le titulaire prévoira leur accouplement, en n'utilisant qu'un piètement commun aux deux plans de travaux, fixés de part et d'autre.**

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

### 6.2.3 Bandeaux RJ45

L'entreprise fournira et installera 2 bandeaux équipés chacun de 4 prises RJ45 conformes aux spécifications.

### 6.2.4 Alimentation SC de l'établi technique

L'entreprise fournira et installera 2 bandeaux de 8 prises de courant SC conformes aux spécifications dans chaque mobilier technique.

Si les réseaux SC sont en régime IT, le titulaire ajoutera un interrupteur différentiel 30mA SI type A par bandeau.

Un repère sera collé sur le cache bornier. Il indiquera le nom du tableau électrique et le repère de la protection différentielle. Selon la facilité de lecture du repère, l'étiquette sera doublée.

### 6.2.5 Alimentation SD de l'établi technique

L'entreprise fournira et installera pour chaque mobilier technique un bandeau de 6 prises de maintenance (2P+T), 230 V, équipé d'un interrupteur différentiel 30 mA SI et raccordé au réseau domestique.

## 6.3 REPARTITEURS

### 6.3.1 Conception

Chaque répartiteur sera organisé en travées et chaque travée comportera des réglettes.

Les répartiteurs et les sous répartiteurs seront dimensionnés de façon à assurer un équipement clair et ordonné des réglettes et un accès optimal au câblage.

Ils comporteront, à leur création, une réserve utile de 30% minimum.

Un espace libre d'au moins 200 mm sera réservé de part et d'autre de chaque réglette.

Les portes, panneaux et capots seront définis pour avoir un accès total aux équipements.

Les matériels proposés devront recevoir l'approbation préalable du maître d'œuvre.

Les répartiteurs ou sous-répartiteurs seront constitués :

- de fermes verticales ou de châssis à profilés verticaux. L'espace entre deux fermes, deux châssis, un châssis ou une ferme et les structures latérales, sera libre de tout obstacle sur toute la hauteur.
- de réglettes ou blocs de modules type CAD,
- d'anneaux de jarretière verticaux et horizontaux, ouverts métalliques, et réservés au brassage,
- de montants verticaux réservés au cheminement et à la fixation des câbles d'arrivée et de départ. Ils ne devront pas être peints mais traités anti-corrosion. Ceci permettra un raccordement plus efficace des blindages de câble.

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

- un collecteur de masse supplémentaire sera installé le long de chaque travée ou ferme, côté câbles.

Les câbles seront fixés mécaniquement au répartiteur.

Les rails de fixation des réglettes seront fixés mécaniquement entre le socle du répartiteur et sa partie supérieure. Le revêtement des montants verticaux (où sont attachés les câbles) sera conducteur pour permettre la mise en place des kits de masse des câbles.

En partie haute, le répartiteur sera équipé d'un l'éclairage adapté à la dimension du répartiteur. Cet éclairage ne devra pas générer de rayonnement électromagnétique.

Les répartiteurs doivent être également munis d'un système de fermeture intégrale empêchant ainsi l'accès à l'ensemble du répartiteur. Il peut par exemple être réalisé à l'aide d'un volet roulant électrique avec débrayage mécanique en cas de panne, ou de panneaux sur glissières.

### 6.3.2 Raccordements

Les têtes de câbles seront raccordées sur le côté gauche des réglettes ou blocs de modules à coupure. Le raccordement de la jarretière se fera du côté droit.

L'ordre des conducteurs aux deux extrémités d'un câble sera le même.

Les jarretières chemineront par les anneaux prévus à cet effet.

Les jarretières seront torsadées. Pour les liaisons RNIS ou pour des débits supérieurs, les jarretières seront blindées.

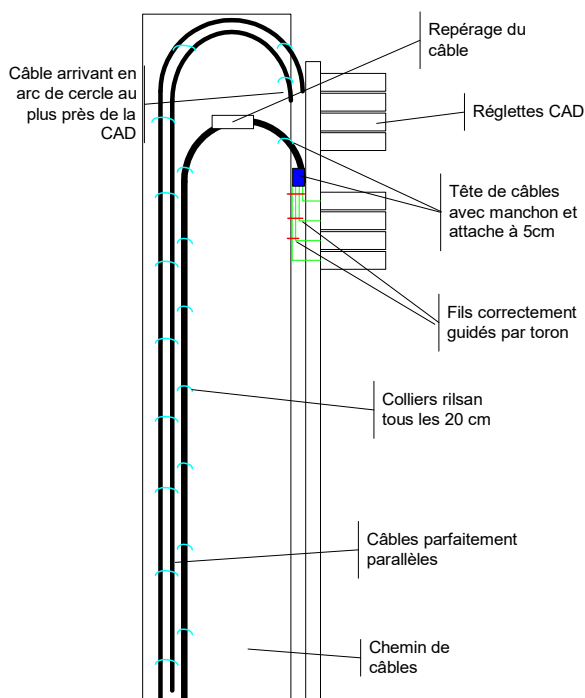
L'éclatement d'un même câble sur plusieurs blocs de modules est interdit.

Les drains des câbles ou blindages seront raccordés sur des modules collecteurs d'écran à mise à la terre automatique sur le profil support. La reprise de masse des blindages sera faite sur chaque tête de câble par un collier métallique reliant toute la périphérie du blindage aux montants verticaux.

Les couleurs des fils de jarretière et des réglettes seront définies en fonction du site concerné, et l'ordre des conducteurs des câbles entrants et sortants sera respecté.

L'installation et le cheminement des câbles au sein du répartiteur sont précisés dans la figure présentée ci-dessous :

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



### 6.3.3 Installation d'un répartiteur

En plus des spécifications décrites ci-dessus, le titulaire fournira et installera dans le répartiteur les éléments suivants :

- un bâti de répartiteur (fixé à la dalle béton et au mur) dont les dimensions seront précisées en amont ;
- un chemin de câbles suspendu au droit des fermes cheminant sur toute la largeur du répartiteur ;
- des fermes, chacune constituée d'un ensemble [rail HPUL + dalle perforée non peinte] fixé sur le bâti, dont le nombre est de 3 par pas de 1000mm ;
- un ensemble d'anneaux guide-câbles et de guides attache-câbles situés sur les montants horizontaux pour faire cheminer les jarretières (2 anneaux au bas de chaque ferme) et verticaux (6 anneaux par ferme) ;
- un socle fermé avec un accès ouvert vers le faux plancher (passage de câbles) ;
- une façade arrière fermée ;
- une façade avant se fermant par des rideaux ;
- deux pochettes à documents A4 sur chaque face latérale ;
- deux étiquettes en polycarbonate sérigraphiées indiquant la fonction ;



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

- un système d'éclairage intérieur (1 point lumineux LED répartis tous les mètres sur toute la largeur) commandé par deux interrupteurs extérieurs ;
- un kit de mise à la masse (constitué de barres de cuivre perforées) ;
- un bornier 230V protégé par un plastron en plastique et positionné en bas du répartiteur, duquel partiront les raccordements vers l'éclairage et les deux boîtiers énergie du répartiteur. Les deux boîtiers seront équipés de trois prises UTE 250V 10/16A 2P+T ;
- deux bandeaux 24V positionnés en bas au centre du répartiteur, fixés au bâti, conformes aux spécifications.

Le répartiteur sera livré en plusieurs éléments et assemblé sur place.

La photo ci-dessous donne un aperçu de l'assemblage final d'une partie de ces divers éléments :



#### 6.3.4 Gestion des répartiteurs

Lors d'une installation ou d'une rénovation d'un répartiteur, le titulaire devra la mise à jour de la base de données de gestion des répartiteurs (exemple : R3web).

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 réaliser la saisie ou la faire réaliser par le fournisseur du logiciel de toutes les données au fur et à mesure de l'évolution du chantier. Et le cas échéant, réaliser l'installation de cette version incluant la construction de la base de données par le fournisseur du logiciel en coordination étroite avec le service technique local.

## **6.4 PUPITRES DE CONTROLE, SUPERVISION ET AUTRES MOBILIERS SPECIFIQUES**

### **6.4.1 Etude de fabrication**

Le titulaire devra l'étude complète de fabrication des fournitures qui lui seront confiées. Son bureau d'étude devra au minimum un déplacement sur site pour présenter une esquisse et collecter les informations nécessaires pour répondre aux besoins précis des utilisateurs.

Les structures seront dimensionnées en tenant compte des charges internes et externes à supporter, et des conditions d'environnement en exploitation.

Des échantillons des différents matériaux utilisés pour la fabrication seront présentés à la DTI et aux centres concernés. Le matériau utilisé devra avoir une tenue au feu de classe M0.

Les études de fabrication devront suivre les contraintes d'implantation ergonomique des équipements pour leur utilisation, en particulier la hauteur des écrans de visualisation par rapport aux angles normalisés de vision sagittale et la proximité des équipements en fonction de l'occurrence d'utilisation.

Les dimensions de matériels fournies sont données à titre indicatif et ne sauraient en aucun cas être considérées comme des cotes d'intégration. Il appartient au contractant d'en effectuer les relevés dimensionnels précis utiles à sa fabrication.

Lorsque certaines platines ne sont pas encore définitivement connues, le titulaire devra s'assurer de leurs dimensions et de leur intégration lors de l'étude préliminaire.

L'ensemble sera conçu de manière à ne pas laisser d'ouverture sur le devant du meuble afin de ne pas gêner les utilisateurs par des fuites d'air issues de la partie technique sous pression.

L'entreprise doit impérativement respecter les différentes dénominations des matériels et des locaux existants.

Le contractant prendra en compte les contraintes d'accessibilité des lieux d'implantation et adaptera les dimensions et les volumes de ses sous-ensembles en conséquence.

### **6.4.2 Spécifications techniques**

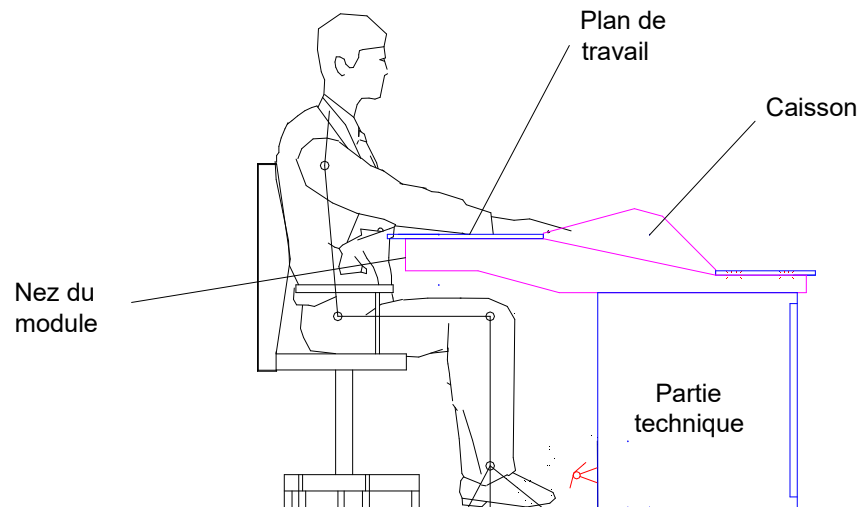
#### Généralités :

Un meuble sera constitué d'un ou de plusieurs modules selon les besoins. Ces derniers seront de conception suffisamment ouverte et évolutive pour permettre l'intégration de nouveaux équipements.

Les modules seront assemblés entre eux par boulonnage pour former le meuble.

Les modules seront du type pupitre. La figure suivante présente un exemple de module vu de profil.

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



Le module comprend généralement une partie technique s'ouvrant sur l'arrière et/ou l'avant associé à un plan de travail. Il peut également comporter un ou plusieurs caissons permettant d'intégrer des interfaces de postes opérateurs (écrans, écrans tactiles, combinés téléphonique, platines de visualisation...). La partie technique accueille majoritairement des équipements de type déports KVM et blocs de prise de courant fort et faible. Le plan horizontal supérieur de la partie technique supportera des écrans montés sur pieds ou sur bras articulés.

La forme et les dimensions précises du module seront indiquées en amont. Selon les besoins, le module pourra comporter une partie supérieure fermée pour intégrer des équipements ou une structure à base de poutres pour supporter des écrans situés en hauteur.

Les corps de pupitres seront de réalisation monobloc en tôle acier d'épaisseurs 20 et 30/10<sup>ème</sup> (mm), suivant les besoins de rigidité. Ils seront conçus pour pouvoir supporter une charge statique de 1000N/m linéaire sans déformation.

L'ajustement des assemblages (entre deux éléments contigus) devra présenter un jeu inférieur à 0,5mm.

Dans tous les cas, aucune lumière ne devra filtrer entre deux éléments adjacents. La jonction entre deux éléments devra donc se faire par chevauchement ou par emboîtement, voire par une pièce de recouvrement invisible de l'extérieur du meuble.

La boulonnerie sera en acier avec traitement cadmié bichromaté.

Les pupitres seront revêtus d'une peinture époxy cuite au four ou polyuréthane sur apprêts anticorrosion. Ce revêtement sera d'une granulométrie évitant les reflets tout en permettant un nettoyage par des produits de ménage courants. L'harmonie de teinte, entre les caissons de pupitre et les corps de meuble de rangement, sera recherchée. Les associations laque/mélaminé seront proposées dans les nuanciers RAL ou AFNOR.

La matière sera traitée, s'il y a lieu, de façon à rendre inodores les matériaux utilisés.

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

La tôle de fond des châssis techniques sera découpée de manière à ne pas gêner la circulation d'air dans la partie technique.

Le fabricant attestera de la continuité des masses des sous-ensembles composant les caissons. Si besoin, les liaisons équipotentielles seront réalisées à l'aide de tresses plates de cuivre étamé. Chaque caisson comportera en partie basse un plot collecteur pour permettre une liaison à la terre générale du bâtiment par un méplat de cuivre 30x2mm. Chaque panneau d'ouverture sera équipé d'un clip métallique s'enclenchant à la fermeture sur un plot fixe du châssis du pupitre afin d'assurer une liaison de masse automatique.

#### Partie technique :

Hors demande spécifique, chaque partie technique comportera un plateau support d'équipements réalisé en tôle perforée équipé de glissières télescopiques à sortie totale et à chemin de billes pour une charge minimale de 45Kg.

Des châssis supporteront ces plateaux. Ils seront pourvus d'un système permettant de les déplacer latéralement et d'ajuster leur positionnement en profondeur dans la partie technique du meuble. Ces châssis seront eux-mêmes montés sur glissières télescopiques à sortie total (avec verrouillage dans la position entrée et sortie) à l'exception de ceux qui supportent des borniers électriques (câblage interne du meuble).

L'ouverture arrière ou avant sera maximale afin de pouvoir accéder facilement aux équipements. Elle sera fermée par des panneaux amovibles ou par des portes dégonflables.

Le cheminement des câbles à l'intérieur des caissons et entre les caissons sera étudié pour un minimum d'encombrement et pour un accès facile. Des ouvertures seront prévues dans les panneaux latéraux des modules pour permettre le cheminement des câbles entre ces derniers.

Les pupitres comporteront, tous les 30 cm environ, des passe-câbles arrière type joints balais. Selon l'affectation du pupitre, ces passe-câbles seront installés en arrière des moniteurs, dans la partie haute du caisson ou encore dans les parties réservées au rangement des souris.

Des événements par perforation seront réalisés en parties basse et haute des modules pour permettre une convection naturelle de l'air. Ils seront disposés de façon à empêcher la formation de points chauds.

Les parties supportant les embases de bras articulés devront être suffisamment renforcées pour éviter toute possibilité de déformation lors d'actions sur le bras.

#### Intégration d'équipements et plan de travail :

Les plans ou caissons d'intégration seront équipés de faces avant métalliques fixées par vissage invisible. Ces faces avant seront réalisées en tôle d'acier d'épaisseur minimale 20/10<sup>ème</sup> mm et elles comporteront, selon les besoins, des découpes bordées de feuillures permettant l'encastrement des équipements sans saillie ni retrait de leur face avant.

Ce type d'intégration devra permettre une mise en place rapide et un démontage aisé des équipements.

Ces feuillures seront réalisées grâce à une tôle soudée derrière la face avant et découpée pour faire prendre appui à l'équipement. Les feuillures par emboutissage ou par pliure sont proscrites.

Les faces avant des équipements à intégrer dans les meubles comportent souvent des dispositifs de verrouillage rapide (type vis quart de tour par exemple). Le titulaire devra donc prévoir, dans les feuillures, des inserts adaptés au type de fixation.

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

Les plans de travail seront réalisés en stratifié compact multicouches (type TRESPA ou équivalent) dont le cœur de la matière sera composé de strates de couleurs. L'épaisseur du panneau sera dimensionnée de manière à ce que le plan de travail puisse supporter une charge statique de 1200N/m linéaire sans déformation. Le chant avant du plan de travail sera usiné en ½ rond. Les strates pourront avoir des couleurs unies ou différentes pour des raisons d'esthétique.

Si l'utilisation de matériau MDF (Medium Density Fibreboard) est prescrite, les plans de travail seront prévus en revêtement stratifié (POLYREY ou équivalent) aspect bois ou coloré et réalisés avec des panneaux MDF d'épaisseur 28 mm. Le chant avant du plan de travail pourra alors avoir une forme en "aile d'avion" ou être bordé d'un joint en caoutchouc en ½ rond.

Divers équipements (platine micro-casque, commande d'éclairage...) pourront être intégrés dans le "nez" du module selon les besoins. Leur mode de montage sera étudié de manière qu'ils ne puissent pas être détériorés par les accoudoirs du siège de l'opérateur. Des trappes d'accès montées sur charnières seront prévues en sous-face du plan de travail pour pouvoir intervenir sur la connectique des équipements.

#### Câblage électrique interne du meuble :

La partie technique sera éclairée.

La réalisation et la mise en œuvre de ces câblages devront être strictement conformes au présent document.

Tous les équipements électriques ainsi que les borniers devront être facilement accessibles et démontables.

#### Montage :

Les mobiliers comporteront en partie basse des vérins de réglages pour le rattrapage des possibles inégalités des sols ainsi que des organes permettant la fixation au sol.

Le contractant s'adaptera aux contraintes spécifiques d'insertion sur site.

Les modules seront assemblés entre eux. Le contractant devra fixer le mobilier à la dalle béton du local par l'intermédiaire de tiges filetées, en respectant les règles de mise à niveau et d'équerrage.

Au montage, toutes les jointures entre modules et plans de travail seront ajustées en évitant tout désaffleurement.

Chaque fourniture sera accompagnée du kit de nettoyage et d'entretien courant.

Le titulaire réalisera la continuité des masses ainsi qu'un double raccordement au réseau de masse de la salle.

## **6.5 PLATINES SUPPORTS DE MOYENS OPERATEURS**

Il peut s'avérer nécessaire de fabriquer des platines supports de moyens opérateurs dédiées à des fonctions d'affichage et/ou de commande (platine d'occupation de piste, platine commande alarme pompier par exemple).

Ces platines étant amenées à être installées sur des meubles de contrôle ou de supervision, elles devront respecter les spécifications mécaniques décrites ci-après.

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

Les platines seront conçues pour être encastrées dans les plans ou les faces avant des caissons d'intégration, sans retrait ni saillie de leur face avant, selon les indications du paragraphe 6.4.2. Elles devront être démontables par l'avant.

Leur face avant sera généralement en tôle d'acier d'épaisseur 20/10<sup>ème</sup> et elle sera équipée de dispositifs de verrouillage rapide quart de tour (type DZUS ou équivalent).

L'arrière de la platine sera capoté et équipé d'embases de connexion pour toutes les liaisons câblées.

Lorsqu'une platine devra être intégrée dans un meuble existant, les dimensions de sa face avant et de son capotage devront être adaptées, dans la mesure du possible, à celles des ouvertures et des feuillures réalisées dans le meuble.

Avant de réaliser une platine, le titulaire devra s'assurer de l'espace et de la profondeur disponible pour celle-ci par rapport à la demande d'implantation.

La platine sera peinte de la même couleur que la tôlerie d'encastrement.

## 6.6 SUPPORTS D'ECRANS

Les écrans seront fixés aux meubles grâce à des bras articulés de type ERGOTRON LX double bras ou équivalent, fournis par le titulaire et adaptés au poids des écrans supportés. Tous les écrans devront pouvoir être ajustés selon tous les axes de liberté (rotation, inclinaison et déplacement de l'écran verticalement, horizontalement et en profondeur).

Chaque bras support sera composé de :

- une pièce cylindrique verticale composée de :
  - la colonne inférieure qui sera fixée à une embase adaptée à la colonne et au rail coulissant, et supportant un bras articulé,
  - la colonne supérieure qui sera fixée et boulonnée à la colonne inférieure et supportera un second bras articulé,
- un bras au principe du pantographe fixé sur la partie inférieure et réglable en hauteur. Un second bras sera fourni et pourra être fixé sur la partie supérieure de la colonne,
- une rotule livrée avec chaque bras équipée d'un dispositif d'extraction rapide sans outillage type extracteur express LCD de chez ERGOTRON ou équivalent. Selon l'existant, chaque attache rapide de chaque écran sera de fabrication spécifique,
- un système de gestion des câbles acheminant les câbles de façon discrète vers le caisson technique.

Les contraintes suivantes seront prises en compte :

- l'extension de l'écran devra être possible, au plus près de l'opérateur, jusqu'à environ 10 cm de la bordure du plan de travail,
- la rétraction de l'écran devra être possible jusqu'à la base de l'axe vertical,



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

- l'axe vertical devra être suffisamment dimensionné pour accueillir deux écrans LCD de 24'' (9kg) superposés ou un seul écran de 30'' (15kg),

## 6.7 ABRIS TECHNIQUES PREFABRIQUES

Un plan d'implantation des différents matériels dans l'abri, de l'arrivée des différents réseaux et de la position d'éventuels mâts ou antennes sera proposé avant réalisation.

Tous les matériels entrant dans la composition ou l'équipement de l'abri et nécessaires à son installation seront à la charge de l'entreprise titulaire.

L'abri sera conçu pour une protection efficace des équipements intérieurs contre la pluie, la neige, le vent, les décharges atmosphériques, le rayonnement ultraviolet ou électromagnétique, les autres agressions dues à l'environnement (intrusion d'animaux, d'insectes...).

### Conditions climatiques extrêmes :

- Température extérieure : -25° C à + 50° C,
- Vent : vitesse inférieure ou égale à 200 Km/h (250km/h en outre-mer),
- Humidité : 0 à 95% relative,
- Atmosphère saline,
- Givre et neige : couches importantes.

Lorsque l'abri technique est situé à proximité d'une piste d'aéroport (< à 300m de l'axe de piste), sa structure sera frangible (l'ossature principale sera inférieure). L'abri sera fixé sur des longrines par des fixations "fusible mécanique".

### Spécifications générales :

- Ossature : structure métallique
- Panneaux : polyester type sandwich avec isolant polyuréthane M1 épaisseur 60mm⇒  
Isolation sur toutes parois avec réduction des ponts thermiques
- Porte (l x H) : 1m x 2m ; charnières 3 points ; position centrale sur la longueur
- Double toit polyester débordant de 200mm avec légère pente à l'opposé de la porte
- Cadre MCT inox RGB6 : 5 unités
- Emplacement de 2 connexions pour la mise à la terre de la structure
- 4 points de fixation au sol

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

### **Transport et manutention :**

Des dispositifs de levage seront prévus pour un déchargement et une mise en place aisée sur site. Les contraintes de manutention ne devront pas altérer dans le temps l'étanchéité de l'abri.

**Durée de vie :** 10 ans.

Durant cette période, ne seront tolérés aucun défaut d'étanchéité, ni de déformation mécanique de nature à compromettre l'intégrité et le fonctionnement des équipements installés à l'intérieur de l'abri par le fournisseur.

**Entretien :** Il sera aussi réduit que possible. Une notice d'entretien sera fournie.

Les résines et les isolants utilisés dans la composition de l'abri seront auto-extinguibles.

### **Protection contre la corrosion :**

Un soin particulier sera accordé à la protection anticorrosion de l'abri pour les conditions climatiques extrêmes rappelées ci-dessus. Les pièces métalliques seront réalisées soit à partir de matériaux non ou peu corrodables, soit en acier galvanisé à chaud.

Dans tous les cas, on évitera de créer des foyers de corrosion dus à des phénomènes de couples galvaniques.

La structure porteuse et les cordons de soudure seront sablés et zingués par métallisation (shoopage).

### **Peintures :**

Les peintures et pigments utilisés seront traités contre les cryptogames.

Il en sera de même pour les différents matériaux pouvant entrer dans la composition de l'abri (isolants, matières plastiques).

Les matériaux seront teints dans la masse.

La peinture intérieure sera blanche (laque).

### **Passages de câbles :**

Excepté pour les remontées du réseau de masse, toutes ces traversées seront réalisées par des bagues ou cadres étanches (type MCT ou équivalent).

L'étanchéité des parois sera soigneusement reconstituée après réalisation de ces ouvertures.

### **Climatisation :**

Deux climatiseurs seront installés en plafond. Leurs positions seront définies en amont.

Ils fonctionneront de manière alternée, mais chacun aura la puissance nécessaire pour assurer seul la climatisation de l'abri.

Ils seront du type split système, réversible. La commutation été/hiver se fera de façon automatique.

Ils seront dimensionnés pour garantir une régulation de température entre 18°C et 24°C (la puissance calorifique dégagée par les équipements techniques sera spécifiée dans la note technique).

En cas de disparition du secteur, les consignes de réglage devront être maintenues.

Le pilotage de la climatisation sera assuré par :

- une temporisation pour assurer le fonctionnement alterné,
- un seul thermostat possédant 2 seuils réglables l'un par rapport à l'autre, l'écart entre les 2 seuils pouvant atteindre 10°C de façon à éviter la marche simultanée du chauffage et de la climatisation.



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

La climatisation devra assurer l'évacuation des calories produites par les équipements en service quelle que soit la température extérieure.

Un renouvellement de l'air ambiant sera assuré (1 volume par heure).

La mise en service ainsi que les réglages sur site seront effectués par le fournisseur du climatiseur, en présence d'un représentant de l'Administration.

La structure des abris devra permettre l'installation d'un système de double toit (protection thermique de l'abri,...).

#### **Plancher technique:**

L'abri sera équipé, si possible, d'un faux plancher conforme au § 6.9 sur toute sa surface.

## **6.8 AUTOMATES**

### **Configuration**

L'Entreprise titulaire sera responsable de la configuration de l'ensemble des matériels qu'elle doit fournir. Elle devra notamment veiller au bon dialogue entre les équipements et à la configuration des systèmes de sécurité (watchdog par exemple).

Les racks d'automate modulaire devront être prévus pour une extension non équipée de 30% de cartes.

### **Programme et mots de passe**

Le programme sera la propriété du maître d'œuvre et de ce fait son concepteur s'interdira de mettre en œuvre des solutions visant à lui assurer l'exclusivité de la maintenance et de l'évolution de ce programme.

Les mots de passe de tous les équipements seront disponibles.

Tous les codes sources seront fournis au maître d'œuvre avec la documentation finale sur support informatique.

Les licences des systèmes d'exploitation, logiciels et progiciels nécessaires au fonctionnement, reconfigurations, aux éventuelles modifications ou à une réinstallation complète du système devront être fournis par l'entreprise.

### **Lot de rechange**

L'entreprise devra fournir un lot de pièces de rechange dont les matériels seront directement interchangeables, équipés des mêmes matériels que ceux d'origine, installés dans les ensembles d'automatismes. Ce lot comprendra au moins 1 exemplaire de chaque équipement listé dans la nomenclature des automates.

### **Formation**

Le titulaire assurera la formation des personnels du site chargés de l'exploitation et de la maintenance des automates. Cette formation théorique et pratique sera assurée sur le site, avant la mise en service du système. Elle se déroulera en 2 sessions de 2 jours, espacées de 2 semaines, chaque session accueillant 5 personnes. Elle portera sur l'utilisation, la configuration, la programmation et le paramétrage des automates et des équipements fournis. Cette formation s'accompagnera de cours de programmation dans le langage utilisé par les automates ainsi que de la fourniture d'une licence pour le logiciel de programmation.

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

## 6.9 FAUX PLANCHER

Lorsque le titulaire du marché devra fournir des compléments de dalles ou accessoires de faux-plancher, ceux-ci devront être strictement identiques à ceux existants.

Lorsque le titulaire devra équiper une salle ou partie de salle de faux plancher, l'entreprise devra prendre en compte les spécificités techniques suivantes :

- Par défaut l'entreprise prendra pour base une charge de 1000 Kg/m<sup>2</sup> avec des charges ponctuelles de poinçonnement de 300 Kg,
- les dalles seront de dimensions 600 x 600mm et classées M1,
- panneau de particules de bois agglomérées à haute densité d'épaisseur de 38mm d'épaisseur, d'une finition périphérique sertie sur les chants du panneau,
- bac en tôle d'acier traité, épaisseur 0,5 mm, remontant sur les côtés de la dalle et repris par la finition périphérique,
- le revêtement des dalles destiné aux salles techniques et aux laboratoires devra répondre aux propriétés électrostatiques de classe 3 définie dans les fiches techniques selon la norme NF P 62.001 de juin 1996 (Revêtements de sols résilients, Comportement Electrostatique),
- calepinage des dalles dans la salle pour ne pas avoir de longueur de coupe de dalle de rive inférieure à 100mm ni de porte à faux supérieur à 60mm entre un support et l'extrémité de la dalle,
- fixation des embases des vérins par vis/cheville ou spit suivant les cas (2 au minimum en diagonale de l'embase),
- fourniture et mise en place de toutes les traverses (avec joint phonique),
- en cas de passage d'obstacle (gaine de climatisation par exemple), maintien de la continuité de la structure du plancher par la mise en place de renforts reprenant la structure des traverses de chaque côté de l'obstacle,
- dès que possible, la hauteur du faux plancher sera au moins de 500mm pour permettre un croisement des chemins de câbles et sinon une hauteur minimum de 150mm est nécessaire pour le passage d'un seul chemin de câbles sans croisement,
- mise en place d'un maillage de tresse plates de masse 16mm<sup>2</sup> et raccordement par pincement à toutes les embases des chandelles,
- raccordement au réseau de masse du bâtiment à chaque côté du local,
- le revêtement sera laissé au choix du service utilisateur du local,
- cornière ou dispositif de maintien réglable en hauteur positionné en périphérie du local et autour de chaque pilier, s'ils existent.

*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 3\_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 3 - Fournitures et installations en haute tension**

**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>5</b>
<b>2</b>	<b>GENERALITES SUR LES RESEAUX HAUTE TENSION (HT) .....</b>	<b>6</b>
2.1	Principe	6
2.2	Schémas de liaison à la terre	6
<b>3</b>	<b>CONCEPTION ET PRINCIPE D'INSTALLATION .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>LES CARACTERISTIQUES DES APPAREILLAGES .....</b>	<b>8</b>
4.1	Cellules HT	8
4.2	Transformateurs abaisseurs HT/BT	10
4.3	Transformateurs éleveurs BT/HT	11
4.4	Accessoires tableaux	11
<b>5</b>	<b>LES CABLES .....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>LE MODE DE POSE DES CABLES HT.....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>LES RACCORDEMENTS .....</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>ARRET D'URGENCE DE LOCAUX HT .....</b>	<b>16</b>

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 et 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 GENERALITES SUR LES RESEAUX HAUTE TENSION (HT)

### 2.1 PRINCIPE

On appellera :

- **Réseau Secouru Prioritaire ou "secours différé" ou ANA (Alimentation de la Navigation Aérienne) :**  
le réseau alimenté par le réseau public ou par le gestionnaire de la plate-forme et pourvu d'une ou plusieurs sources secours indépendantes,
- **Réseau Secouru Non Prioritaire ou ICA (Installation Commerciale Aéroportuaire) :**  
le réseau alimenté par le réseau public ou par le gestionnaire de la plate-forme et pourvu d'une ou plusieurs sources secours indépendantes avec limitation de la puissance disponible des sources secours indépendantes (délestage),
- **Réseau Non Secouru:**  
le réseau alimenté par le réseau public ou par le gestionnaire de la plate-forme et non pourvu d'une ou plusieurs sources secours indépendantes,

Le réseau dit "domestique" peut, selon les centres, se rapporter aux deux derniers cas.

En général, on retrouve également cette classification en BT (Basse Tension).

### 2.2 SCHEMAS DE LIAISON A LA TERRE

Deux schémas de liaison à la terre existent sur les sites de la Navigation Aérienne. Ils sont utilisés sur des boucles internes HT et des antennes HT.

Les deux schémas de liaison à la terre sont :

- neutre mis à la terre par résistance,
- neutre isolé.

Le choix entre ces deux schémas de liaison à la terre est dicté en fonction de la surveillance souhaitée du réseau.

Le schéma de liaison à la terre "neutre isolé" est utilisé pour les boucles internes HT qui alimentent plusieurs postes de transformation. Il nécessite la mise en place d'un contrôleur permanent d'isolement.

Le schéma de liaison à la terre " neutre mise à la terre par résistance " est utilisé pour les antennes HT qui alimentent un poste de transformation souvent secouru par des sources électriques de secours. Il nécessite la mise en place de protection du courant de défaut.



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

### 3 CONCEPTION ET PRINCIPE D'INSTALLATION

Les travaux d'énergie HT nécessitent une phase de conception, le titulaire devra prendre en compte les éléments suivants dans son analyse et dans le choix des matériels :

- la tension, la fréquence en service,
- la puissance de court-circuit du réseau HT amont en service,
- les logiciels de calcul (sélectivité, section des câbles...) utilisés par l'entreprise devront être agréés par un organisme de contrôle,
- les matériels proposés, de type standard, devront recevoir l'approbation du maître d'œuvre,
- tous les matériels et appareillages seront pris dans la même gamme de produit,
- les sections de câbles devront être calculées en fonction de la puissance maximale admissible (somme de tous les postes de transformation),
- les cheminements de câbles et les pénétrations dans les cellules et les transformateurs devront être identifiés avant le début des travaux.

#### Chute de tension admissible en HT:

La valeur de la chute de tension s'entend pour toute la longueur de la ligne : 5%

#### Note de calcul HT :

Une note de calcul de l'ensemble de la distribution électrique HT sera réalisée et permettra de :

- lister tous les équipements et liaisons nécessitant des modifications ou des remplacements,
- vérifier les types de liaisons "câbles" avec leurs sections,
- vérifier les réglages des disjoncteurs et des déclencheurs,
- vérifier la sélectivité depuis les deux sources "N" et "S" jusqu'aux équipements terminaux.

La note de calcul sera impérativement validée par un organisme de contrôle.

Le titulaire devra utiliser le logiciel Caneco afin de pouvoir être utilisé par le maître d'œuvre et en particulier la DTI.

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

## 4 LES CARACTERISTIQUES DES APPAREILLAGES

Les appareillages auront les caractéristiques suivantes:

- tension de service ( $1000\text{ V} < U_n < 50\,000\text{ V}$ ),
- tension assignée d'isolement pour le matériel de 24KV,
- tenue à l'onde de choc 1,2/50 $\mu$ s (isolement) de 125KV en crête,
- tenue à l'onde de choc 1,2/50 $\mu$ s (sectionnement) de 145KV en crête,
- tenue diélectrique à fréquence industrielle 50Hz (isolement) de 50KV eff/1mn,
- tenue diélectrique à fréquence industrielle 50Hz (sectionnement) de 60KV eff/1mn,
- tenue aux surintensités (intensité du courant de court-circuit) de 12,5KA eff/1s,
- courant assigné des cellules de 400A,
- coupure dans l'hexafluorure de soufre,
- verrouillage HT BT TR.

### Particularité outre-mer

La fréquence en Polynésie Française est de 60Hz.

Les tensions les plus couramment rencontrées sont : 5 500V, 14 400V, 15 000V et 20 000V.

### 4.1 CELLULES HT

Les cellules HT couramment utilisées (interrupteur, comptage, disjoncteur, protection transformateur) auront les caractéristiques minimales suivantes :

#### Cellule interrupteur :

- un interrupteur dans le SF6 à commande manuelle 400A,
- un sectionneur de mise en court-circuit et à la terre,
- un jeu de barres tripolaires,
- un indicateur de présence tension,
- une commande CI2 (manuelle),
- une résistance chauffante thermostatée 50W pour l'assèchement intérieur de la cellule,
- des contacts auxiliaires : interrupteur et sectionneur de terre,
- les asservissements mécaniques,
- un compartiment de raccordement de câbles secs,
- un verrouillage par serrures,
- un caisson de contrôle sur la cellule,
- un socle surélévateur 350mm,
- un collecteur de terre et des masses.

#### Cellule comptage :

- 1 sectionneur de terre, 50A à coupure et isolation dans le SF6 liés avec les sectionneurs BT situés en aval,
- 1 jeu de barres tripolaires 400A,

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

- 1 commande manuelle, type CS (ouverture et fermeture commandées par levier),
- 3 fusibles type Solefuse 6,3A à percuteur fournis en matériel séparé,
- 3 transformateurs de potentiel : 20KV/V3/100V/V3 15VA cl 0,5,
- 1 sectionneur des circuits BT avec protection fusibles en face avant de la cellule,
- 1 jeu de trois contacts auxiliaires sur sectionneur comprenant 1 contact à ouverture et 2 contacts à fermeture.
- 1 signalisation mécanique fusion fusible HTA,
- 1 signalisation électrique fusion fusible HTA ramenée sur bornier,
- 1 socle de surélévation 350mm,
- 1 jeu de 3 fusibles de rechange type Solefuse à percuteur calibre 6,3A,
- les asservissements mécaniques,
- une résistance chauffante thermostatée pour l'assèchement intérieur de la cellule,
- un compartiment pour raccordement des câbles secs,
- degré de protection IP 2XC,
- type d'enveloppe compartimentée,
- un collecteur de terre et des masses.

#### **Cellule double sectionnement disjoncteur HTA :**

- 1 sectionneur de terre amont, à coupure et isolation dans le SF6,
- 1 disjoncteur à coupure dans le SF6 de calibre 400A,
- 1 commande disjoncteur manuelle,
- 1 déclencheur d'ouverture MX 230V 50Hz,
- 1 commande sectionneurs, type RI à simple fonction,
- 3 transformateurs de courant,
- 7 contacts auxiliaires,
- 1 commande sectionneurs, type CS manuelle,
- 1 caisson basse tension (hauteur 450 mm),
- trois indicateurs de présence de tension,
- 1 socle de surélévation 350 mm,
- un jeu de barres tripolaires : 400A,
- les asservissements mécaniques,
- une résistance chauffante thermostatée 50W pour l'assèchement intérieur de la cellule,
- un compartiment pour raccordement des câbles secs,
- un caisson de contrôle sur la cellule,
- 1 socle de surélévation 350mm,
- degré de protection IP 2XC,
- type d'enveloppe compartimentée,
- un collecteur de terre et des masses.

Une unité de protection et de mesures sera destinée à assurer un niveau de protection contre les défauts dans les installations HTA : protection générale des postes de livraison suivant la norme NF C13-100.

Les principales fonctions seront : protections, communication, diagnostics, commandes et surveillances. Cette unité sera fournie avec une interface homme-machine, l'ensemble des câblages et accessoires nécessaires.

#### **Cellule interrupteur fusible (protection du transformateur) :**

- un interrupteur 400A dans le SF6 à commande manuelle CII,
- un sectionneur de mise en court-circuit et 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

- un jeu de barres tripolaires,
- trois transformateurs de courant,
- trois contacts auxiliaires sur interrupteur et sectionneur,
- un déclencheur d'ouverture à mise sous tension 230Vac,
- trois coupe circuits HPC 31,5A & 16A à percuteur combinés à l'interrupteur,
- un contact de signalisation de fusion des fusibles,
- trois indicateurs de présence de tension,
- une résistance chauffante thermostatée 50W pour l'assèchement intérieur de la cellule,
- un sectionneur de terre aval,
- les asservissements mécaniques,
- un compartiment pour raccordement des câbles secs,
- un dispositif de verrouillage HT/BT/TR,
- un caisson de contrôle sur la cellule,
- un socle surélévateur de 350mm,
- un collecteur de terre et des masses.

Une unité de protection, commande et de mesures sera destinée à assurer un niveau de protection contre les défauts dans les installations HTA : protection générale des sous-stations et transformateurs suivant la norme NF C13-100.

Les principales fonctions seront : protections, communication, diagnostics, commandes et surveillances. Cette unité sera fournie avec une interface homme-machine, l'ensemble des câblages et accessoires nécessaires.

## 4.2 TRANSFORMATEURS ABAISSEURS HT/BT

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

Les transformateurs auront les caractéristiques suivantes :

- couplage Dyn 11,
- prise par commutateur (manœuvrable hors tension)  $\pm$  (2,5%, 5% et 7%),
- borne de terre,
- anneaux de levage,
- galets de roulements,
- traversée à embrochement côté HT,
- raccordement HTA : haut
- raccordement BT : haut et opposé à la HTA,
- dispositif de protection température,
- enveloppe de protection IP315 par capotage métallique,
- dispositif de verrouillage par clé (verrouillage HT/BT/TR).

Le transformateur pourra être soit :

- sec,
- sec enrobé,
- dans l'huile notamment pour un gain de place.

Les transformateurs secs ou secs enrobés seront systématiquement équipés de bornes embrochables à verrouillage et d'une sonde de contrôle de l'échauffement interne des bobinages qui déclenchera l'arrêt d'urgence sur son seuil haut.

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

Les transformateurs dans l'huile seront équipés:

- d'un bloc multifonction DGPT2 et d'une sonde de contrôle de l'échauffement interne des bobinages qui déclenchera l'arrêt d'urgence sur son seuil haut,
- d'un bouchon de remplissage,

Ils seront installés sur un bac de rétention, de capacité supérieure à la quantité de diélectrique contenue dans le transformateur. Le bac sera équipé dans sa partie supérieure d'un lit de galets conçu pour assurer la fonction coupe-feu de l'huile en cas de fuite du transformateur.

Le titulaire devra fournir un limiteur de surtension Cardew C installé dans un coffret dédié et raccorder au secondaire de tout transformateur HT/BT alimentant une installation en schéma IT (pour permettre l'écoulement des surtensions issues de la HT), ceci même si tous les câbles sont mis à la terre à travers des éclateurs de surtension dans le cadre de la protection secondaire contre la foudre.

### 4.3 TRANSFORMATEURS ELEVATEURS BT/HT

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

Les transformateurs auront les caractéristiques suivantes :

- couplage Dd 11,
- prise par commutateur (manœuvrable hors tension)  $\pm$  (2,5%, 5% et 7%),
- borne de terre,
- anneaux de levage,
- galets de roulements,
- traversée à embrochement côté HT,
- raccordement HTA : haut
- raccordement BTA : haut et opposé à la HTA,
- dispositif de protection température,
- enveloppe de protection IP315 par capotage métallique,
- dispositif de verrouillage par clé (verrouillage HT/BT/TR).

Le transformateur pourra être soit :

- sec,
- sec enrobé,

Les transformateurs secs ou secs enrobés seront systématiquement équipés de bornes embrochables à verrouillage et d'une sonde de contrôle de l'échauffement interne des bobinages qui déclenchera l'arrêt d'urgence sur son seuil haut.

### 4.4 ACCESSOIRES TABLEAUX

Pour chaque local HT, il sera mis en place :

- 1 râtelier 6 fusibles
- les accessoires de sécurité suivants :
  - perche de sauvetage 45 KV
  - perche absence tension
  - affiche (soins aux électrisés) AF 20B
  - plaque nom du poste PR 11
  - plaque sur porte PR 10

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

- tabouret isolant 24KV
- coffret à fenêtre pour gants et gants isolants classe 3
- un bloc d'éclairage portable
- un extincteur pour feux électriques 5 kg
- 1 relai FLAIR 279 + 3 tores + 1 boîtier de signalisation

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

## 5 LES CABLES

---

Les caractéristiques d'isolement, de conductibilité, d'isolation et d'étanchéité seront conformes à l'utilisation prévue.

Les câbles seront armés avec double feuillard acier et gaine extérieure PRC fongicide et devront avoir une valeur de résistance à l'isolement correspondant à deux fois la tension composée.

Les câbles respecteront la norme NFC33-226.

Les câbles seront équipés des options "montage des trois phases en torsade en usine" et "écran aluminium d'épaisseur renforcée" et si les câbles sont enterrés de l'option "protection polyéthylène pour Enterrabilité Directe Renforcée (EDR) en torsade".

L'âme des conducteurs sera soit en cuivre avec une section minimale de 50mm<sup>2</sup>, soit en aluminium avec une section minimale de 95mm<sup>2</sup>.

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

## 6 LE MODE DE POSE DES CABLES HT

---

La pose et le raccordement des câbles seront réalisés de manière à protéger les installations des effets dus aux perturbations électromagnétiques.

En HT, un seul câble tripolaire sera posé par fourreau.

En caniveau, les câbles seront posés sur des chemins de câbles capotés, les éloignant du fond du caniveau de 10 cm au moins.

Pour les liaisons HT composés de câbles unipolaires, la pose s'effectuera avec le montage des trois phases en torsade pour des cheminements supérieurs à 5m.



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

## 7 LES RACCORDEMENTS

---

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

La pénétration des câbles dans les cellules HT s'effectue par le bas.

Les raccordements sur les équipements des câbles se feront à l'aide d'extrémités simplifiées courtes de type EUIC équipé d'un répartiteur linéaire de tension.

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

## 8 ARRET D'URGENCE DE LOCAUX HT

---

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.

Un arrêt d'urgence sera installé dans un coffret à clé ou "bris de glace" pour chaque local.

L'alimentation électrique de la chaîne d'arrêt d'urgence sera indépendante. Une temporisation d'une seconde sera appliquée sur l'alimentation de la chaîne d'arrêt d'urgence afin d'intégrer le déclenchement des cellules HT.

*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 4\_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 4 - Fournitures et installations des tableaux électriques**

**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

## DIFFUSION INITIALE

DESTINATAIRE(S)	COPIE(S) POUR INFORMATION

Toute reproduction ou communication de ce document, de son contenu ou de sa nature, même partielle, exceptés les usages internes des Services de la Direction Générale de l'Aviation Civile, est strictement interdite sans le consentement écrit de la Direction de la Technique et de l'Innovation

Objet de la diffusion (facultatif) :

## VERIFICATION <sub>(V)</sub> / APPROBATION <sub>(A)</sub>

Nom	Fonction / Entité	V / A	Visa
Eric OUANES	Adjoint Chef de pôle INS	V	
Isabelle BESSE	Chef de pôle INS	V	
Isabelle FAISANT	Chef de domaine DSO	A	

## MAITRISE DOCUMENTAIRE

Référence : Fiche 4_SPEC20_V1R0 Affaire / Projet / Opération : Installations dans les centres de la navigation aérienne Classement et archivage du document Stockage : S:\INS\2-Fonctionnaires\Documentations techniques\SPECs\ Fichier : Fiche 4_SPEC20_V1R0 - Fournitures et installations des tableaux électriques.docx Support / Format :	
--	--

Contenu personnalisable

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

## ***Historique du document***

---

<i><b>Version du document</b></i>	<i><b>Date de rédaction</b></i>	<i><b>Raison de l'évolution</b></i>	<i><b>Auteur</b></i>
V0R1	02/01/2020	Version initiale DSO-INS	AF
V1R0	14/01/2020	Version validée	INS

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>GENERALITES.....</b>	<b>8</b>
2.1	Description des réseaux BT et TBT	8
2.2	Schéma de liaison à la terre	8
2.3	Note de calcul	11
2.4	Etude préliminaire	11
<b>3</b>	<b>CARACTERISTIQUES .....</b>	<b>13</b>
3.1	Spécifications de l'enveloppe pour une installation intérieure	13
3.2	Forme des tableaux	15
3.2.1	Définition d'une unité fonctionnelle	15
3.2.2	Définition d'une forme	15
3.2.3	Types de forme selon les tableaux	17
3.3	Indice de service des tableaux	17
3.3.1	Définition	17
3.3.2	Types d'indice de service	17
3.4	Raccordement	17
3.5	Réserve de place	18
3.5.1	Réserve pour les disjoncteurs boîtiers moulés	18
3.5.2	Réserve pour les disjoncteurs modulaires	18
3.6	Repérage et étiquetage	18
3.6.1	Généralités	18
3.6.2	Repérage de la filerie	19
3.6.3	Repérage des jeux de barres	20
3.7	Embouts	20
3.8	Visserie	20
3.9	Protection contre les contacts directs	20
3.10	CEM, Mise à la masse	20
3.11	Supervision électrique	21
3.12	Synoptique	23
3.13	Puissance du tableau	23
3.14	Jeux de barres	23
3.15	Câblages internes	23
<b>4</b>	<b>EQUIPEMENTS.....</b>	<b>24</b>

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	Disjoncteurs modulaires	24
4.2	Disjoncteurs débrochables	25
4.3	Interrupteur de couplage	25
4.4	Interrupteur en tête du tableau	26
4.5	Tableau de protection du transformateur HT/BT	26
4.6	Inverseur de sources motorisé	26
4.6.1	L'inverseur de source	26
4.6.2	Système de commande	26
4.6.3	Logigramme de fonctionnement	27
4.6.4	Documentation et logiciels	27
4.7	Parafoudres	28
4.8	Eclairage et Prise de maintenance	29
4.9	Alimentation 24Vcc des auxiliaires	29
4.10	Protection électrique des auxiliaires	30
4.11	Borniers	31
4.11.1	Caractéristiques	31
4.11.2	Mise en œuvre	32
4.12	Arrêt d'urgence des tableaux	32
4.13	Mise en place	33
4.14	Schéma	33
4.15	Disjoncteurs moteurs, contacteurs	33
4.16	Relais d'automatismes et optocoupleurs	33
4.17	Les contrôleurs permanents d'isolement (CPI) et localisateurs	34
4.18	Voyants	34
4.19	Bouton de Test lampes	35
4.20	Relais de contrôle de phase	35
4.21	Transformateurs d'intensité (TI)	35
4.22	Protection des transformateurs d'intensité (PTI)	36
4.23	Centrale de mesures	36
4.24	Afficheur numérique des paramètres de courant	36
4.25	Accessoires	37
<b>5</b>	<b>SPECIFICATIONS PARTICULIERES POUR LES TABLEAUX CONTINUS .....</b>	<b>38</b>
5.1	Transducteurs	38
5.2	Afficheurs	38
5.3	Relais de contrôle de tension	38
5.4	Distribution interne	38
5.5	Protection électrique	39
<b>6</b>	<b>LES ETAPES POUR UNE MISE EN SERVICE OPERATIONNEL .....</b>	<b>40</b>
6.1	Principe	40
6.2	Détermination des caractéristiques	40

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

6.3	Etude préliminaire	41
6.4	Recette usine avant câblage	41
6.5	Recette usine après câblage	41
6.6	Validation finale usine	43
6.7	Recette après installation sur site	43
6.8	Validation de la supervision	43
6.9	Validation par un organisme agréé UTE	44
6.10	Formation	44



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 et 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 GENERALITES

### 2.1 DESCRIPTION DES RESEAUX BT ET TBT

On appellera :

- **Cas N°1 : Réseau 230V SCA (BT) ou Réseau Prioritaire RP1 :**  
le réseau sans coupure A,
- **Cas N°2 : Réseau 230V SCB (BT) ou Réseau Prioritaire RP2 :**  
le réseau sans coupure B,
- **Cas N°3 : Réseau 230V Secouru (SEC) ou secours différé (SD) ou ANA ou Réseau Non Prioritaire RNP :**  
le réseau alimenté par le réseau public ou par le gestionnaire de la plate-forme et pourvu d'une ou plusieurs sources secours indépendantes,
- **Cas N°4 : Réseau 230V Secouru Non prioritaire ou ICA (Installation Commerciale Aéroportuaire):**  
le réseau alimenté par le réseau public ou par le gestionnaire de la plate-forme et pourvu d'une ou plusieurs sources secours indépendantes avec limitation de la puissance disponible des sources secours indépendantes (délestage),
- **Cas N°5 : Réseau 230V Non Secouru:**  
le réseau alimenté par le réseau public ou par le gestionnaire de la plate-forme et non pourvu d'une source secours indépendante,
- **Cas N°6 : Réseaux continus 24VCC et (-) 48VCC (TBT) :**  
les réseaux de distribution en régime continu en 24 V et en (-) 48 V.

Le réseau dit "domestique" peut, selon les centres, se rapporter au quatrième (ICA) ou cinquième (Non Secouru) cas.

- **TGBT :**

Les tableaux situés en aval des sources.

- **Sources**

Les sources sont les GE (Groupes Electrogènes), les transformateurs abaisseurs, les transformateurs d'isolement, les ASI et les chargeurs-batteries.

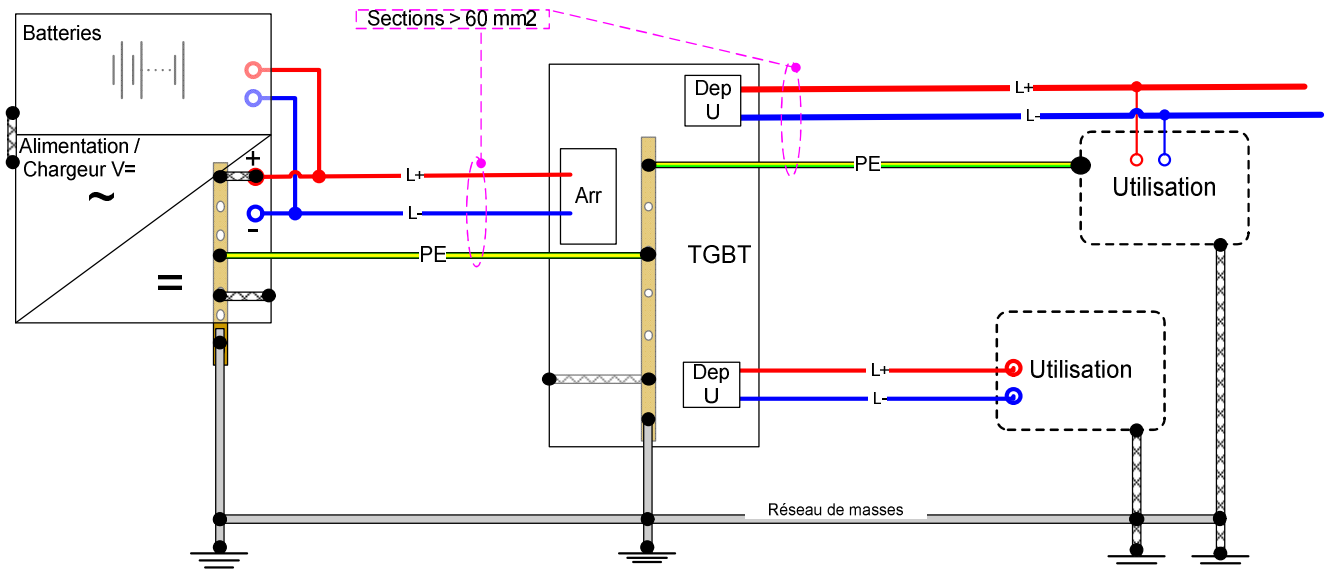
### 2.2 SCHEMA DE LIAISON A LA TERRE

En alternatif, trois schémas de liaison à la terre peuvent cohabiter sur les sites de la Navigation Aérienne :

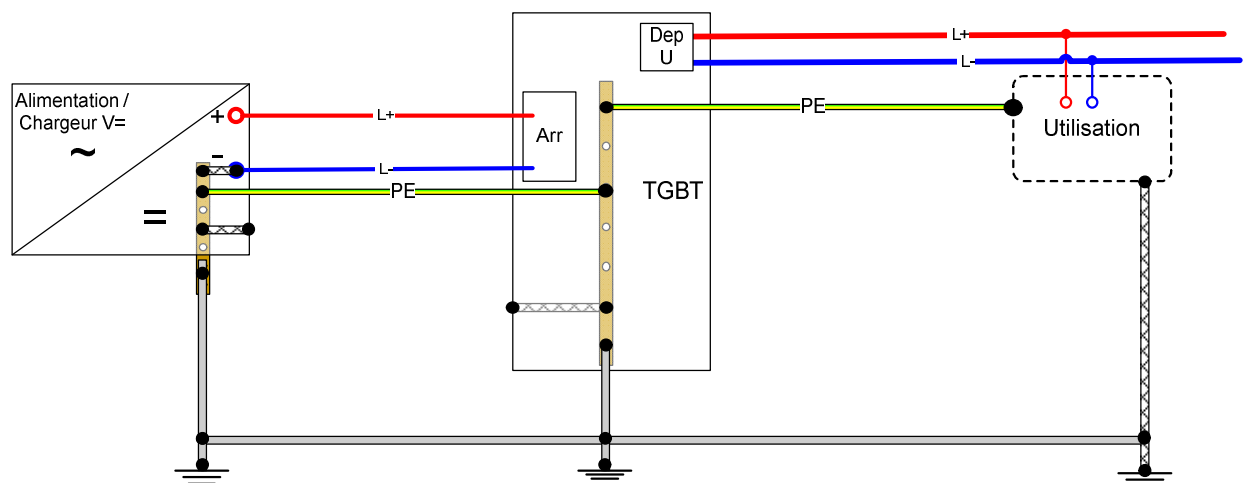
- Le schéma TN-C, secourus et domestiques. (poste de livraison et le jeu de barres du TGBT, TGBTs de puissance),



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

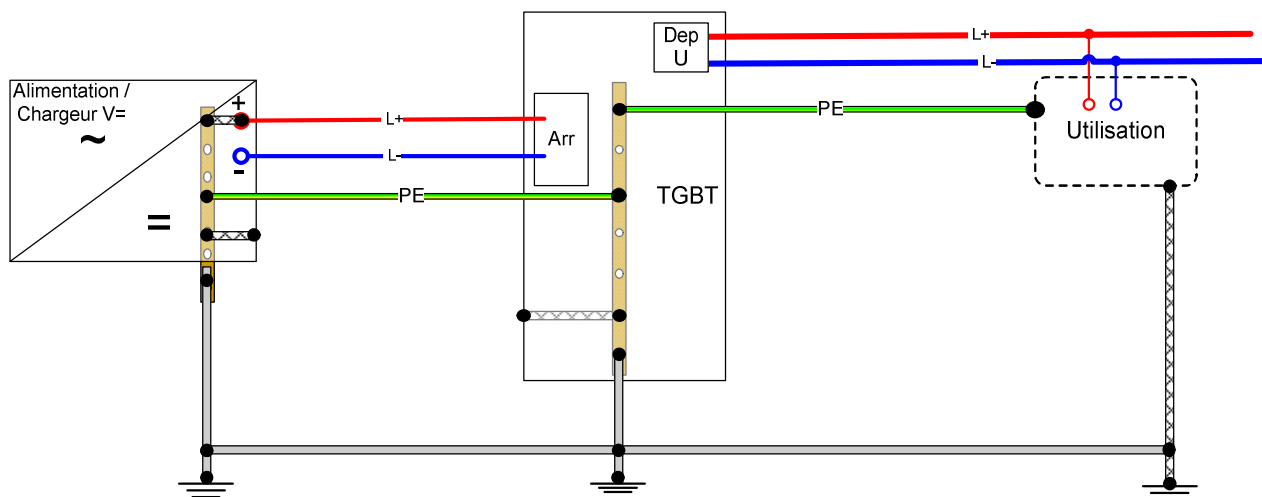


- Cas N°2 : le régime TNS avec les deux possibilités suivantes :
  - le conducteur – est relié à la masse : on obtient une tension continue positive



- le conducteur + est relié à la masse : on obtient une tension continue négative

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 NOTE DE CALCUL

Chacun des circuits concernés par les différents travaux à réaliser, fera l'objet d'une note de calcul afin de valider le choix des protections, les sections des conducteurs actifs et de protection ainsi que le plan général de protection (sélectivité).

Ces notes de calcul devront être réalisées à l'aide du logiciel de calcul (BT/HTA) type CANECO, validées par le maître d'œuvre et ayant reçu l'agrément UTE et les bases de calcul devront être celles énoncées ci-dessous.

- 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 les câbles multipaires (exemple 5G25). Pour les PE en câble unipolaire, la section sera définie par calcul.
- 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>,
- Les puissances seront toujours exprimées en VA (Voltampère).
- Les courants nominaux  $I_n$  des protections devront être supérieurs de 10 % au minimum vis-à-vis des courants d'emploi  $I_b$ .
- Les chutes de tensions seront à définir suivant les courants d'emploi.

## 2.4 ETUDE PRELIMINAIRE

Cette étude comprendra les éléments suivants :

- les schémas unifilaires de l'architecture électrique ;
- les schémas de représentation et de câblage des coffrets et des tableaux électriques ;
- les schémas d'implantation des équipements dans les coffrets et les tableaux électriques ;
- la nomenclature de tous les éléments constituant les coffrets et tableaux électriques ;

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

- la nomenclature et les fiches techniques des équipements des coffrets et tableaux électriques ;
- les notes de calculs électriques conformément à la norme NFC 15-100 justifiant le choix des matériels :
  - courant de court-circuit,
  - échauffement admissible des fils et des jeux de barres,
  - chutes de tension,
  - tension de contact,
  - type de protection,
  - calibres nominaux,
  - etc.,
- les cheminements avec la localisation des chemins de câbles à installer ;
- les plans d'implantation des coffrets et tableaux électriques dans les locaux ;
- les protocoles des recettes en usine des coffrets et tableaux électriques ;

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

## 3 CARACTERISTIQUES

### 3.1 SPECIFICATIONS DE L'ENVELOPPE POUR UNE INSTALLATION INTERIEURE

Les armoires et coffrets électriques seront sélectionnés dans les gammes standards des fabricants, type **Schneider PRISMA SFP** ou équivalent.

Dans certains cas, notamment le montage d'inverseurs de sources spécifiques, il pourra être choisi des armoires de type Schneider SPACIAL SF.

Les enveloppes seront choisies et dimensionnées en fonction des éléments suivants :

- tenue à la corrosion selon à la norme NF EN 50298,
- les dégagements de maintenance et de sécurité,
- l'encombrement des équipements : une réserve utile de 30% sera prévue,
- l'indice de protection sera au minimum IP 31 (l'IP doit être maintenu avec les câbles raccordés),
- l'accessibilité des composants et des raccordements,
- la standardisation d'intégration des matériels,
- la température maximale admissible.

Lors de l'installation sur site, le titulaire tiendra compte des exigences suivantes:

- les perçages dans les tôleries devront obligatoirement faire l'objet d'une reprise de peinture,
- l'entreprise devra, si nécessaire, réaliser les retouches de peinture dues aux déplacements et mises en place des matériels.

Elles devront dans tous les cas comporter les équipements suivants :

- des panneaux ou portes arrière,
- des portes transparentes avant équipées d'un bouton verrou à clef,
- un ensemble de plastrons,
- des goulottes largement dimensionnées,
- des rails de fixations,
- des collecteurs de masse constitués de barres de cuivre percées de trous taraudés,
- des tresses de masse d'interconnexion des éléments amovibles,
- des barres de fretage des câbles,
- une pochette à plans par cellule,
- et tous les autres éléments nécessaires au parfait équipement des tableaux.

Un tableau est composé au minimum d'une cellule principale et d'une gaine à câbles :

- Chaque cellule sera équipée :
  - d'une porte transparente,
  - d'un système de blocage de porte en position ouverte,
  - d'une serrure à clé type 405,

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

- de panneaux fermant l'enveloppe, facilement démontables (sans outils) pour l'accès aux câbles,
- de platines de montage et de fixation,
- des plastrons fixés à une paroi sur charnière donnant accès aux équipements. De plus, chaque plastron pourra être enlevé indépendamment les uns avec les autres.
- de pattes de fixation murale,
- d'un collecteur de masse,
- d'un synoptique en face avant, de couleur, riveté et collé,
- d'un socle de 100mm.
- Chaque gaine à câbles sera équipée :
  - d'une porte pleine,
  - d'un système de blocage de porte en position ouverte,
  - d'une serrure à clé type 405,
  - de chemins de câbles verticaux de type CABLOFIL de 200mm sur toute la hauteur,
  - d'un rail TELEX pour fixer les têtes de câbles,
  - d'un collecteur de masse vertical,
  - d'un rail DIN sur lequel seront installés :
    - les borniers de raccordement courant fort,
    - l'automate de supervision et ses éventuels accessoires,
    - d'autres appareillages des circuits auxiliaires comme un convertisseur 230Vac/24Vcc.
  - les bornes de supervision,
  - d'une pochette pour la documentation,
  - d'un socle de 100mm,
  - En face avant :
    - d'une centrale de mesures et d'afficheurs numériques des paramètres de courant,
    - de voyants à LED,
    - d'un bouton d'arrêt d'urgence de type « coup de poing » protégé à l'aide d'une rosace,
    - de localisateurs de défaut (SLT IT).

L'entrepreneur prévoira suffisamment de place pour le passage des câbles, de façon à obtenir un raccordement aisé.

#### **La ventilation du tableau sera réalisée de façon naturelle.**

L'intérieur sera équipé de platines en matériau isolant (de type plexiglas transparent), interdisant l'accès aux parties sous tension. Le démontage de ces platines devra nécessiter l'utilisation d'un outil.

L'équipement interne sera conçu pour permettre l'accessibilité et le démontage de tous les matériels.



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

La définition de la distribution sera adaptée au schéma de liaison à la terre correspondant.

D'une façon générale, les appareils de mesure, la signalisation et les boutons de commande seront visibles et accessibles portes fermées.

## 3.2 FORME DES TABLEAUX

### 3.2.1 Définition d'une unité fonctionnelle

La norme définit une unité fonctionnelle comme étant une « *partie d'un ensemble comprenant tous les éléments mécaniques et électriques qui concourent à l'exécution d'une seule fonction* » et qui constitue donc l'équipement de puissance avec ses auxiliaires.

Les unités fonctionnelles sont définies de la façon suivante :

- départs prises de courant,
- départs autres forces,
- départs tableaux,
- auxiliaires.

### 3.2.2 Définition d'une forme

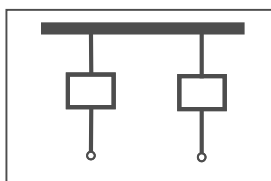
Le descriptif des formes est présenté dans le tableau suivant :

	Forme 1	Forme 2	Forme 3	Forme 4
<b>Description</b>	Aucune séparation	Séparation des jeux de barres des UF	Forme 2 + séparation de toutes les UF entre elles	Forme 3 + bornes pour conducteurs extérieurs séparées entre elles mais dans le même compartiment que l'unité fonctionnelle

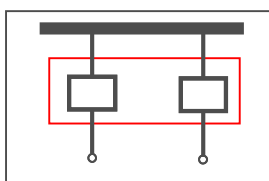
De plus, chacune des formes 2, 3 et 4 est subdivisée en 2 avec des indices a et b pour signaler si les bornes pour conducteurs extérieurs sont séparées des jeux de barres (indice b) ou non (indice a).

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

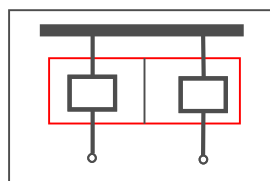
Enfin, une vue d'ensemble des formes est représentée ci-dessous :



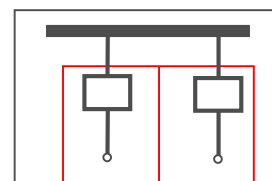
Forme 1



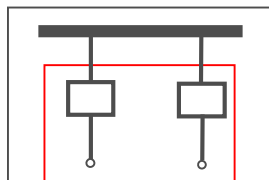
Forme 2a



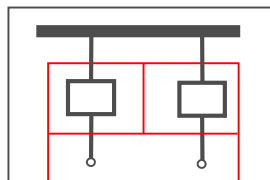
Forme 3a



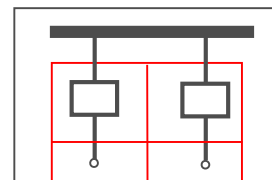
Forme 4a



Forme 2b



Forme 3b



Forme 4b

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

### 3.2.3 Types de forme selon les tableaux

- TGBT : Les tableaux seront de forme 3a,
- TGBT SC : les tableaux seront de forme 3a,
- Tableaux divisionnaires : Les tableaux seront au minimum de forme 2b.

## 3.3 INDICE DE SERVICE DES TABLEAUX

### 3.3.1 Définition

Les indices de service (IS) sont définis par la norme et permettent d'exprimer les besoins de façon très synthétique :

Exploitation		Maintenance		Evolution	
✓	Consignation	✓	Contrôles	✓	Extensions
✓	Condamnations	✓	Nettoyages	✓	Adjonctions
✓	Réglages	✓	Remise en état	✓	Modifications
<b>1</b>	Arrêt complet du tableau	<b>1</b>	Arrêt complet du tableau	<b>1</b>	Arrêt complet du tableau
<b>2</b>	Arrêt de la puissance et des auxiliaires l'UF concernée	<b>2</b>	Arrêt de l'UF concernée et démontage avec intervention sur les raccordements	<b>2</b>	Arrêt de l'UF concernée et les réserves sont définies
<b>3</b>	Arrêt de la puissance de l'UF concernée avec les auxiliaires maintenues	<b>3</b>	Arrêt de l'UF concernée et démontage sans intervention sur les raccordements	<b>3</b>	Arrêt de l'UF concernée et l'évolution est libre

### 3.3.2 Types d'indice de service

- TGBT-AC et les Tableaux SD des CRNA : les tableaux auront un IS 332,
- TGBT-DC et tableaux divisionnaires : les tableaux auront un IS 212.

N.B. : Afin que le MTTR d'un tableau opérationnel soit le plus bas possible, les caractéristiques des paragraphes 3.2 et 3.3 seront optimisés.

## 3.4 RACCORDEMENT

Le raccordement des câbles respectera les spécifications suivantes :

- le raccordement de l'appareillage et des équipements se fera par l'avant ;
- la partie raccordement sera suffisamment dimensionnée pour permettre le passage des câbles, un raccordement aisé et des mesures d'intensité avec des pinces ampère-métriques,

Les câbles d'arrivée chemineront sans coupures jusqu'à l'appareillage d'arrivée de l'armoire dans une gaine à câbles. **L'utilisation de bornier intermédiaire est proscrite.**

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

Dans le cas où les câbles auraient une section trop importante, ne permettant pas de les façonner correctement pour atteindre les bornes de l'appareillage sans risquer d'appliquer sur ce dernier un effort trop important, le titulaire mettra en œuvre un jeu de barres de cuivre d'arrivée, connecté aux bornes d'entrées de l'appareillage d'arrivée d'une part, et fixé en partie haute de la gaine à câbles d'arrivée d'autre part. Les câbles chemineront ainsi verticalement dans la gaine à câbles sans courbures. Ce jeu de barres devra être protégé des contacts directs par une plaque transparente en Makrolon.

## 3.5 RESERVE DE PLACE

### 3.5.1 Réserve pour les disjoncteurs boîtiers moulés

Les réserves équipées seront de 30 % et conformes au §4.2

Pour définir le calibre des socles, 2 cas de figure se présentent :

- le tableau est équipé de socles identiques : dans ce cas, les socles de réserve sont de même calibre.
- le tableau est équipé de socles distincts : la moitié des socles est du calibre du départ de la plus forte intensité.

### 3.5.2 Réserve pour les disjoncteurs modulaires

Les réserves équipées seront de 30 % et conformes au §4.1

## 3.6 REPERAGE ET ETIQUETAGE

### 3.6.1 Généralités

Les étiquettes et les lettres seront dimensionnées en fonction du texte, de manière à permettre une lecture aisée. Leur couleur sera précisée par le maître d'œuvre, selon le site concerné et selon la fonction de l'enveloppe ou de l'appareil considéré.

Les étiquettes seront de type « dilophane » ou « gravoply ».

Les étiquettes rédigées manuellement ou présentant un texte en relief sont proscrites.

Tous les matériels composant les tableaux énergie devront être repérés. Cela concerne notamment :

- les appareils de protection et de coupure (de type boîtier moulé ou modulaire),
- les borniers et les bornes,
- les boutons de commande et les voyants,
- les appareils de surveillance, de contrôle et de mesure,
- les composants d'automatisme,
- les plastrons et les couvercles de goulottes.

Leur fonction sera indiquée sur une étiquette facilement interchangeable à insérer dans un support.

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

Chaque bornier sera repéré par une étiquette précisant son repère et la tension présente sur ce bornier.  
Exemple : BN240V1.

Chaque borne comportera un système d'étiquetage précisant son repère.

Les systèmes de repérage seront choisis dans la même gamme que celle des bornes.

Les plastrons et les couvercles de goulottes comporteront un repérage (code couleur par exemple) permettant d'éviter toute interversion de ces éléments lors d'opérations nécessitant leur dépose.

Les organes de manœuvre des dispositifs de coupure générale (coup de poing) seront de couleur rouge. En outre, ils seront repérés par une étiquette portant la mention « ARRET D'URGENCE » ou une mention définie avec le site concerné.

Tout appareil monté en saillie sur une porte sera repéré en face avant et en face arrière de la porte.

Tous les organes de coupure devront être repérés de la manière suivante :

- porte-étiquette amovible en face avant pour l'intitulé du départ.
- étiquetage fixe en face avant pour le numéro de départ,
- étiquetage fixe à l'intérieur de l'enveloppe pour le même numéro de départ,

Les positions des commutateurs seront repérées par un étiquetage adapté.

Les étiquettes relatives aux appareils câblés sur des circuits alimentés par des tensions auxiliaires devront avoir une couleur particulière.

### 3.6.2 Repérage de la filerie

Les couleurs de la filerie de câblage seront teintées dans la masse de l'isolant comme suit:

Mesure et signalisation (voyants et boutons)	: violet,
Entrée automate et contacts TOR	: ivoire,
Circuit sous tension après ouverture de l'IG	: rose,
Neutre	: bleu clair,
Phase 1	: marron,
Phase 2	: noir,
Phase 3	: orange,
PE	: vert-jaune,
PEN	: vert-jaune teinté dans la masse de l'isolant
(manchons vert-jaune pour les sections de conducteur importantes) et manchons bleus,	
Pôle +	: rouge,
Pôle -	: bleu foncé.

Pour respecter ce repérage (exemple : sections de conducteur importantes), 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

### 3.6.3 Repérage des jeux de barres

Un repérage de couleurs, identique à celui utilisé sur la filerie, sera mis en place sur les jeux de barres.

Il sera réalisé par peinture ou bandes autocollantes.

## 3.7 EMBOUTS

Les embouts sont obligatoires pour tout raccordement à visser (disjoncteurs modulaires, télerupteurs, bornes à visser etc...).

**Les embouts sont strictement interdits** pour les bornes et les répartiteurs à ressorts.

Ils sont de type isolés et de couleur normalisée.

Un seul embout, simple, est autorisé par raccordement.

Les embouts doivent être mis en œuvre avec des outils spécifiques et certifiés.

## 3.8 VISSERIE

La qualité de la visserie est de type 8.8 bichromaté ou cadmium nickel.

Pour les ensembles de série, les directives des constructeurs sont à respecter.

Afin de contrôler la qualité de serrage, toutes les connexions électriques boulonnées seront validées par le tableautier **à l'aide d'un vernis rouge**.

Tous les écrous seront freinés et toute la visserie sera traitée contre toute forme de corrosion.

## 3.9 PROTECTION CONTRE LES CONTACTS DIRECTS

Aucune partie nue sous tension ne devra être accessible avec les portes, les plastrons et portillons ouverts. Les dispositifs contre les contacts directs des pièces sous tension seront réalisés à partir de plaques transparentes en Makrolon.

## 3.10 CEM, MISE A LA MASSE

Chaque gaine à câbles sera équipée d'un collecteur de masse vertical positionné à proximité des plages et des borniers de raccordement. Il sera constitué d'une barre de cuivre de 30x5 percée de trous taraudés. Chaque trou sera équipé d'une vis et d'une rondelle bichromatée. Un plat de cuivre étamé de 30x2 reliera le collecteur de masse au réseau général présent dans le faux-plancher technique à l'aide d'une bride ERICO.

D'autre part, dans le cadre de la CEM, le titulaire devra s'assurer d'une bonne équipotentialité de tous les éléments constituant un tableau. Pour cela il faudra faire attention aux peintures et aux matériaux isolants.

Notamment les portes qui seront reliées par des tresses métalliques.

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

### 3.11 SUPERVISION ELECTRIQUE

Le titulaire fournira, installera et raccordera un concentrateur de boucles sèches de type WAGO ou équivalent, alimenté par la distribution 24Vcc auxiliaire, installé sur rail DIN, composé d'un coupleur de bus de terrain qui communiquera en Modbus sur TCP.

Sauf indication contraire, l'ensemble des points sera câblé en "sécurité positive", c'est-à-dire fonctionnement normal à l'état 1, alarme à l'état 0.

Si la liaison vers la supervision est du type RS485, le tableau sera muni d'un bornier spécifique dédié à cette liaison. La liaison interne sera réalisée par un câble multipaires blindé par paire et ayant un blindage général par écran/tresse cuivre étamé.

Les équipements associés au concentrateur de boucles sèches :

- seront conformes à la norme NF C63-820 ;
- devront permettre les connexions des « entrées / sorties » avec des bornes à ressorts ;
- seront alimentés en 24 Vcc ;
- seront montés et livrés sur des rails DIN galvanisés ;
- seront montés et livrés avec les systèmes de repérage pour porte étiquettes.

Le nombre de bornes « entrées / sorties » sera défini en fonction du nombre d'informations à recueillir majoré d'une réserve supplémentaire de 10%. Du côté du module d'extrémité, un espace de 20% sera disponible sur le rail DIN.

Ces informations seront en provenance des contacts SD et OF de tous les appareillages électriques de l'armoire, du relais de contrôle tension, du système 24Vcc auxiliaires, des parafoudres, etc. Le titulaire aura à sa charge lors de la fabrication du tableau, la fourniture, l'installation et le raccordement de la totalité de la filerie nécessaire au renvoi de ces informations vers le système d'acquisition de boucles sèches.

La protection individuelle du collecteur d'information sera de type C60H-DC. Ce disjoncteur sera le seul dispensé de bloc auxiliaire OF/SD.

- Format de la table Jbus :

Le principe de la table image correspondant aux E/S de chaque coupleur et donc attribuée à chaque tableau électrique sera la suivante :

<i>Emplacement</i>	<i>Désignation</i>	<i>Origine</i>
1	Tension jeu de barres hors plage	Relais Contrôle Phase
2	Position interrupteur d'arrivée IG 1	Contact OF
3	Position interrupteur d'arrivée IG 2	Contact OF
4	Vide (éventuellement interrupteur IG 3)	Contact OF
5	Vide (éventuellement position interrupteur couplage IC)	Contact OF
6	Position arrêt d'urgence	Coup de poing
7	Synthèse défaut alimentation 24Vcc	Contact SD
8	Synthèse défauts auxiliaires	Contact SD
9	Usure parafoudres	Contact
10	Réserve	

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

<i>Emplacement</i>	<i>Désignation</i>	<i>Origine</i>
11	Réserve	
12	Position D1	Contact OF
13	Défaut D1	Contact SD
14	Position D2	Contact OF
15	Défaut D2	Contact SD
2N + 10	Position D(N)	Contact OF
2N + 11	Défaut D(N)	Contact SD

N étant le nombre de départs complémentaires à superviser.

Selon la composition de chaque tableau, des bornes d'E/S ne seront pas utilisées. Toutes les bornes doivent être repérées selon le précédent tableau.

Tous les modules et bornes seront câblés.

Dans la documentation finale, l'entreprise insérera un tableau au format Excel récapitulant :

- le libellé de la totalité des informations disponibles sur le réseau de communication (modules d'entrées déportées et centrales de mesures) ;
- les adresses de chaque information, leur nature, échelle, unités, etc. ;
- les paramètres de communication des esclaves ;
- les réglages des disjoncteurs issus de la note de calcul.

Pour chacune des armoires électriques, le titulaire fournira également un Dossier de Description des Interfaces (DDI). Ce dossier reprendra, pour chacun des équipements raccordés à la supervision, les caractéristiques de communication de l'équipement ainsi qu'une liste d'informations supervisées.

Cette liste sera composée d'autant d'entrées qu'il existe de données élémentaires à superviser. Chaque donnée élémentaire sera caractérisée par :

- un nom ;
- une description ;
- une origine ;
- une unité ;
- un domaine (Entier, réel, booléen ...) ;
- une tolérance ;
- une résolution.

Enfin, ce dossier inclura également la table Jbus de l'équipement dans laquelle les adresses des données élémentaires précédemment décrites seront précisées.

Ce dossier à lui seul devra permettre au maître d'œuvre de réaliser la mise à jour du logiciel de supervision.



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

### 3.12 SYNOPTIQUE

Le titulaire devra réaliser un synoptique sur la face avant du tableau (plastrons) symbolisant le principe de distribution électrique. Il sera réalisé à partir de baguettes dont la couleur sera définie avec le maître d'œuvre.

Les étiquettes sur les armoires respecteront le code des couleurs du site concerné.

### 3.13 PUISSANCE DU TABLEAU

La puissance du tableau sera toujours supérieure à celle définie par l'étude. Par exemple un tableau prévu pour 120KVA sera dimensionné en puissance à 160KVA (interrupteur, jeux de barres,...) permettant ainsi une augmentation de puissance future sans remplacement de l'enveloppe.

### 3.14 JEUX DE BARRES

Le jeu de barre sera dimensionné en fonction de l'intensité nominale et de l'intensité de court-circuit.

- les jeux de barres seront réalisés **100 % en cuivre** rigide isolé ou en cuivre souple isolé,
- les jeux de barres type "constructeur ensemble de série" doivent être utilisés dans tous les cas, tels que :
  - Barres en cuivre selon directives constructeurs.
  - Multiclips de SCHNEIDER ELECTRIC ou équivalent, en amont de tout disjoncteur modulaire.
- les supports sont obligatoirement de type constructeur. Leur mise en œuvre doit dans tous les cas respecter les directives des constructeurs,
- dans un même équipement, aucune réduction de section n'est autorisée,
- les répartiteurs étagés ou peignes sont proscrits,
- les trous de raccordements seront taraudés pour permettre l'utilisation de vis de fixation, à l'exclusion de tout autre moyen. Pour les jeux de barres de type triphasé + neutre, la section du neutre sera identique à celle des phases,
- Il sera tenu compte des trous supplémentaires pour le dimensionnement des sections jeux de barres afin de respecter les notes de calculs.

### 3.15 CABLAGES INTERNES

Aucune liaison de câblage de puissance interne au tableau ne devra avoir une section inférieure à 4mm<sup>2</sup>. Toutes les liaisons câblées devront être réalisées en câble souple.

Les départs de type modulaire seront raccordés en amont à un répartiteur de puissance à raccordement à ressorts.

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

## 4 EQUIPEMENTS

### 4.1 DISJONCTEURS MODULAIRES

Pour un courant nominal inférieur à 40A (voire 63A avec accord formel du maître d'œuvre au cas par cas), les protections électriques pourront être modulaires. Néanmoins, le maître d'œuvre pourra sur des cas particuliers, demander au titulaire la mise en place de protections de type moulé débouchable.

Pour assurer une continuité du lot de rechanges et pour réaliser la sélectivité, les appareillages de protection électrique seront choisis dans le catalogue Schneider Electric ou équivalent de type DT40, iC60, C120 ou NG125 (en fonction du pouvoir de coupure nécessaire). L'entreprise fournira des protections électriques dites « modulaires » équipées chacune d'un auxiliaire OF/SD.

- En régime TNS :

Les protections intermédiaires seront choisies en cohérence avec la puissance consommée par le circuit aval, et permettant d'obtenir une sélectivité totale avec les protections amont et aval.

La protection terminale d'un circuit monophasé SC sera composée d'un appareillage de protection possédant les caractéristiques décrites ci-dessous :

- Type : modulaire de type DT40N vigi ou équivalent ;
- calibre : 16A ;
- nombre de pôles : 2 ;
- nombre de pôles protégés : 1 ;
- courbe de déclenchement : C ;
- interrupteur différentiel : type A Super Immunisé,  $\Delta I_n = 30\text{mA}$  ;
- auxiliaires : 1 contact OF+OF/SD.

- En régime IT :

Les protections intermédiaires seront choisies en cohérence avec la puissance consommée par le circuit aval, et permettant d'obtenir une sélectivité totale avec les protections amont et aval.

La protection terminale d'un circuit monophasé SC sera composée d'un appareillage de protection possédant les caractéristiques décrites ci-dessous :

- Type : modulaire de type iC60N ou équivalent ;
- calibre : 16A ;
- nombre de pôles : 2 ;
- nombre de pôles protégés : 2 ;
- courbe de déclenchement : C ;
- auxiliaires : 1 contact OF+OF/SD.

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

## 4.2 DISJONCTEURS DEBROCHABLES

Au-delà du courant nominal de 40A, les organes de coupure électriques devront être de type moulé débrosable sur châssis.

Ils seront équipés chacun de :

- 1 châssis support (socle avec kit de débrosage sur châssis) ;
- 1 déclencheur électronique avec mesure de courant type Schneider Micrologic ou équivalent (pour les disjoncteurs) ;
- 2 contacts OF :
  - 1 contact ramené sur concentrateur de boucle sèche (pour supervision distante),
  - 1 contact ramené sur un voyant en face avant du tableau;
- 1 contact SDE ramené sur concentrateur de boucle sèche (pour supervision distante);
- 1 contact SD ramené sur un voyant en face avant du tableau;
- 1 contact de position débrosée ramené sur un voyant en face avant du tableau;
- 1 déclencheur MX alimenté en 24vcc.

Les liaisons filaires des auxiliaires passeront par des prises mobiles situées à l'arrière du disjoncteur et des prises fixes situées dans le socle de l'appareil.

Tous les pôles seront protégés.

Pour assurer une continuité du lot de rechanges et pour réaliser la sélectivité, les appareillages de protection électrique seront de type Schneider ou équivalent avec les caractéristiques suivantes :

De 40 à 630 A	De 630 à 800A	Supérieur à 800A
Compact type NSX	Compact type NS	MASTERPACT type NW

## 4.3 INTERRUPTEUR DE COUPLAGE

Le cas échéant l'interrupteur de couplage devra être un interrupteur débrosable sur socle de type NS NA Schneider ou équivalent équipé des auxiliaires suivants :

- 1 châssis support (socle avec kit de débrosage sur châssis) ;
- 2 contacts OF :
  - 1 contact ramené sur concentrateur de boucle sèche (pour supervision distante),
  - 1 contact ramené sur un voyant en face avant du tableau;
- 1 contact SD ramené sur concentrateur de boucle sèche (pour supervision distante);
- 1 contact SDE ramené sur un voyant en face avant du tableau;
- 1 contact de position débrosée ramené sur un voyant en face avant du tableau;
- 1 déclencheur MX alimenté en 24Vcc et associé à l'arrêt d'urgence du tableau ;
- Le cas échéant une motorisation (si présence d'un inverseur de source).

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 INTERRUPTEUR EN TETE DU TABLEAU

Chaque tableau (TGBT et TD) sera équipé en tête d'au moins un ou deux interrupteurs débrochables sur socle de type NS NA Schneider ou équivalent équipés des auxiliaires suivants :

- 1 châssis support (socle avec kit de débrochage sur châssis) ;
- 2 contacts OF :
  - 1 contact ramené sur concentrateur de boucle sèche (pour supervision distante),
  - 1 contact ramené sur un voyant en face avant du tableau;
- 1 contact SD ramené sur concentrateur de boucle sèche (pour supervision distante);
- 1 contact SDE ramené sur un voyant en face avant du tableau;
- 1 contact de position débrochée ramené sur un voyant en face avant du tableau;
- 1 déclencheur MX alimenté en 24Vcc et associé à un arrêt d'urgence sur face avant ;
- Le cas échéant une motorisation (si présence d'un inverseur de source).

## 4.5 TABLEAU DE PROTECTION DU TRANSFORMATEUR HT/BT

Lorsqu'il n'est pas prévu dans le TGBT, le tableau de protection du secondaire du transformateur HT/BT sera équipé en tête par un disjoncteur de type moulé débrochable sur châssis identique au §4.2.

## 4.6 INVERSEUR DE SOURCES MOTORISE

Dans certains tableaux, il sera nécessaire de mettre en œuvre un inverseur de sources motorisé possédant les caractéristiques décrites dans les sous-paragraphe suivants.

### 4.6.1 L'inverseur de source

L'inverseur de source sera de calibre égal ou supérieur à celui de la protection de plus fort calibre l'alimentant. Il sera motorisé et commandé à distance, mais devra pouvoir être manipulé manuellement en cas de défaillance de l'organe de pilotage. Il sera équipé de contacts secs permettant de connaître l'état de l'appareillage. Chaque interrupteur sera débrochable et équipé d'une bobine MX asservie au bouton d'arrêt d'urgence.

### 4.6.2 Système de commande

Pour optimiser l'espace disponible, le titulaire fournira, installera et raccordera des inverseurs de source automatique sur platine.

Il sera choisi dans la gamme Socomec Sircover en manuel et Socomec Atys P en automatique avec module déporté D20 ou dans la gamme SCHNEIDER (débrochable sur socle) avec une platine d'automatisme de type UA150 de type SCHNEIDER ou équivalent en façade du portillon et son module ACP/IVE dans la cellule de l'armoire équipés des auxiliaires nécessaires pour réaliser les fonctions attendues décrites ci-dessous.

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

Le rôle de cet inverseur de source sera dans un premier temps de transférer la charge du tableau électrique sur le réseau secondaire, en cas de défaillance du réseau principal. Il aura également pour rôle de transférer la charge vers le réseau normal une fois le retour de celui-ci en nominal. Pour connaître l'état des réseaux électriques, l'inverseur de source s'appuiera sur des contacts secs renvoyés par des relais de contrôle de phase différents de ceux nécessaires au fonctionnement des voyants, dont la fourniture, l'installation et le raccordement seront à la charge du titulaire.

En plus de ces fonctions de base, l'inverseur de source pourra recevoir un ordre extérieur de basculement.

D'autre part, l'inverseur de source devra pouvoir être piloté par des boutons poussoirs installés sur la gaine à câbles de l'armoire, protégés par des capuchons, permettant ainsi de manipuler, l'inverseur de sources lors d'opérations de maintenance. L'inverseur de source devra donc être équipé d'entrées TOR, et le titulaire prévoira le câblage vers les gaines à câbles sur lesquels ces boutons sont installés.

Enfin, l'inverseur de source devra renvoyer à la supervision, par une liaison Modbus sur TCP, un ensemble d'informations sur son état, la raison d'un transfert vers le réseau secours (absence tension sur le normal, forçage, pilotage à distance ...), ainsi que des alarmes de dysfonctionnement.

Cet inverseur de source ainsi que toute la chaîne de pilotage seront alimentés en 24Vcc. Ce circuit d'alimentation sera différent de celui utilisé pour la gestion des auxiliaires et sera donc doublé dans les armoires accueillant cet équipement.

#### 4.6.3 Logigramme de fonctionnement

Le titulaire réalisera tout d'abord, dans la phase études préliminaires, un logigramme de fonctionnement de l'inverseur de source qui sera soumis à validation du maître d'œuvre et du site. Ce document sera accompagné de la totalité des fiches techniques des équipements constitutifs de l'inverseur de source et de la chaîne de pilotage.

Une fois que le fonctionnement aura été validé, le titulaire prévoira une phase de test (qui pourra être mutualisée avec la recette usine de l'armoire électrique accueillant cet équipement) afin de s'assurer du respect du logigramme.

#### 4.6.4 Documentation et logiciels

Le titulaire fournira les documents suivants :

- logigramme de fonctionnement définitif ;
- plans de câblage ;
- schéma de communication des différents éléments ;
- code source éventuel du programme ;
- documentation technique de tous les éléments constitutifs ;
- notice d'utilisation de l'inverseur de source.

De plus, le titulaire fournira une licence de chaque logiciel nécessaire pour la programmation, la communication, la configuration et le chargement du programme dans l'inverseur de source.

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

## 4.7 PARAFOUDRES

Le titulaire se réfèrera au « Guide Protection Foudre 09 », en particulier à la fiche n°5, notamment en ce qui concerne le choix du disjoncteur de protection d'un parafoudre, le choix du parafoudre de type 1, les distances à respecter entre les câbles et les tests à effectuer ainsi que les rapports associés.

L'entreprise respectera les normes en vigueur et notamment le guide sur la protection des installations électriques basse tension contre les surtensions d'origine atmosphérique ou dues à des manœuvres (C 15-443L)

L'utilisation conjointe de parafoudres de type 1 avec des paratonnerres est obligatoire afin de réaliser l'équipotentialité entre le réseau d'énergie et la prise de terre du paratonnerre. Les parafoudres utilisés à l'origine de l'installation sont du type 1.

La règle générale du niveau de protection de 2,5 kV doit être respectée en tête d'installation.

Afin d'atteindre un niveau de protection de 1KV au niveau des équipements sensibles de la navigation aérienne, il sera mis en place la configuration suivante (tableau A) :

<i>Parafoudre</i>	<i>Onde</i>	<i>Imp</i>	<i>In</i>	<i>Up</i>	<i>spécifications</i>
Type 1	10/350	25kA	20kA	2.5kV	En tête d'installation
Type 2	8/20	15kA	10kA	1.5kV	Placé à plus de 15m du parafoudre de tête
Type 3	1,2/50 et 8/20	8kA	2,5kA	1kV	Placé au niveau des tableaux divisionnaires si la distance le sépare de plus de 30m du parafoudre amont ou si l'équipement protégé est sensible

Les parafoudres de type 1+2 sont acceptés si les équipements sont proches et dans la condition où ceux-ci respectent les spécifications énoncés dans le tableau A.

Remarques complémentaires :

- Parafoudre de type I+II

Il devra être installé soit directement après la sortie du transformateur HT/BT soit au niveau du jeu de barres principal du T.G.B.T de protection du transformateur.

Le dispositif de protection et le parafoudre doivent être pourvus de contacts auxiliaires pour le report d'alarme.

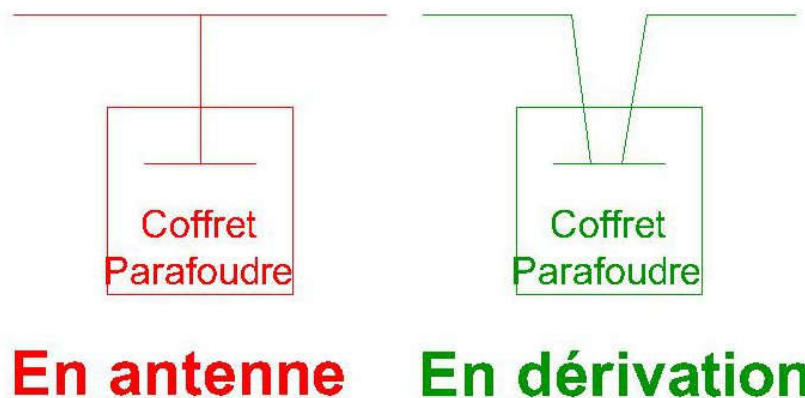
Le raccordement doit être réalisé de la manière la plus courte et la plus rectiligne possible conformément à la norme.

Enfin, il devra être compatible avec le régime de neutre du tableau concerné.

Son installation se fera dans un coffret dédié avec les caractéristiques suivantes :

Le mode de raccordement des câbles au coffret ne se fera pas en antenne mais en dérivation. Les deux modes de raccordement sont représentés ci-dessous :

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



La liaison entre les barres sur lesquels les câbles viennent se raccorder et les appareillages devra être la plus courte possible.

- Parafoudre de type II

Le parafoudre de type II doit être installé en aval du disjoncteur ou interrupteur principal du tableau concerné.

Le parafoudre doit être débouchable, muni d'une signalisation par voyant mécanique en face avant et d'un contact pour le report d'alarme à distance.

Le dispositif de protection doit être pourvu de contacts auxiliaires pour la signalisation du déclenchement.

Le raccordement doit être réalisé de la manière la plus courte et la plus rectiligne possible conformément à la norme.

Afin d'éviter une dégradation du TGBT ou du tableau électrique lorsque le parafoudre absorbe le courant d'impact foudre, il sera placé dans un coffret à proximité ou dans une niche cloisonnée.

## 4.8 ECLAIRAGE ET PRISE DE MAINTENANCE

Chaque tableau sera équipé d'un éclairage interne à LED sans dispositif d'amorçage, avec contact sur ouverture de chaque porte :

- en partie haute et avant de la cellule principale,
- dans la gaine à câbles.

Ils seront alimentés par le bornier domestique via un interrupteur différentiel équipé de blocs auxiliaires OF+OF/SD.

Une prise de maintenance modulaire, installée dans la gaine à câbles, complètera le dispositif.

## 4.9 ALIMENTATION 24VCC DES AUXILIAIRES

Lorsque les circuits auxiliaires seront alimentés par deux convertisseurs 230Vac/24Vcc, chacun à fournir, installer et raccorder, ils seront protégés par un disjoncteur dont le calibre sera définit dans l'étude préliminaire.

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

Un bilan de puissance des auxiliaires devra être effectué pour dimensionner les convertisseurs sachant qu'un seul convertisseur doit être capable de reprendre l'intégralité de la charge.

Ils seront mis en parallèle à l'aide d'un « OU » à diode (module de redondance) qui aura les caractéristiques suivantes :

- Chute de tension : 0,1 V ;
- Courant nominal : selon bilan de puissance ;
- Système de protection contre l'inversion de polarité ;
- Affichage du statut d'équilibrage ;
- IP20 ;
- 1 contact sec d'alarme de la perte d'une des alimentations ;
- 1 contact sec d'alarme de déséquilibre entre les alimentations.

Sur le circuit 24Vcc seront raccordées des protections électriques qui permettront d'assurer la distribution suivante :

- mesure (centrale de mesures et capteurs) nommée « 0Vcc-24Vcc Mesures » ;
- signalisation nommée « 0Vcc-24Vcc signalisation » ;
- test lampes nommé « 0Vcc-24Vcc test lampes » ;
- bobine MX nommée « 0Vcc-24Vcc MX » ;
- automate acquisition supervision nommé « 0Vcc-24Vcc supervision ».

## 4.10 PROTECTION ELECTRIQUE DES AUXILIAIRES

Le titulaire mettra en œuvre les appareillages adaptés pour une protection individuelle de tous les éléments constitutifs des circuits auxiliaires. Une liste non exhaustive de ces éléments est donnée ci-dessous :

- la ou les bobines MX ;
- le système d'acquisition de boucles sèches ;
- la centrale de mesures ;
- les afficheurs ;
- les voyants ;
- les relais de contrôle de phase ou de présence tension ;
- l'amont du convertisseur ;
- l'aval du convertisseur ;
- l'arrivée du tableau 24V (dans le tableau 24V et dans le tableau d'arrivée) ;
- ...



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

Ces protections seront de type modulaire C60H-DC bipolaires de calibre adapté, courbe C, et équipées d'un bloc de contacts auxiliaires iOF/SD+OF A9A26929 ou équivalent. La sélectivité entre ces protections et celle située en amont devra être totale.

## 4.11 BORNIERES

### 4.11.1 Caractéristiques

Les plages de raccordement d'arrivées du neutre seront dimensionnées en fonction des sections de câble calculées par le titulaire dans la note de calcul mais dans tous les cas au minimum de la même section que les phases.

Le rail DIN sur lequel sont installés les borniers sera orienté de façon à ce que l'on puisse intervenir aisément par la porte au niveau des bornes à l'aide de longs tournevis.

Le bornier « départs » sera constitué de bornes WAGO ou équivalent, de couleur adaptée à celle des fils, de sections nominales minimales de 6mm<sup>2</sup> et de type « languette à ressort » pour des sections inférieures à 25mm<sup>2</sup>. Au-delà, le titulaire mettra en œuvre des plages de raccordement protégées par des séparateurs et des plexiglas.

Les bornes destinées à de la télécommande/télésignalisation devront être équipées d'un système de sectionnement à couteau et point test.

Une borne vert/jaune à ressort sera prévue sur chaque départ pour le raccordement du conducteur de protection PE. Côté tableau un fil de cuivre V/J teinté dans la masse sera raccordé au collecteur de masse.

Pour chaque fonction, on distinguera un bornier repère distinct que l'entreprise devra mettre en œuvre selon la description suivante :

- les borniers dédiés à l'alimentation auxiliaire externe (repérage distinct avec étiquette rouge précisant "alimentation non coupée par DG ") ;
- les borniers internes propres aux fonctionnalités de l'armoire ;
- les borniers de contrôle/commande de chaque appareil ;
- les borniers dédiés aux mesures ;
- les borniers de puissance ;
- les borniers du neutre ;
- les borniers de mise à la terre ;
- les borniers du réseau de supervision Jbus RS485 ou Ethernet.

Tous les contacts secs d'information non utilisés seront également ramenés sur bornes.

Les borniers de raccordements seront accessibles de la face avant dans tous les cas.

Les borniers de distribution seront différenciés de la façon suivante :

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

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

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.

#### **4.11.2 Mise en œuvre**

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 » 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.

#### **Départs "réserve" BT**

Pour connaître les sections mises en œuvre, le contractant se référera au schéma unifilaire pour les départs câblés et considérera les liaisons suivantes pour les départs en réserve :

- 100 A : câble 1 x 70 mm<sup>2</sup> par pôle,
- 160 A : câble 1 x 120 mm<sup>2</sup> par pôle,
- 250 A : câble 1 x 185 mm<sup>2</sup> par pôle,
- 400 A : câble 2 x (1 x 185 mm<sup>2</sup>) par pôle.

#### **Départs "réserve" TBT (24 ou 48Vcc)**

Pour connaître les sections mises en œuvre, le contractant se référera au schéma unifilaire pour les départs câblés et considérera les liaisons suivantes pour les départs en réserve :

- 6 A : câble 2 x 25 mm<sup>2</sup>,
- 10 A : câble 2 x 35 mm<sup>2</sup>,
- 16 et 20 A : câble 1 x 70 mm<sup>2</sup> par pôle,
- 25 A : câble 1 x 95 mm<sup>2</sup> par pôle,
- 50 A : câble 1 x 185 mm<sup>2</sup> par pôle,
- 100 A : câble 2 x (1 x 185 mm<sup>2</sup>) par pôle.

### **4.12 ARRET D'URGENCE DES TABLEAUX**

Les « coups de poing » d'arrêt d'urgence seront rouges, à accrochage quart de tour (diamètre minimum 40 mm) et l'actionneur devra être protégé contre toute manœuvre non intentionnelle (collerette ou boîtier contre les déclenchements intempestifs).

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

Son action provoquera la mise hors tension du tableau en coupant tous les organes en tête de tableau, protection amont comprise. Il sera muni d'un contact de signalisation à disposition de la supervision ou ramené sur le module d'acquisition interne au tableau. Une commande déportée sera disponible sur un bornier spécifique.

Un voyant LED sera positionné en parallèle sur l'alimentation du déclencheur du coup de poing (normalement ouvert). La faible consommation du circuit ne devra pas être suffisante pour activer la ou les bobines MX.

Une étiquette indiquera clairement la présence électrique en amont de l'organe de tête lors de l'action du "coup de poing" d'arrêt d'urgence.

### 4.13 MISE EN PLACE

Les armoires et tableaux installés sur une dalle béton au-dessus d'un caniveau seront équipés d'un socle de 200mm qui sera fixé à la dalle.

Lorsque le CCTP stipule, pour des salles équipées de faux-plancher, la mise en place des tableaux sur des chaises, cette armature mécano-soudée sera réglable en hauteur pour ajustement et comprendra les cornières de soutien des dalles de faux-plancher sur sa périphérie. Le raccordement au réseau de masses sera nécessaire.

Les tableaux divisionnaires de type coffret seront fixés au mur aux 4 coins de l'enveloppe. Sauf cas particulier, les liaisons d'arrivées et de départs pénétreront par le bas. Un chemin de câble conforme aux SPEC sera mis en œuvre entre le bas du coffret et le faux-plancher (ou le caniveau).

### 4.14 SCHEMA

Un exemplaire du schéma du tableau ainsi que les notices des appareillages de mesure et de contrôle devront être disponibles dans une pochette à l'intérieur du tableau.

### 4.15 DISJONCTEURS MOTEURS, CONTACTEURS

Les disjoncteurs moteurs seront de type « magnétothermique » équipés de contacts de défaut et de position.

Les contacteurs et mini contacteurs seront toujours équipés, quel que soit le cas, d'un contact de position libre ramené sur bornes et d'un bloc antiparasite (RC).

### 4.16 RELAIS D'AUTOMATISMES ET OPTOCOUPLEURS

Dans le cadre de la mise en place de relais, l'entreprise devra prévoir des relais déconnectables sur socle, avec témoin de position.

Les relais et contacteurs ne produiront pas de parasites préjudiciables au bon fonctionnement des équipements radioélectriques.

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

Dans la conception des automatismes ou du tableau électrique, le titulaire devra éviter au maximum les relais alimentés en permanence tout en privilégiant la sécurité positive.

Des optocoupleurs seront mis en œuvre à chaque fois que cela est possible pour remplacer le relaiage.

## 4.17 LES CONTROLEURS PERMANENTS D'ISOLEMENT (CPI) ET LOCALISATEURS

### \* Le CPI :

Le CPI devra être adapté à un réseau dont les caractéristiques capacitives peuvent aller jusqu'à 500µF.

La mesure d'isolement ne devra pas être réalisée par une simple onde basse fréquence fixe mais par un signal codé dont la fréquence est auto-adaptée en fonction des perturbations du réseau.

Pour le signal de mesure ou le signal de recherche, l'appareil devra injecter un courant le plus faible possible (en fonction du réseau) et dans tous les cas, jamais supérieur à 10mA.

### \* Le localisateur :

Suivant le nombre de départs à surveiller, un ou plusieurs localisateurs seront installés sur chacun des tableaux à fournir. La surveillance sera réalisée par des tores de détection et ceci pour :

- chaque rangée de départs modulaires,
- chaque départ réalisé par appareillage de type boîtier moulé.

Le signal de recherche sera réglable et le réglage de base ne dépassera pas le courant de déclenchement d'une protection différentielle (15mA pour une protection calibrée à 30mA).

### \* Passerelle :

Le localisateur sera équipé d'une passerelle de communication (liaison JBus RS485 et/ou Ethernet) de type Socomec ALD590 et DLD460-12 ou équivalent.

## 4.18 VOYANTS

Pour chacun des tableaux, des voyants LED type TELEMECANIQUE XB5 ou équivalent seront installés en face avant de l'armoire et devront signaler :

- la présence tension de la (ou des) source (s) en amont de l'appareillage situé en tête de tableau (blanc) ;
- la présence tension sur le jeu de barres principal (blanc) ;
- la présence tension sur la liaison de couplage si elle existe (orange) ;
- la position et l'état des appareillages sectionneurs en tête de tableau (rouge : défaut, vert : fermé, blanc : présence tension) ;
- la position et l'état des appareillages débrochables de distribution du tableau (rouge : défaut, vert : fermé, blanc : présence tension, bleu : débroché) ;
- les défauts sur déclenchement par bobine MX (rouge).

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

La tension des voyants associés à un contact sec sera en 24Vcc avec un test lampes par bouton poussoir.

Les voyants de présence tension seront alimentés directement par le jeu de barres auquel ils seront asservis. Par conséquent ils seront protégés par un appareillage adapté (voir protection électrique des auxiliaires) et comme ils ne pourront être testés, ces voyants devront être obligatoirement à base de 3 LED (TRILED) en parallèle.

L'implantation exacte des voyants sur la porte pleine de la gaine à câbles sera déterminée lors de la conception des tableaux.

## 4.19 BOUTON DE TEST LAMPES

Un bouton poussoir de test des lampes sera systématiquement mis en place. Une diode anti-retour sera installée sur le 24Vcc test lampe pour chaque liaison allant se connecter en parallèle des voyants.

## 4.20 RELAIS DE CONTROLE DE PHASE

L'entreprise devra fournir, installer et câbler dans chaque cellule d'arrivée un relais électronique de contrôle tension phase et neutre de type CBM de chez ABB ou équivalent avec deux sorties contacts sec. Il permettra de surveiller :

- les niveaux de tension par le réglage des seuils bas et haut ;
- le sens de rotation des phases.

Il enverra l'information de défaut vers :

- 1 contact ramené sur le concentrateur de boucle sèche (pour supervision distante) ;
- 1 contact ramené sur un voyant en face avant du tableau.

Des relais de contrôle de phases sont à prévoir sur chacune des phases de chacune des arrivées de la cellule d'arrivée, ainsi que sur chacune des phases du jeu de barres principal en aval des appareillages de couplage.

S'il n'y a pas de couplage des relais de contrôle de phases sont à prévoir uniquement sur chacune des phases du jeu de barres principal en aval de l'appareillage de tête.

Le relais de contrôle de phases sera protégé par un disjoncteur spécifique. Le type sera justifié par note de calcul.

## 4.21 TRANSFORMATEURS D'INTENSITE (TI)

Le titulaire fournira, installera et raccordera des transformateurs d'intensité 5A (TI, classe de précision = 0.5) nécessaires au bon fonctionnement de la centrale de mesures (4 TI par centrale de mesures) et des afficheurs numériques (1 TI par afficheur numérique).

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

## 4.22 PROTECTION DES TRANSFORMATEURS D'INTENSITE (PTI)

Pour chaque transformateur d'intensité, le titulaire devra fournir, installer et raccorder des PTI au secondaire.

Ils seront câblés en fil souple HO7VK 2.5 mm<sup>2</sup> le plus court possible. Il sera prévu 4 TI + 4 PTI par centrale de mesures et 1 TI + 1 PTI par afficheur numérique.

Le PTI devra détecter en permanence la tension aux bornes du courant secondaire du TI. Au-delà d'une certaine valeur de tension pré définie, le PTI doit se fermer de façon automatique.

Lorsque les conditions normales sont restaurées, le PTI s'ouvre automatiquement.

Le PTI ne devra pas affecter les performances du TI et ne devra pas nécessiter d'une alimentation externe.

## 4.23 CENTRALE DE MESURES

Sur la porte de la gaine à câbles des cellules d'arrivées, l'entreprise fournira, installera et raccordera une centrale de mesures multifonction équipée de bornes de court-circuitage au format 96x96 pour surveiller les grandeurs électriques en valeurs efficaces vraies pour un réseau basse tension déséquilibré, de type Socomec DIRIS A41 ou équivalent.

Les grandeurs à mesurer seront :

- les courants de chaque phase et celui du neutre (en instantané, en moyenne et en maxi) sur une période programmable de 5 à 60 minutes ;
- les tensions simples et composées ;
- la fréquence en Hertz ;
- les puissances active, réactive et apparente par phase et totales (en instantané, en moyenne et en maxi) sur une période programmable de 5 à 60 minutes ;
- le facteur de puissance par phase et total avec la précision inductif ou capacitif ;
- l'analyse des harmoniques :
  - Mesure du courant dans le neutre via un TI spécifique,
  - Mesure des harmoniques : analyse en % par rang pour THD, I, U, V jusqu'au rang 15 et visualisation du THD I, U et V,

Le module de communication de la centrale de mesures utilisera le protocole Jbus sur Ethernet.

L'écran sera à cristaux liquides LCD rétro éclairé. L'alimentation se fera en 24VDC.

## 4.24 AFFICHEUR NUMERIQUE DES PARAMETRES DE COURANT

Sur la porte de la gaine à câbles des tableaux de distribution terminale, l'entreprise fournira installera et raccordera des ampèremètres numériques alternatifs pour chaque phase de type DIRIS Digiware DC ou équivalent avec les caractéristiques suivantes :

- dimension 72x36mm ;

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

- mesure RMS ;
- alimentation auxiliaire en 24VDC ;
- raccordement par transformateur de courant 5A ;
- affichage 4 digits ;
- classe de précision = 0.5.

## 4.25 ACCESSOIRES

Tous les équipements nécessaires au bon fonctionnement des tableaux (tels que : arrêt d'urgence, jeux de barres, relaying, borniers internes, plage de raccordement, cosses, attaches, boulonnerie, repérage ...) seront fournis et mis en place par le titulaire.

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

## 5 SPECIFICATIONS PARTICULIERES POUR LES TABLEAUX CONTINUS

Tous les éléments communs aux caractéristiques des armoires électriques ci-dessus devront être appliqués. Pour les circuits de puissance un soin particulier sera apporté pour limiter les chutes de tension.

### 5.1 TRANSDUCTEURS

Le titulaire fournira, installera et raccordera des transducteurs à effet Hall type HT80A de marque IMESYS ou équivalent, nécessaires au bon fonctionnement des afficheurs, qui éviteront les chutes de tension dans les shunts. Cet équipement devra posséder une précision de classe 1 minimum.

La mesure devra se faire sur le pôle actif.

### 5.2 AFFICHEURS

Sur la porte de la première gaine à câbles, l'entreprise fournira, installera et raccordera deux afficheurs en boîtier encastrable 48x96mm. Le premier sera destiné à la mesure de la tension et l'autre à celle du courant. L'affichage numérique sera supérieur ou égal à 18mm. L'affichage alphanumérique pourra être inférieur à l'affichage numérique sans être inférieure à 8mm. Le paramétrage par boutons poussoirs en face avant est admis. Ils seront livrés avec leur licence et leur logiciel de programmation. L'unité V et/ou A occupera un digit.

L'alimentation se fera en 24VDC.

### 5.3 RELAIS DE CONTROLE DE TENSION

L'entreprise devra fournir, installer et câbler un relais électronique de contrôle tension continu Schneider RM4UA32MW ou équivalent. Il permettra de surveiller les niveaux de tension par le réglage des seuils bas et haut. Il sera équipé de deux contacts pour chaque seuil et enverra les informations de défaut vers :

- Le voyant situé sur la gaine à câbles ;
- Le module d'acquisition en liaison avec la STS-NRJ.

Des relais de contrôle de tension sont à prévoir sur chacune des arrivées de l'armoire électrique, ainsi que sur le jeu de barres principal en aval des appareillages de couplage.

Le relais de contrôle de tension sera protégé par un disjoncteur spécifique.

### 5.4 DISTRIBUTION INTERNE

Si cela n'est pas précisé, le jeu de barres principal sera calibré à une valeur supérieure ou égale à la somme des organes de coupure en tête de tableau. Toutes les barres seront rigides et en cuivre nu. Le titulaire devra assurer la continuité électrique entre les cellules pour chacune de ces barres.

La répartition vers les protections modulaires inférieures à 40A se fera par l'intermédiaire de répartiteurs Multiclip monophasés 200A.



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

La section minimale de câblage entre le disjoncteur bipolaire et le bornier départ sera de 25mm². L'objectif qui sera recherché lors de la définition des sections des liaisons sera de minimiser les chutes de tension au sein de l'armoire électrique.

## 5.5 PROTECTION ELECTRIQUE

Les protections intermédiaires seront choisies en cohérence avec la puissance consommée par le circuit aval, et permettant d'obtenir une sélectivité totale avec les protections amont et aval.

La protection terminale d'un circuit monophasé sera composée d'un appareillage de protection décrit ci-dessous :

- type modulaire de type C60H-DC ou équivalent,
- calibre adapté au courant maximum admissible de l'élément de calibre nominal le plus faible du circuit,
- nombre de pôles : 2,
- nombre de pôles protégés : 2,
- courbe : C,
- auxiliaires : 1 contact OF + 1 contact OF/SD

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

## 6 LES ETAPES POUR UNE MISE EN SERVICE OPERATIONNEL

### 6.1 PRINCIPE

Un tableau sera susceptible d'être réceptionné si et seulement si les étapes ci-dessous sont passées et validées.

### 6.2 DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES

A partir des données décrites dans les spécifications (et présentées ci-dessus), on détermine précisément les caractéristiques voulues. Il ne doit y avoir aucune incertitude.

Le titulaire devra se baser sur le tableau suivant :

Caractéristiques du tableau	Données à remplir		
Dimensions totales (LxHxP) mm			
Nombre de cellules et dimension (LxHxP) mm			
Nombre de gaines à câbles et dimension (LxHxP)			
Forme	<input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b	
	<input type="checkbox"/> Autre :		
Degré de protection IP			
Indice de service IS	Exploitation	Maintenance	Evolution
	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 1
	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2
	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 3
Tension nominale (V)			
Intensité nominale (A)			
Icc3 (A)			
Icc1 (A)			
Régime de neutre	<input type="checkbox"/> IT <input type="checkbox"/> TNS <input type="checkbox"/> TNC		
Neutre distribué	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON		
Type de raccordement	Arrivée	Départ	
	<input type="checkbox"/> Bas <input type="checkbox"/> Haut <input type="checkbox"/> Avant <input type="checkbox"/> Arrière	<input type="checkbox"/> Bas <input type="checkbox"/> Haut <input type="checkbox"/> Avant <input type="checkbox"/> Arrière	
Connexion de puissance	<input type="checkbox"/> Direct <input type="checkbox"/> Sur bornes		

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

Quantité de réserve cellule d'arrivée	
30% de réserve cellule départ	<input type="checkbox"/> OUI <input type="checkbox"/> NON <input type="checkbox"/> Autre :
Valeur de tension d'alimentation des auxiliaires	<input type="checkbox"/> 24Vcc <input type="checkbox"/> 48Vcc <input type="checkbox"/> 230Vac <input type="checkbox"/> interne <input type="checkbox"/> externe
Fabricant d'origine et type	
Type de réseau DGAC	

## 6.3 ETUDE PRELIMINAIRE

Voir §2.4

## 6.4 RECETTE USINE AVANT CABLAGE

Elle a pour but de valider l'agencement des équipements présentés et les repérages associés.

Cette première vérification intervient en usine avant le câblage des armoires électriques, lorsque la totalité des appareillages sera disponible et montée. Les tableaux électriques présentés devront être conformes aux plans.

A ce stade, les percements des emplacements des matériels seront clairement identifiés.

Afin de valider les repérages, les synoptiques, les percements à réaliser sur la face avant il faudra représenter en taille réelle les appareillages à installer comme les voyants, la centrale de mesures, le bouton d'arrêt d'urgence etc....

## 6.5 RECETTE USINE APRES CABLAGE

La seconde vérification aura lieu également en usine lorsque les câblages des tableaux électriques seront achevés.

L'inspection de l'ensemble comprend l'examen de la conformité du câblage, les essais de bon fonctionnement électrique, la vérification du nombre, de la nature et du calibre des appareils.

Des fiches recettes pour les tableaux électriques seront fournies par le maître d'œuvre.

Un exemple est fourni ci-dessous :

Vérifications générales	CONFORME		Observations
	OUI	NON	
Déclaration de conformité Norme NF EN 61349-1 Norme NF EN 61349-2 Norme NFC 15-100			
Nomenclature			
Câblage selon plan			
Fixation des équipements			

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

Fixation des cheminements			
Jeux de barres			
Repérage des appareillages			
Conformité des calibres			
Réglage des calibres			
Repérage des conducteurs			
Contrôle des raccords, sertissages			
Couple de serrage			
Section des conducteurs			
Code couleur			
Conformité positionnement face avant			
Présence d'écrans de protection contre les contacts directs et indirects sur les parties sous tension			
Aspect : peinture, finition, nettoyage			

Vérifications de l'isolement	CONFORME		Observations
	OUI	NON	
Interconnexion des masses et des liaisons équipotentielles			
Tests diélectriques Tension d'essai de 2500V-50Hz pendant 1mn : <ul style="list-style-type: none"> <li>Entre toutes parties actives et les masses interconnectées</li> <li>Entre chaque pôle et tous les autres pôles raccordés pour cet essai aux masses interconnectés de l'ensemble</li> </ul>			Possibilité de faire les tests avant la date de la recette
Mesure d'isolement Tension appliquée d'au moins 500Vcc Valeur minimale : 1000Ω/V			

Vérifications mécanique	CONFORME		Observations
	OUI	NON	
Dispositifs de manutention			
Conformité IP ...			
Fonctionnement de tous les systèmes d'ouverture/fermeture			
Fonctionnement des systèmes débouchables			
Conformité forme ...			
Conformité IS...			
Contrôle des tensions principale et auxiliaires d'utilisation de chaque matériel (bobines, ampoules , etc ...)			
Plaque signalétique			

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

Vérifications électrique	CONFORME		Observations
	OUI	NON	
Manœuvre et réarmement des appareils de protection			
Câblage des informations sur concentrateur de boucle sèche			
Test de toutes les signalisations en face avant et sur le concentrateur de boucle sèche <ul style="list-style-type: none"> <li>• Test signalisation OF</li> <li>• Test signalisation SD</li> </ul>			
Test de toutes les commandes et AU			
Test de la centrale de mesure et des indicateurs avec fonctionnement en charge			

Vérifications auxiliaire	CONFORME		Observations
	OUI	NON	
Convertisseur 24Vcc			
OU a diode			
Conformité calibre			
Test signalisation OF			
Test signalisation SD			
Contrôle des raccords, sertissages, serrages			

## 6.6 VALIDATION FINALE USINE

Il s'agit de valider les modifications demandées lors de la phase de recette usine après câblage.

Cette étape finale devra intervenir rapidement et dans un délai maximum de 2 semaines.

Les conditions de ces vérifications seront les mêmes que celles des recettes usine précédentes.

## 6.7 RECETTE APRES INSTALLATION SUR SITE

La recette sur site a pour objectif de vérifier que le transport et l'installation sur site n'ont provoqué aucun dégât. Il s'agit aussi de vérifier le bon raccordement à l'existant.

Pour cela, la procédure recette sera identique à celle employée en usine après câblage et validation par un organisme agréé.

## 6.8 VALIDATION DE LA SUPERVISION

Il s'agit de vérifier tous les reports d'alarme sur la supervision de la centrale énergie.

Cette vérification se fera au même moment que les tests électriques.

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

## 6.9 VALIDATION PAR UN ORGANISME AGREE UTE

La totalité des installations devra être validée par un organisme agréé UTE avec notamment :

- le contrôle de la totalité des installations réalisées ;
- le contrôle du réglage des protections ;
- le contrôle des liaisons principales avant chaque mise sous tension ;
- le contrôle de la conformité des notes de calculs électriques.

## 6.10 FORMATION

Le contenu de la formation devra aborder obligatoirement les sujets tel que les équipements (puissance, contrôle/commande supervision et mesure) intégrés dans les tableaux électriques et les sources. Elle aura aussi pour but de permettre aux personnels ainsi formés de pouvoir réaliser facilement l'identification, et le remplacement de composants défectueux.

*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.

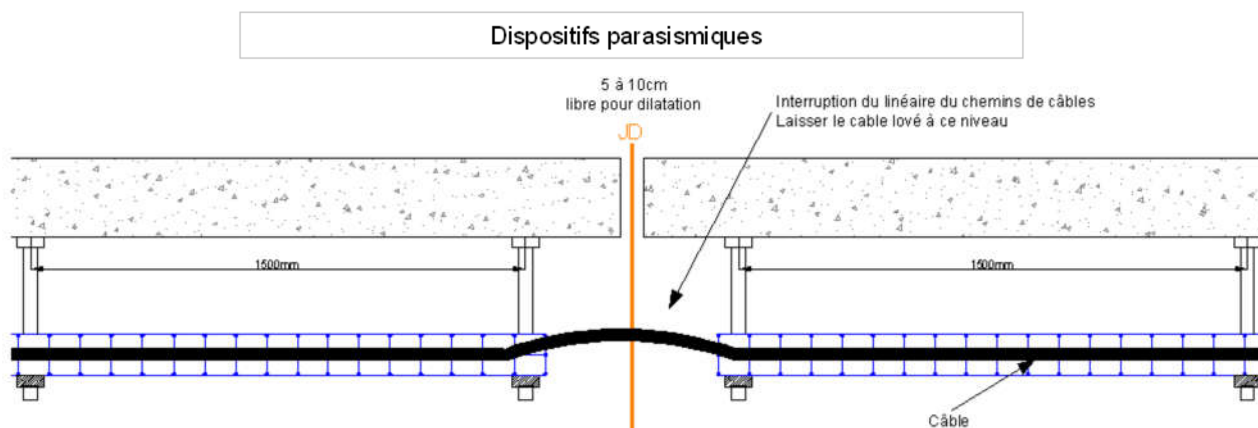
### 2.3.3 Particularités des dispositions parasismiques

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).

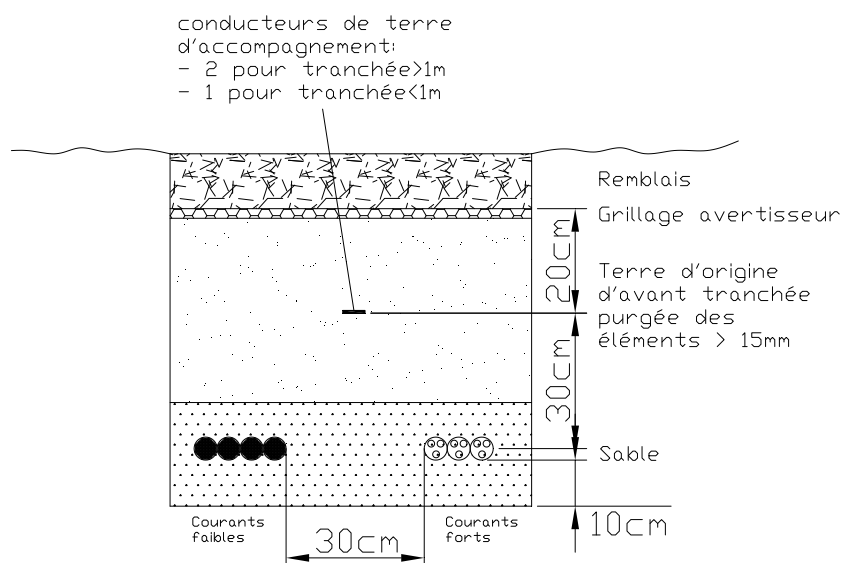
Les ouvertures de tranchées seront effectuées par des moyens manuels (à la pelle) en absence de plan de récolement ou à l'approche des conduits enterrés.

#### 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:

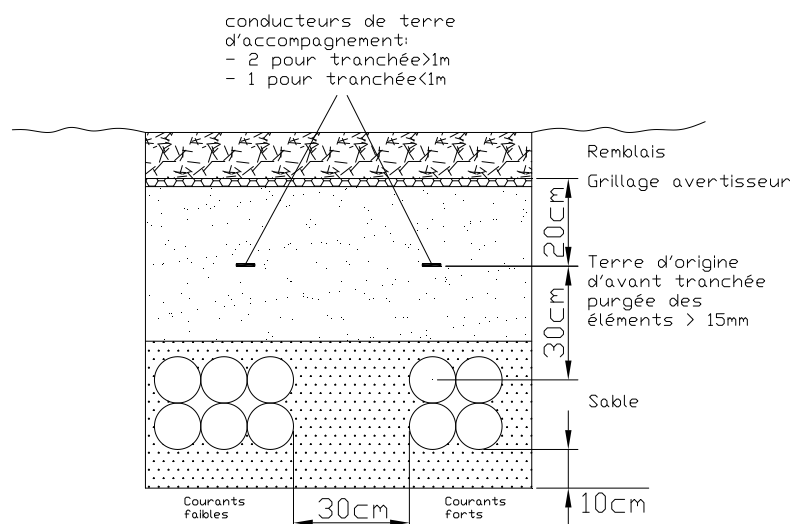


Le titulaire devra respecter les spécifications suivantes :

- 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.

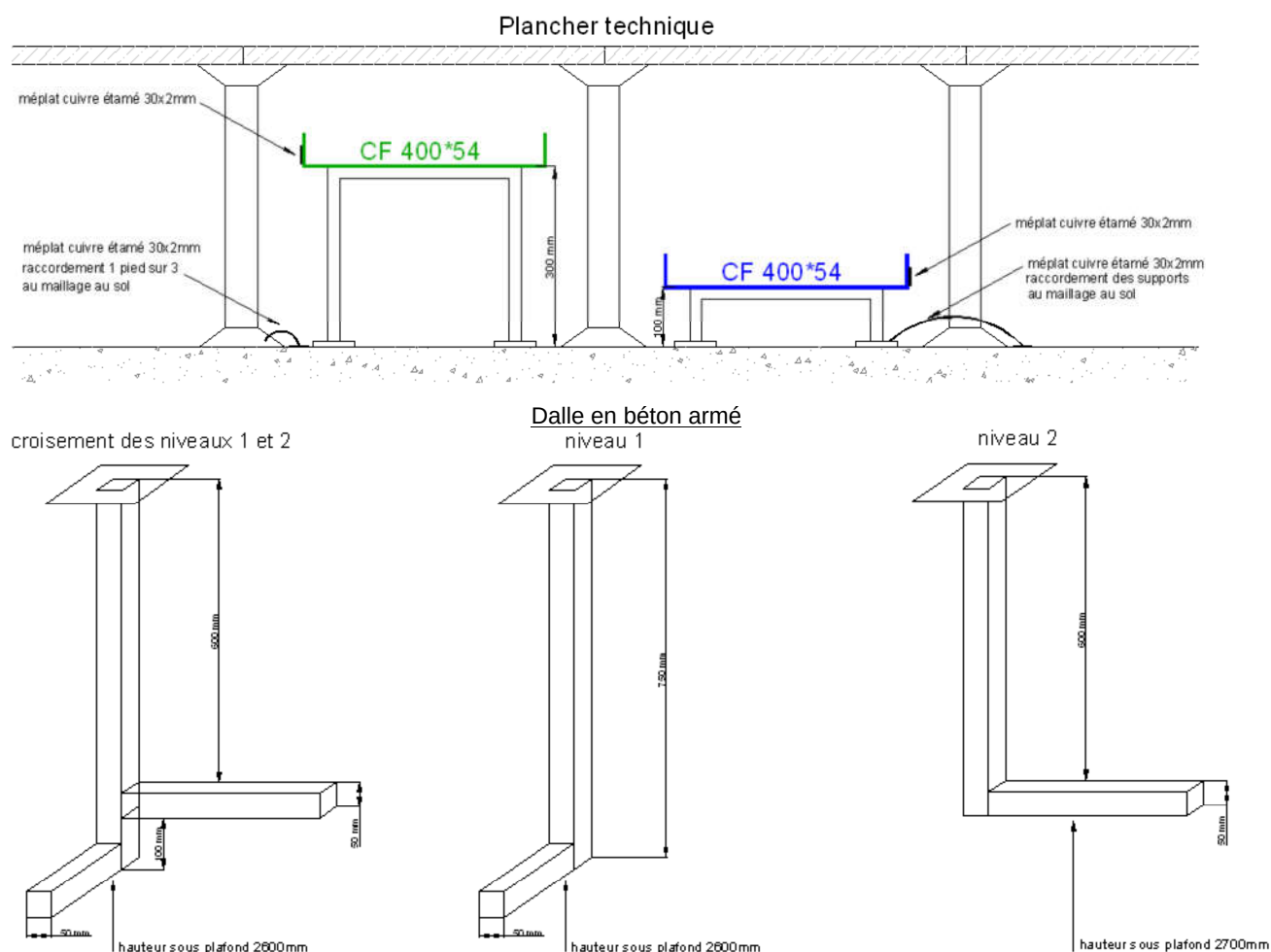
La fixation sera réalisée de préférence par des colliers métalliques INOX (exemple : collier type STB, marque Mécattraction) avec serrage mécanique à la pince de serrage (exemple : code 3763 Marque : TELENCO), adaptés au type de chemin de câbles.

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 teints 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.

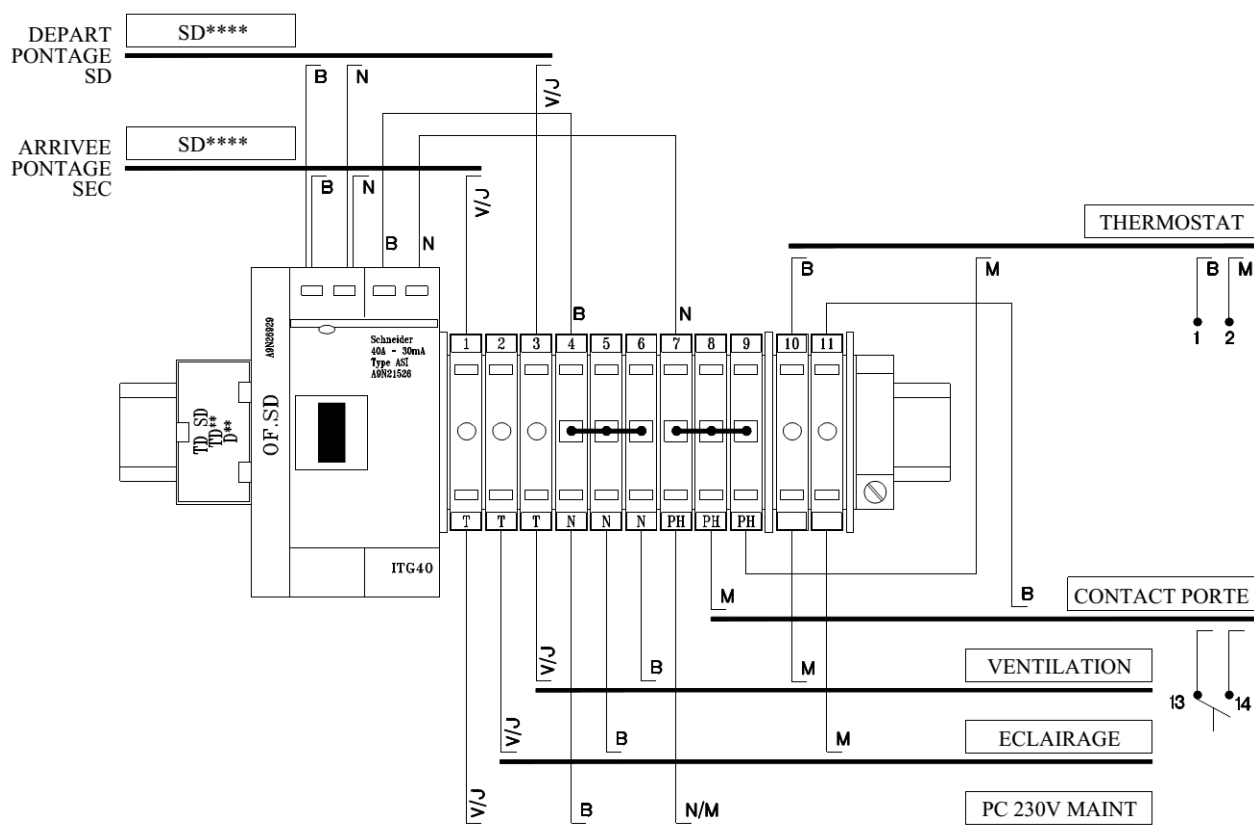
Chaque bandeau de prises 2P+T 230V est raccordé directement au bornier 230V SD décrit ci-dessous.

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.

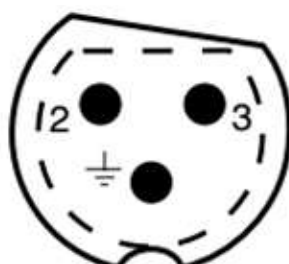
Les couleurs seront définies lors de la réunion d'ouverture de chantier.

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

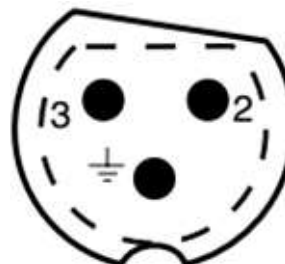
#### 4.4.6 Les prises 24 Vcc

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).

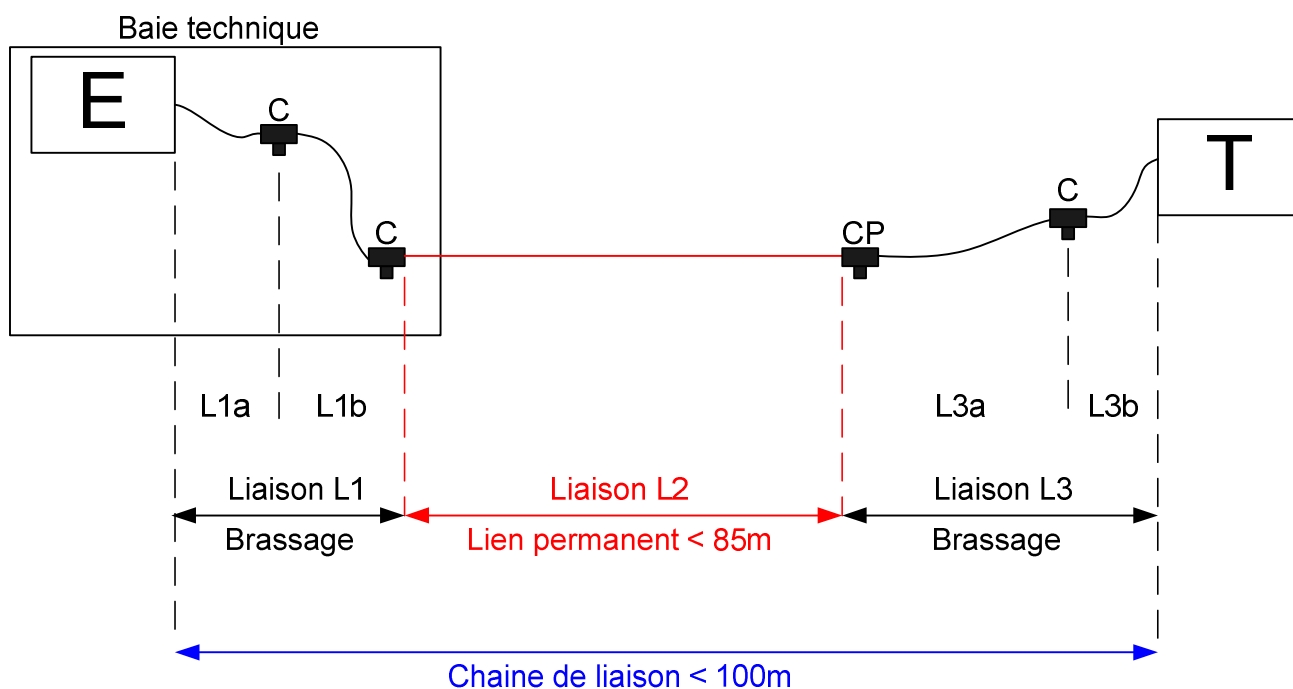
En absence de spécifications particulières au CCTP ou à la note technique, le titulaire prendra en compte le 10Gigabit.

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

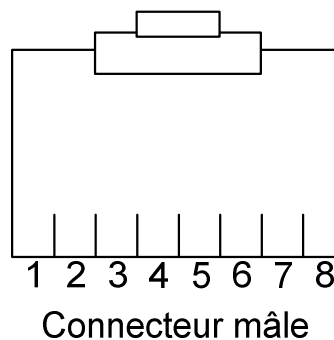
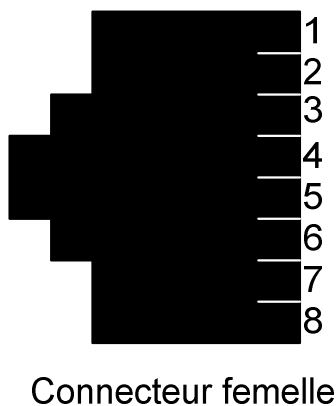
Ces principes de base seront à reproduire dans toutes les installations de l'aviation civile.

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

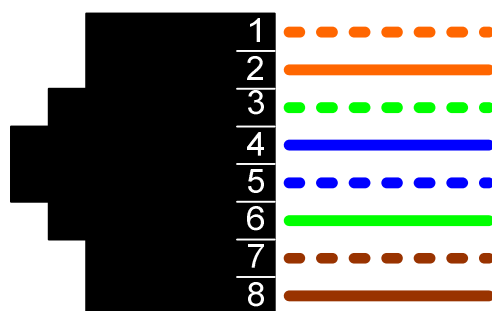
### 5.2.3 Câblage selon la norme EIA 568B

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 :

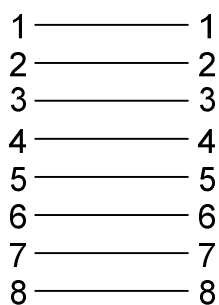


- 1 -> Blanc/Orange
- 2 -> Orange
- 3 -> Blanc/Vert
- 4 -> Bleu
- 5 -> Blanc/Bleu
- 6 -> Vert
- 7 -> Blanc/Marron
- 8 -> Marron

- Câblage droit (ou straight) :

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

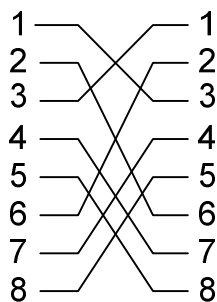
Chaque borne d'un connecteur est reliée à la borne analogue de l'autre connecteur selon le schéma suivant :



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.

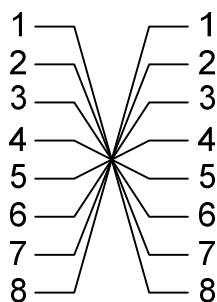


- Câblage inverseur (ou roll-over) :

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

#### COMPORTEMENT 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'ininflammabilité,
- 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.

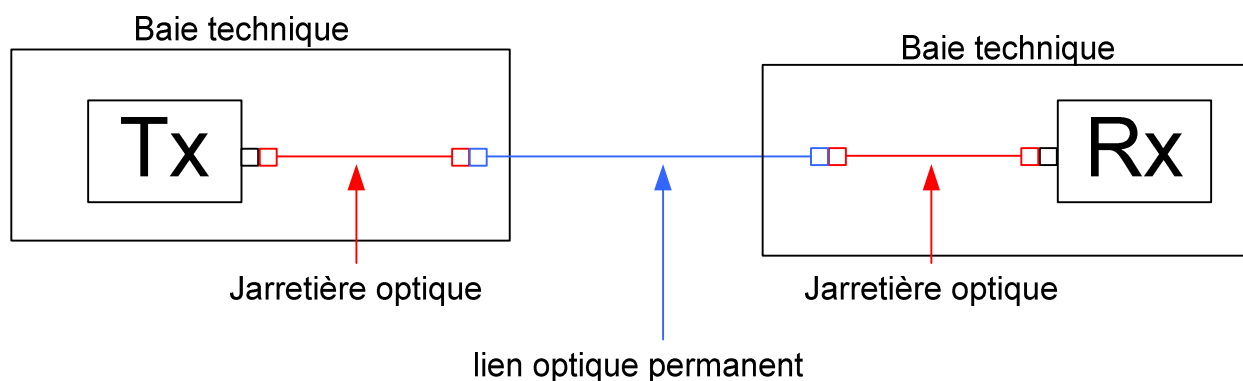
### 5.5.1 Présentation

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 :



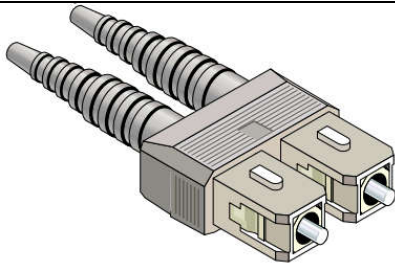

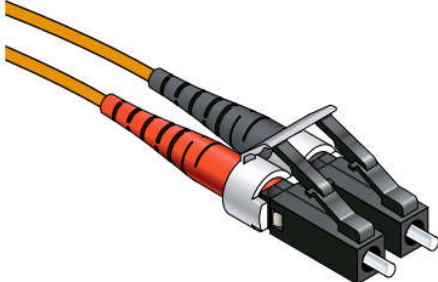
- Mode de verrouillage (type),
- Type de fêrle.

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 : 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.</b> <b>Dans une nouvelle installation monomode le type APC sera choisi.</b>	

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.