CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

ACCORD-CADRE DE TRAVAUX

Réalisation ou extension d'une infrastructure de câblage de classe EA supportant les très hauts débits pour la téléphonie et les applications informatiques

---

N° du CCTP : 21TXM004

Université Grenoble Alpes
1180 Avenue Centrale
CS 40700
38400 Saint Martin d'Hères

Table des matières

1 Généralités 4
1.1 Objectifs 4
1.2 Préliminaire 5
1.3 Confidentialité 5
1.4 Respect des règlements intérieurs 5
1.5 Documents à remettre au maître d'ouvrage 6
1.5.1 En même temps que la notification 6
1.5.2 À la fin des travaux 6
1.6 Travaux à la charge du titulaire 6
1.7 Visite de site avant chantier (exécution des bons de commande) 7
2 Spécifications techniques 7
2.1 Normes de réaction au feu 7
2.2 Performances attendues des liaisons 8
2.3 Composants du système de câblage 8
2.3.1 Câble « cuivre » 9
2.3.2 Connecteur RJ45 9
2.3.3 Panneau de brassage « RJ45 » 10
2.3.4 Prise terminale 10
2.3.5 Câble fibre optique 10
2.3.6 Connecteur optique 11
2.3.7 Panneau de brassage « optique » 12
2.3.8 Rocade multi-paires téléphonique 12
2.3.9 Panneau de brassage « téléphonique » 12
2.3.10 Baies et Coffrets 12
2.3.10.1 Baie de brassage 12
2.3.10.2 Coffret mural 14
2.3.11 Passe-câbles horizontal 14
2.3.12 Cordon de brassage « cuivre » 15
2.3.12.1 Cordon de brassage « informatique » 15
2.3.12.2 Cordon de brassage « téléphonie » 15
3 Règles d'ingénierie 16
3.1 Local de brassage 16
3.1.1 Emplacement du local de brassage 16
3.1.2 Desserte réseau du local de brassage 16
3.1.3 Caractéristiques du local de brassage 16
3.2 Caractéristiques générales d'un câblage structuré 16
3.3 Préconisations de mise en œuvre 17
3.3.1 Contraintes d'environnement électromagnétique (CEM) 17
3.3.1.1 Distance de séparation entre le système de câblage et les circuits électriques 17
3.3.1.2 Distance de séparation avec certaines sources d'interférences électromagnétiques 18
3.3.2 Cheminement des câbles 18
3.3.2.2 Goulottes 20
3.3.2.3 Gaines 21
3.3.3 Identification et repérage des liaisons 21
3.3.3.1 Identification des liaisons "cuivre" 21
3.3.3.2 Identification des liaisons optiques 22
3.3.4 Brassage des panneaux de brassage « RJ45 » 22
3.3.5 Protection contre les incendies 22

3.3.6 Organisation du réseau de terre....22
4 Recette technique....23
4.1 Contrôle visuel par rapport au cahier des charges....23
4.2 Tests statiques....23
4.3 Tests des liaisons....24
4.3.1 Tests des liaisons "cuivre"....24
4.3.2 Tests des liaisons optiques....25
4.3.3 Test des liaisons téléphoniques....26
4.4 Contrôle et suivi de chantier....26
4.5 Réception du chantier....26
4.6 Entrée en possession par le maître d'ouvrage....26
5 Garantie des composants et de la solution....27
5.1 Définition....27
5.2 Garantie des composants/système....27
5.3 Garantie des applications....27

1 Généralités

Le présent accord-cadre a pour intitulé « Réalisation ou extension d'une infrastructure de câblage de classe EA » dans le cadre de prestation VDI, il est décliné en 2 lots :

Lot 1 « extension d'une infrastructure de câblage de classe EA »
La maîtrise d'œuvre de l'opération est interne.

Il est entendu par « extension » que la zone à équiper est située dans un bâtiment bénéficiant d'un câblage banalisé existant et disposant d'une garantie constructeur pour lequel il conviendra d'en assurer la continuité.

Lot 2 « Réalisation/Extension/Réhabilitation d'une infrastructure de câblage de classe EA dans le cadre d'une opération globale de travaux »
La maîtrise d'œuvre de l'opération est interne ou externe.
Il est entendu par « réalisation » que la zone à équiper ne bénéficie actuellement pas d'un câblage répondant à ce cahier des charges.

Les sites géographiques concernés par le présent accord-cadre sont :

- Domaine universitaire (Saint Martin d'Hères / Gières) (38)
- Grenoble (38)
- Echirolles (38)
- La tronche (38)
- Meylan (38)
- Le col du Lautaret (05)
- L'école de physique des Houches (74)
- L'inspé de Chambéry (73)
- L'inspé de Bonneville (74)
- L'inspé de Valence (26)
- Le site de Briffaut Valence (26)
- Le site de Rabelais Valence (26)
- Le site de Latour-Maubourg Valence (26)
- L'IUT 2 de Valence (26)
- Le site de Mirabel (07)

Les sites existants concernés par le présent accord-cadre lot1 « extension d'une infrastructure de câblage de classe EA » représentent une infrastructure de câblage répartie de la sorte :

- 60% R&M
- 20% 3M
- 20% NEXANS

1.1 Objectifs

Le présent document concerne la conception, la fourniture, l'installation, et la réception d'un système de câblage banalisé de classe Ea selon l'ISO 11801-1:2017, associée à une garantie Systèmes et Applicative de 15 ans.

Ce système de câblage assurera le transport des applications voix, données, vidéo et contrôle, le tout de manière transparente jusqu'au 10GbE selon l'IEEE802.3an et au PoE type 4 classe 8 selon l'IEE802.3bt. Pour répondre aux besoins futurs, il devra permettre la réalisation aisée de la maintenance ainsi que d'éventuelles extensions.

1.2 Préliminaire

Dans tout ce qui suit, la mention C.C.T.P. signifiera Cahier des Clauses Techniques Particulières, c'est à dire le présent document.

Le non-respect des prescriptions du présent C.C.T.P. par le titulaire entraînera la reprise de l'installation. Les charges financières de réfection seront imputables au titulaire, y compris celles engendrées de ce fait aux autres corps de métiers.

Le titulaire nommera un responsable de contrat agissant pour son compte pendant la durée complète du projet. Il sera le point unique de contact avec le maître d'ouvrage afin d'assurer une bonne communication et une étroite collaboration. Les interventions seront exécutées sous la direction du titulaire qui doit se conformer strictement aux prescriptions du maître d'œuvre.

Le titulaire sera responsable de l'ensemble des personnels affectés par lui-même, par ses cotraitants et sous-traitants à la présente opération, en toute circonstance et pour quelque cause que ce soit. Il sera responsable des accidents et des vols du fait des personnels sous sa responsabilité. De même les dégâts de toute nature produits à l'occasion de l'exécution de ses travaux seront à sa charge. Le maître d'œuvre se réserve le droit d'interdire l'accès du chantier au personnel de chantier jugé par lui indésirable.

Le titulaire devra informer l'ensemble des personnels affectés à l'opération de la nature de l'environnement des sites d'intervention, après en avoir pris connaissance de sa propre initiative auprès du responsable local. Il devra adapter son intervention aux conditions d'environnement et ne pourra donc éluder les obligations du marché ni élever réclamation.

Le titulaire ne pourra se prévaloir, ni pour éluder les obligations du marché, ni pour élever réclamation, de l'exécution de travaux étrangers à l'entreprise à proximité de son lieu d'intervention.

1.3 Confidentialité

Le titulaire est tenu au secret professionnel. Il s'engage en particulier à n'utiliser les documents et informations fournis par le maître d'ouvrage que dans le cadre de cette présente consultation.

1.4 Respect des règlements intérieurs

Le titulaire est tenu de respecter le règlement intérieur du site dans toutes les phases du projet.

1.5 Documents à remettre au maître d'ouvrage

1.5.1 En même temps que la notification

Dans le cadre du lot 1, le titulaire devra fournir dans un délai maximum de deux semaines suite à la notification de l'accord-cadre

- Les notices techniques exhaustives des matériels proposés (câbles, modules de raccordement mâles et femelles, plastrons, panneaux, baies, etc.).
- Les certificats de conformité à la classe EA, en mode permanent link 3 points de coupure et Channel 4 points de coupure, conformément à la norme ISO/IEC 11801-1:2017, ainsi que les certificats des composants (câble, modules de raccordement) réalisés par un laboratoire accrédité et indépendant.

Dans le cadre du lot 2, le titulaire devra fournir dans un délai maximum de deux semaines suite à la notification des marchés subséquents :

- les certificats de conformité à la classe EA, en mode permanent link 3 points de coupure et Channel 4 points de coupure, conformément à la norme ISO/IEC 11801-1:2017, ainsi que les certificats des composants (câble, modules de raccordement) réalisés par un laboratoire accrédité et indépendant. Si ces éléments ont déjà été remis dans le cadre d'un précédent marché subséquent pour la marque proposée, il n'est pas nécessaire de les fournir à nouveau.
- les plans d'implantation des liaisons et des cheminements en version électronique au format PDF et DWG

1.5.2 À la fin des travaux

Le titulaire devra fournir dans un classeur intitulé « Documents des Ouvrages Exécutés », les documents suivants dans un délai maximum de deux semaines suite à la réception des travaux :

- Les plans de chaque niveau du bâtiment avec les implantations des prises banalisées et des chemins de câble. Les plans devront être fournis en version électronique au format PDF et DWG (avec un calque spécifique pour l'implantation des brises banalisées et l'implantation des chemins de câbles).
- un repérage sous forme de tableaux en version électronique au format compatible avec LibreOffice Calc (http://www.libreoffice.org/), comportant :
  - pour chaque numéro de liaison, l'identification de la pièce desservie par la prise terminale.
  - pour chaque pièce équipée, l'identification des liaisons qui la desservent.
- les notices techniques exhaustives des matériels installés.
- les relevés, au format PDF et brut, produits par les instruments de recette conformément au chapitre 4

1.6 Travaux à la charge du titulaire

Le titulaire devra inclure dans sa proposition tous les travaux et prestations qui le concernent et qui sont nécessaires pour assurer le parfait achèvement et le bon fonctionnement des ouvrages. En particulier sont à la charge du titulaire :

- l'intégration des fournitures et de la main d'œuvre y compris toutes sujétions de transport, de stockage, de manutention et de pose.
- la conservation des coupe-feux des cloisons et murs traversés par rebouchage.
- les percements, trous, scellements et les dispositifs particuliers à la traversée des parois.
- le garnissage de tous les percements qu'il a exécutés en respectant les dispositions constructives des bâtiments et en reconstituant le degré coupe-feu.
- les supports et les suspentes de toutes sortes.
- les peintures de finition et raccords des revêtements de surface existants modifiés ou altérés par

son intervention.
- les reprises d'étanchéité.
- les essais de mise au point indispensables afin de remettre l'installation en parfait état de fonctionnement et afin de la livrer conforme aux spécifications techniques et fonctionnelles du présent document.
- l'enlèvement de tout emballage, fourniture inutilisée, déchet de fourniture ou detravaux.
- l'établissement des documents.
- la participation aux opérations de réception.
- la garantie de ses installations (pièces, main d'œuvre et déplacements).

En aucune façon le titulaire ne pourra se prévaloir d'un manque de précision des plans et documents divers pour refuser l'exécution dans les conditions de base du marché, de l'ensemble ou d'une partie des installations nécessaires au parfait fonctionnement.

Au cours de la réalisation de l'opération, le titulaire devra s'assurer que les solutions techniques des autres corps d'état retenues lors du marché sont correctement mise en œuvre, notamment celles ayant une incidence sur l'installation du système de câblage.

A la moindre incertitude quant aux conditions d'exécution, le titulaire devra en référer au maître d'ouvrage pour une mise au point.

1.7 Visite de site avant chantier (exécution des bons de commande)

Pour chaque demande de travaux, le titulaire pourra procéder à une visite de site afin d'apprécier entre autres :
- les types des réseaux capillaires existants.
- les dimensions et encombrement des locaux et gaines techniques.
- les dimensions et longueurs à prendre en compte (cheminements, câbles, etc.).

Les informations collectées lui permettront de réaliser une solution complète et entièrement fonctionnelle, sans coût additionnel dû à des fournitures et/ou prestations non prévues. Dans la mesure du possible, le titulaire utilisera au mieux l'infrastructure existante. Si des cheminements (chemins de câbles, goulottes, etc.) sont manquants, incomplets ou sous dimensionnés, le titulaire devra évaluer le type, les quantités et le prix du matériel.

Le titulaire reconnaît avoir parfaitement apprécié sur place les servitudes propres à la situation, aux accès, voiries et aires de chantier.

Le titulaire contactera le référent de l'UGA pour obtenir l'horaire précis des visites et indiquer sa participation à l'une des visites.

Cette visite pourra être rendu obligatoire par le maître d'ouvrage, dans ce cas-là, il en informera le titulaire avant l'émission du bon de commande.

2 Spécifications techniques

2.1 Normes de réaction au feu

Le système de câblage posé doit être en conformité avec les règlements, directives et normes en vigueur en ce qui concerne la résistance et la réaction au feu en fonction de la classification *(type et catégorie)* du site.

A défaut de classification particulière du site, il est demandé au titulaire de mettre en œuvre un système de câblage répondant, au minimum, aux exigences de la classification Euroclasse Cca s1 d1 a1.

De manière générale, les règlements et normes de sécurité doivent obligatoirement être contrôlées et respectées par le titulaire et éventuellement réajustées avec la législation en vigueur en fonction de la classification du bâtiment.

2.2 Performances attendues des liaisons

Afin d'obtenir une solution capable de supporter des applications de Classe E_A, les performances attendues des chaînes de liaisons doivent être au minimum conformes aux performances de la norme ISO/IEC 11801-1:2017.

Le système de câblage sera conforme aux normes Européenne EN 50173-1 (composants & système), EN 55022 (CEM), ainsi qu'à la norme ISO/IEC 11801-1:2017.

Le système de câblage devra être compatible de bout en bout avec la norme IEEE 802.3af (POE type 1 Classe 1 à 3), IEEE 802.3at (POE type 2 Classe 4) et IEEE 802.3bt (POE type 3 et 4, classe 5 à 8), à savoir permettre la transmission de courant basse tension sur les liaisons de câble en cuivre.

Le titulaire fournira les certificats de conformité à la classe E_A, en mode Permanent Link 3 points de coupure et Channel 4 points de coupure, conformément à la norme ISO/IEC 11801-1:2017

Le système de câblage réalisé devra permettre de supporter tous les protocoles IEEE, EIA/TIA et ISO existants définis comme fonctionnant sur ce support et ce pour une durée minimale de 15 ans.

2.3 Composants du système de câblage

Tous les composants installés seront neufs et certifiés au minimum de catégorie 6a par un laboratoire accrédité et indépendant, au sens de la norme ISO/IEC 11801-1:2017. Ils devront présenter toutes les garanties de bon fonctionnement.

La catégorie du lien complet sera celle du composant de la catégorie la plus faible.

Les composants devront autoriser les compatibilités transversales (Cat6a femelle / cordon Cat6a) avec garantie de performances Classe EA sur l'ensemble selon l'IEC 60603-7-51 (Composants Reembedded)

Ils devront aussi assurer les compatibilités descendantes (Backward Compatibility – Cat6a femelle et cordons Cat6 ou Cat5e) avec garantie de performances Classes D ou E sur l'ensemble de la liaison.

Le titulaire a l'obligation de fournir une chaîne de liaison composée d'éléments de qualité homogène d'un seul constructeur, entraînant une garantie constructeur complète "Permanent Link" de classe E_A d'une durée minimale de 15 ans sur le système.

2.3.1 Câble « cuivre »

La distribution "cuivre" sera réalisée à partir de câbles S/FTP de catégorie 6A à minima telle que définie par le standard ANSI/TIA-568-C.2 comprenant 4 paires torsadées monobrins d'impédance caractéristique de 100 Ohms, une tresse générale et un écran individuel par paire.

Les câbles seront au minimum de catégorie 6A telle que définie par le standard ANSI/TIA-568-C.2 et permettront d'atteindre au minimum les performances « Permanent Link PL2 » de la **classe E_A** telles que décrites dans la norme ISO/IEC 11801-1:2017

La gaine extérieure sera d'une couleur autre que noire afin de limiter les confusions avec des câbles électriques.

A défaut de classification particulière du site, il est demandé au titulaire de mettre en œuvre un câble répondant, au minimum, aux exigences de la classification Euroclasse Cca s1 d1 a1.

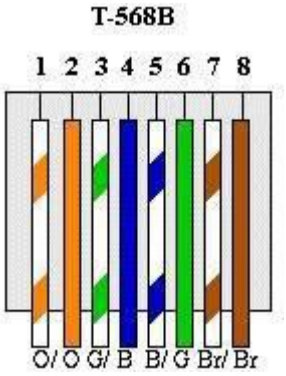
Le titulaire devra fournir :

- les certificats de conformité des performances de classe E_A du câble selon la norme ISO/IEC 11801-1:2017, réalisés par un laboratoire de test accrédité et indépendant.
- la déclaration de performance (DOP) indiquant la classification des caractéristiques de réaction au feu des câbles.
- la fiche technique du câble, indiquant entre autre la vitesse nominale de propagation du câble (N.V.P.).

2.3.2 Connecteur RJ45

Le connecteur retenu sera de type RJ45 en conformité avec la norme IEC 60603-7-51, identique aux deux extrémités du câble des distributions verticales et horizontales (prise terminale et panneau de brassage) et aura les caractéristiques suivantes :

- avoir les performances de la catégorie 6A selon la norme IEC 60603-7-51 (connecteurs RJ45 Blindés).
- Chaque connecteur est testé individuellement par le constructeur.
- Compatible avec la norme IEEE 802.3af (POE type 1 classe 0 à 3), IEEE 802.3at (POE type 2 classe 4) et IEEE 802.3bt (POE type 3 et 4, classe de 5 à 8), à savoir permettre la transmission de courant basse tension sur les liaisons de câble en cuivre.
- Certifié IEC 60512-99-001, à savoir la capacité des connecteurs à supporter les déconnexions en charge sous POE et POE+.
- un capot de blindage métallique (et non en plastique métallisé) permettant la reprise de l'écran du câble à 360°. Les peintures métalliques sont interdites.
- les fourches arrières des connexions auto-dénudantes devront être protégées afin d'éviter leur déformation lors de la mise en œuvre.
- un volet de protection (sur le connecteur ou le plastron).
- la configuration des connexions des paires se fera selon le mode de raccordement T568B et les préconisations du fabricant. Le repérage numérique et de couleur reprenant la convention de câblage figurera sur le noyau RJ45.
    - La configuration des connexions doit être unique sur l'ensemble du bâtiment. Ainsi, si le site a été préalablement câblé, les extensions se feront selon le mode de raccordement préalablement mis en œuvre.



Le titulaire devra fournir :

- les certificats de conformité, réalisés par un laboratoire accrédité et indépendant, aux normes ISO/IEC 11801-1:2017 et IEC 60512-99-01 des connecteurs RJ45.
- la fiche technique des connecteurs RJ45

2.3.3 Panneau de brassage « RJ45 »

Les panneaux de brassage "RJ45" seront dimensionnés selon le standard 19 pouces pour permettre leur installation dans les baies, et seront d'une hauteur maximale de 1U.

Ils devront pouvoir accueillir 24 connecteurs RJ45 ou 48 connecteurs RJ45 dans le cas de besoins spécifiques et permettre la mise à la masse automatique de chaque connecteur.

Ils devront permettre l'arrimage des câbles sans contrainte excessive sur chacun des câbles.

Chaque emplacement de connecteur sera numéroté de manière indélébile (1 à 48 pour 2 panneaux 24 connecteurs), qu'il soit vide ou occupé.

Le panneau de brassage sera du même constructeur que le système de câblage et devra être adapté aux connecteurs RJ45 (chapitre 2.3.2) du système de câblage.

Le titulaire devra fournir la fiche technique des panneaux de brassage "RJ45".

2.3.4 Prise terminale

Les prises au niveau du poste de travail seront installées en goulotte *(dans la partie centrale en goulotte triple compartiments)* ou en boîtier. Les plastrons utilisés pour les prises terminales seront au format 45mm par 45mm.

Les prises disposeront d'un volet de protection mobile. Le volet pourra être sur le connecteur ou le plastron.

Les prises seront également équipées d'un système de marquage et d'identification des connecteurs. Un volet de protection transparent amovible protègera l'étiquette d'identification (conforme au chapitre 3.3.3.1). Les étiquettes non protégées ne seront pas acceptées.

La couleur des plastrons et/ou goulotte sera blanche sauf spécification contraire écrite par le maître d'œuvre.

Le titulaire devra fournir la fiche technique des prises terminales.

2.3.5 Câble fibre optique

Chaque liaison optique sera dimensionnée par le maître d'ouvrage. Elle ne devra en aucun cas être composée de moins de 12 brins connectés à chaque extrémité dans un tiroir optique.

Il est indispensable que le type de fibre optique choisi réponde 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.).

Sauf spécification du maître d'ouvrage, la fibre optique posée pour des liaisons internes inférieures à 400 mètres sera de type multimode 50/125 µm OM4, ou de type monomode 9/125 µm OS2 si la distance est supérieure à 400 mètres. Cette distance de 400 mètre est fixée par rapport à la distance maximum théorique de 550 mètre pour l'application 10Gbps en intégrant une marge de sécurité pour pallier aux éventuelles pertes notamment des points de coupure.

Chaque brin aura une gaine d'une couleur différente afin de permettre son identification lors du raccordement et respectera le code couleur TIA-598-B rappelé dans le tableau ci-après :

Numéro du brin	Couleur
1	Bleu
2	Orange
3	Vert
4	Marron
5	Gris
6	Blanc
7	Rouge
8	Noir
9	Jaune
10	Violet
11	Rose
12	Turquoise

Le câble sera de construction diélectrique et ne contiendra aucun élément métallique.

La gaine extérieure sera d'une couleur autre que noire, ou sinon disposer d'un marquage explicite et visible permettant de déterminer son usage, afin de limiter les confusions avec des câbles électriques.

A défaut de classification particulière du site, il est demandé au titulaire de mettre en œuvre un câble répondant, au minimum, aux exigences de la classification Euroclasse Cca s1 d1 a1.

La fibre optique sera conforme aux normes EN 50173 et ISO/IEC 11801-1:2017 et aura les caractéristiques suivantes :

- Fibre multimode à gradient d'indice :
  - Diamètre : 50/125 µm
  - Performance : OM4 selon les normes IEC 60793-2-10
  - Caractéristiques mécaniques conforme à la norme IEC 60794-1
- Fibre monomode à saut d'indice :
  - Diamètre : 9/125 µm
  - Performance : OS2 selon les normes IEC 60793-2-50
  - Caractéristiques mécaniques conforme à la norme IEC 60794-1

Une sur-longueur de 3 mètres doit être lovée au niveau des locaux VDI (si possible sur un montant latéral arrière de la baie).

Le titulaire devra fournir la fiche technique du câble.

2.3.6 Connecteur optique

Les connecteurs optiques utilisés seront à férule et pourront être de type LC pour les fibres multimode et LC-APC pour les fibres monomode (connecteurs de couleur verte) ou SC pour les fibres multimode et SC-APC pour les fibres monomode (connecteurs de couleur verte).

2.3.7 Panneau de brassage « optique »

Les panneaux de brassage optique seront dimensionnés selon le standard 19 pouces pour permettre leur installation dans les baies.

Ils devront pouvoir accueillir jusqu'à 24 traversées optiques LC duplex ou SC duplex.

Ils seront coulissants afin de permettre des interventions sans démontage.

Le titulaire devra fournir la fiche technique des panneaux de brassage "optique".

2.3.8 Rocade multi-paires téléphonique

En complément du système de câblage banalisé, il peut être nécessaire de disposer de rocades multi-paires SYT1 6/10^{e} destinés à transporter des applications téléphoniques entre 2 locaux VDI.

Ces rocades seront de catégorie 3 et composées de 56 paires ou de 112 paires en fonction de la demande. L'impédance caractéristique sera de 100 Ohms.

Une sur-longueur de 3 mètre doit être lovée au niveau des locaux VDI (si possible sur un montant latéral arrière de la baie).

Les rocades téléphoniques seront disposées dans les cheminements horizontaux et verticaux réservés aux courants faibles en utilisant un bord intérieur du cheminement afin d'être différencié des câbles réseaux VDI, et être maintenus par un système d'attache.

2.3.9 Panneau de brassage « téléphonique »

Dans le cas du raccordement d'une rocade uniquement destinée à la téléphonie, en câble multi paires "cuivre", les panneaux de brassage RJ45 seront dimensionnés selon le standard 19 pouces, seront d'une hauteur maximale de 1U et comporteront au moins 56 connecteurs RJ45.

Les emplacements 4 et 5 de chacun des connecteurs RJ45 serviront pour le raccordement d'une des paires du câble "cuivre".

Chaque emplacement de connecteur sera numéroté de manière indélébile, qu'il soit vide ou occupé, les emplacements non équipés de connecteurs seront munis d'un obturateur amovible.

Chaque panneau devra disposer d'une étiquette permettant d'identifier la rocade téléphonique et le local de provenance.

2.3.10 Baies et Coffrets

Afin de pouvoir répondre aux futurs besoins d'extension, il est fortement préconisé de n'utiliser que des baies. L'usage de coffrets muraux ne devrait se faire qu'en cas d'impossibilité physique de poser une baie.

2.3.10.1 Baie de brassage

Les baies seront installées dans le local technique du bâtiment et **positionnées de façon à disposer d'un espace de circulation d'un mètre autour des baies (avant, arrière et flancs). Cette circulation doit être respectée afin de ne pas compromettre toute extension du système de câblage ou toute manutention de la baie.**

Selon les spécifications du maître d'œuvre, le local technique peut être équipé d'une ou plusieurs baies. Si plusieurs baies sont installées, elles seront mécaniquement assemblées par les côtés (à l'avant et à l'arrière) à l'aide d'un kit de fixation prévu par le fabricant de la baie.

Les baies seront entièrement métalliques, équipées de deux châssis au standard 19 pouces (avant et arrière) prévus pour l'utilisation d'écrous cage carrés standard et disposer de passe-câbles verticaux à l'avant et à l'arrière.

La porte avant et la porte arrière de chaque baie seront en acier montées sur charnières et disposant de perforations (*type nid d'abeilles*) pour permettre une ventilation naturelle.

Le toit devra également disposer de perforations pour contribuer à la ventilation naturelle.

Les panneaux latéraux seront amovibles afin de permettre un accès aisé aux équipements installés dans la baie.

Le châssis de la baie devra être relié à la terre au moyen d'un conducteur vert/jaune de 6 mm² de section au minimum. Si la mesure de la valeur de terre est supérieure à 5 ohms, un lien direct vers la terre du bâtiment devra être créé au moyen d'un conducteur de 16 mm² de section auminimum.

La connexion de terre devra également être réalisée entre toutes les baies installées. Les groupes de baies devront être reliés à une barrette de terre directement connectée à la terre du bâtiment.

Chaque panneau devra être relié au collecteur de masse de la baie au moyen d'un conducteur séparé.

Un bandeau 19'' de 8 prises UTE sera installé en bas de la baie et alimenté électriquement sur l'une des 2 boites type plexo directement au pied des baies. (cf 3.1.3)

Sauf spécification particulière, **chaque baie sera de dimensions 800 mm par 800 mm et de 42 unités de hauteur (notées 42U). Elle devra avoir une capacité de charge d'au minimum 400 kg.**

Chaque baie de brassage pourra être équipée :

- de panneaux de brassage « RJ45 » comme définis au chapitre 2.3.3
- de panneaux de brassage « optique » comme définis au chapitre 2.3.7
- de panneaux de brassage « téléphonique » comme définis au chapitre 2.3.9
- de passe-câbles horizontaux comme définis au chapitre 2.3.11
- d'équipements actifs (commutateurs réseaux, autocommutateurs, onduleur,…)
- de bandeaux de prises (8 prises UTE)
- de 2 chemins de câbles en fils d'acier soudés (« treillis métalliques »), d'une largeur d'au moins 200mm, fixés latéralement à l'arrière de la baie.

Le titulaire devra fournir la fiche technique de la baie.

Un synoptique de chaque baie sera fourni par la DGDSI décrivant la position de tous les éléments précités à mettre en place. Il représente le document de référence.

2.3.10.2 Coffret mural

Le recours à un coffret mural ne devrait se faire qu'en cas d'impossibilité technique de pouvoir installer une baie.

Le coffret sera installé dans le local technique du bâtiment et **positionné de façon à disposer d'un espace de travail d'un mètre autour coffret (face avant, flancs, au-dessus et au-dessous).** Cet espace de travail doit être respecté afin de ne pas compromettre toute extension du système de câblage ou toute manutention de la baie.

Le coffret sera entièrement métallique équipé de montants 19'' réglables en profondeur et prévus pour l'utilisation d'écrous cage carrés standard.
La porte avant du coffret sera réversible.

Les panneaux latéraux du coffret seront amovibles afin de permettre un accès aisé aux équipements installés dans le coffret et disposer de perforations pour contribuer à la ventilation naturelle

Le châssis du coffret devra être relié à la terre au moyen d'un conducteur vert/jaune de 6 mm² de section au minimum. Si la mesure de la valeur de terre est supérieure à 5 ohms, un lien direct vers la terre du bâtiment devra être créé au moyen d'un conducteur de 16 mm² de section auminimum.
Chaque panneau devra être relié au collecteur de masse de la baie au moyen d'un conducteur séparé.

Un bandeau 19'' de 8 prises UTE sera installé en bas du coffret et alimenté électriquement.

Sauf spécification particulière, chaque coffret sera de dimensions 600 mm par 600 mm et de 18 unités de hauteur (notées 18U).

Chaque coffret pourra être équipé :

- de panneaux de brassage « RJ45 » comme définis au chapitre 2.3.3
- de panneaux de brassage « optique » comme définis au chapitre 2.3.7
- de panneaux de brassage « téléphonique » comme définis au chapitre 2.3.9
- de passe-câbles horizontaux comme définis au chapitre 2.3.11.
- d'équipements actifs (commutateurs réseaux, autocommutateurs, onduleur,…)
- d'un bandeau de prise (au moins 8 prises UTE)

Le titulaire devra fournir la fiche technique du coffret.

2.3.11 Passe-câbles horizontal

Il sera prévu un passe-câbles par panneau de brassage.

Les passe-câbles cordons seront métalliques et dimensionnés selon le standard 19 pouces. Ils devront comporter au minimum 5 anneaux métalliques.

3 tailles de passe-câbles horizontal devront être possibles :

- hauteur de 1U et d'une profondeur de 1U.
- hauteur de 1U et d'une profondeur de 2U.
- hauteur de 2U et d'une profondeur de 2U.

Le nombre de passe-câbles horizontal et leur taille seront explicitement spécifiés pour chaque chantier et mentionnés sur un synoptique de baie.

Le titulaire devra fournir la fiche technique du passe-câbles.

2.3.12 Cordon de brassage « cuivre »

2.3.12.1 Cordon de brassage « informatique »

Les cordons de brassage seront certifiés au minimum de catégorie 6a selon la norme ISO/IEC 11801-1:2017

Chaque cordon catégorie 6a sera de type S/FTP, composé de 4 paires torsadées d'impédance caractéristique de 100 Ohms et sera équipé d'un connecteur RJ45 à chaque extrémité.

Il devra permettre la continuité du lien "Permanent Link Classe E_A".

La gaine extérieure sera, de préférence, de couleur blanche ou grise (dans tous les cas, différente de bleue).

Pour des besoins spécifiques de baie haute densité, chaque cordon de catégorie 6a sera :

- blindé de type U/FTP
- composé de 4 paires torsadées d'impédance caractéristique de 100 Ohms
- équipé d'un connecteur RJ45 à chaque extrémité.
- d'un diamètre global du câble maximum de 4.7 mm
- d'une taille maximum AWG de 30
- d'un matériau de gaine LSZH

Le titulaire devra fournir :

- le certificat de conformité des performances de catégorie 6a des cordons selon la norme ISO/IEC 11801-1:2017, réalisé par un laboratoire de test accrédité et indépendant.
- la fiche technique des cordons.

Le maitre d'œuvre validera le cordon proposé avant chaque chantier.

2.3.12.2 Cordon de brassage « téléphonie »

Ces cordons seront au minimum de catégorie 3, la gaine extérieure sera de couleur bleue afin de les différencier des autres câbles de l'installation (la couleur bleue étant exclusivement dédiée à la téléphonie).

Chaque cordon sera composé d'un câble 1 paire d'impédance caractéristique de 100 Ohms et sera équipé à chaque extrémité d'un connecteur RJ45. La paire sera raccordée sur les positions 4 et 5 de chacun des connecteurs RJ45.

La longueur et le nombre de cordons de brassage « téléphonie » sera explicitement spécifié pour chaque chantier. L'absence de mention de cordon de brassage « téléphonie » dans la description du chantier signifiera que le titulaire n'aura aucun cordon de brassage « téléphonie » à fournir pour le chantier.

Le titulaire devra fournir la fiche technique des cordons.

3 Règles d'ingénierie

L'installation doit être réalisée suivant les prescriptions des lois, décrets, arrêtés et circulaires en vigueur, suivant le présent C.C.T.P. et suivant les règles de l'art.

3.1 Local de brassage

3.1.1 Emplacement du local de brassage

Il sera choisi de manière à pouvoir desservir directement toutes les prises du bâtiment en respectant une longueur maximale de liaison de 90 mètres.

A défaut, de pouvoir desservir l'ensemble du bâtiment à partir d'un seul local de brassage, plusieurs locaux de brassage devront être judicieusement implantés dans le bâtiment.

3.1.2 Desserte réseau du local de brassage

Si une arrivée réseau (optique et/ou cuivre) existe déjà dans le bâtiment à un endroit différent du local de brassage prévu dans le cadre du présent chantier, il conviendra de construire une liaison entre cette arrivée et le local de brassage.

S'il n'y a aucune arrivée réseau, elle devra être créée (optique et/ou cuivre, à définir par le maître d'ouvrage) et amenée directement dans le local de brassage.

Chaque liaison, prolongée ou créée, devra être raccordée aux deux extrémités à des équipements conformes aux prescriptions du présent C.C.T.P.

3.1.3 Caractéristiques du local de brassage

Chaque local de brassage devra :

- avoir une hauteur sous plafond de 2,3m minimum
- posséder un éclairage à l'avant et à l'arrière de la baie
- ne pas présenter de faux-plafond
- posséder une température comprise entre 0°C et 28°C (air pulsé ou climatisation, sans que ces appareils ne soient à l'aplomb des baies) et permettant une dissipation thermique adéquate des matériels présents dans la baie. Selon la configuration des baies un estimatif sera donné par la DGDSI de l'UGA.
- posséder une hygrométrie du local comprise entre 10% et 70% d'humidité relative, sans condensation.
- présenter une porte d'accès donnant sur le couloir de circulation (et non dans une salle).
- posséder 2 circuits électriques de 16A distincts directement du tableau électrique arrivant dans des boites électriques type plexo directement au pied des baies.

3.2 Caractéristiques générales d'un câblage structuré

Le système de câblage mis en place doit être :

- ***Reconfigurable :*** Les configurations et reconfigurations topologiques à réaliser suivant les réseaux doivent pouvoir être effectuées de manière rapide, économique et sans modification structurelle du câblage.
- ***Banalisé :*** Les câbles de distribution, les prises et leurs conventions de raccordement doivent être identiques en tous points du site, quels que soient les topologies et les types de réseaux devant être supportés. Tous les liens du système de câblage seront capables de supporter toutes les applications normalisées, ce qui leur confère le caractère banalisé, garant d'une exploitation diversifiée adaptée à la variété des usages possibles.

- ***Universel :*** L'infrastructure est adaptable au transport de tous les types d'informations (voix, données, images, etc.). Pour ce faire ses composants doivent avoir des performances de transmission au moins égales à celles figurant dans la norme pour toutes les applications de la Classe EA.
- ***Compatibilité descendante :*** Le système de câblage permettra d'utiliser des équipements de catégorie inférieure sur un câblage de catégorie supérieure.

3.3 Préconisations de mise en œuvre

Afin de garantir la qualité de l'ensemble et les performances du câblage, le titulaire veillera à respecter :

- Chaque liaison sera sans point de coupure et aura une longueur ne dépassant pas 90 mètres (de bout en bout de la liaison, hors cordons de brassage et de desserte).
- les contraintes d'environnement électromagnétique (chapitre 3.3.1).
- les contraintes mécaniques. Les câbles seront posés et non tirés, le dérouleur de touret sera obligatoire. Les câbles métalliques et optiques ne devront subir aucune contrainte mécanique excessive lors de leur mise en place, comme le pliage, la traction ou l'écrasement.
- le rayon de courbure minimal préconisé par le constructeur des câbles "cuivre" et "optique", pendant et après la pose. *En l'absence de recommandation du fabriquant, le rayon de courbure minimal retenu sera de 8 fois le diamètre extérieur pour le câble "cuivre" et 10 fois le diamètre extérieur pour la fibre optique*.
- Le dénudage et le dépairage des câbles seront le plus court possible (inférieurs à 13mm).
- le raccordement sera réalisé, selon les préconisations du constructeur, sans outil ou à l'aide d'outils adéquats.
- le serrage sera réalisé manuellement afin de ne pas écraser les câbles. L'intervalle entre deux colliers devra être supérieur à 20 cm. Il est préférable d'utiliser des colliers réutilisables munis d'un système de fermeture crochet et boucle permettant de ne pas blesser les câbles (système similaire à la marque Velcro).
- la reprise de masse entre le connecteur et le câble qui devra obligatoirement être réalisée à l'aide du feuillard ou de la tresse à 360° sans l'aide du drain. Tout système à reprise de masse à l'aide du drain sera refusé.
- les panneaux de brassage seront reliés à la masse de la baie de manière sûre à l'aide d'un système de reprise de masse adéquat et non à l'aide des vis de maintien.
- la conception du système ainsi que le trajet défini pour le cheminement des câbles qui prendra en compte les limitations définies par les normes EN 50173 et EN 50174-2 afin d'optimiser les performances de transmission.

3.3.1 Contraintes d'environnement électromagnétique (CEM)

Afin de garantir le bon fonctionnement du système de câblage et de réduire les risque d'interférence électromagnétique, le titulaire devra respecter les exigences de la dernière version de la norme EN 50174.

3.3.1.1 Distance de séparation entre le système de câblage et les circuits électriques

La distance de séparation minimale entre un système de câblage et une installation de courant est déterminée selon la formule suivante :

Distance de séparation (A) = Distance de séparation de base (S) x facteur selon le circuit électrique (P)

Distance de séparation de base (S) :

Dans le cas d'un système de câblé composé d'un câble de S/FTP de catégorie 6a et posé dans :

- un chemin de câble en tôle pleine d'au moins 1,5mm d'épaisseur et capoté : **0mm**
- un chemin de câble en tôle d'au moins 1,5mm d'épaisseur et ajourée *(>20% de perforation)* : **25mm**

- un chemin de câble en fil d'acier ou tôle d'épaisseur inférieure à 1mm et ajourée : **38mm**
- autre cas : **50mm**

Facteur (P) selon le circuit électrique :

- Le circuit de référence étant un circuit monophasé de 230V et de 20A
- Les circuits triphasés doivent être traités comme 3 circuits monophasés individuels.
- Un circuit ayant un ampérage supérieur doit être traité comme un multiple de 20A. *Un circuit monophasé de 230V/32A équivaut à 2 circuits de 20A.*
- Les circuits électriques à plus basse tension doivent être traités en fonction du courant mesuré. *Un circuit de 50V/100A équivaut à 5 circuits de 20A.*

Nombre de circuits	Facteur
1 à 3	0,2
4 à 6	0,4
7 à 9	0,6
10 à 12	0,8
13 à 15	1
16 à 30	2
31 à 45	3
46 à 60	4
61 à 75	5
Plus de 75	6

Ainsi, dans le cas d'un système de câblage installé dans un chemin de câble en tôle (1,5mm d'épaisseur) ajourée et de la présence de 20 circuits monophasés de 20A, la distance de séparation entre le courant fort et le système de câblage devra être au minimum de 25mm x 2 = 50mm.

Le croisement perpendiculaire est autorisé.

3.3.1.2 Distance de séparation avec certaines sources d'interférences électromagnétiques

Source de la perturbation	Distance minimale
Lampe fluorescente	130 mm
Lampe au néon	130 mm
Lampe à vapeur de mercure	130 mm
Lampe à décharge à haute intensité	130 mm
Poste de soudure à l'arc	800 mm
Chauffage à induction à fautes fréquences	1000 mm

3.3.2 Cheminement des câbles

Tous les chemins de câbles, distributions primaires et secondaires, goulottes, passages de murs, etc. seront dimensionnés pour qu'aucun câble ne dépasse et pour offrir une réserve de place et de poids de 30 % minimum en vue d'éventuelles extensions.

Quels que soient les dispositifs de passage retenus, ils devront respecter les contraintes d'environnement du chapitre 3.3.1.

En aucun cas les câbles ne devront reposer sur un faux plafond, ni être collés, agrafés ou attachés sur des matériaux.

Les câbles devront toujours être posés dans un chemin de câble (chapitre 3.3.2.1), une goulotte (chapitre 3.3.2.2) ou une gaine (chapitre 3.3.2.3). Quelque soit le cas de figure rencontré, un câble doit toujours être posé et protégé dans un support adapté à la configuration des lieux.

Dans les chemins de câbles, les câbles devront être organisés en faisceaux, d'un maximum de 48 câbles, en utilisant des sangles de type Velcro™ ou des colliers sans serrage excessif (serrage à la main) et en veillant à éviter des intervalles trop réguliers de façon à éviter la génération d'harmoniques.

Il convient de veiller systématiquement à ne pas trop serrer les sangles/collier afin d'éviter de déformer la gaine extérieure et d'endommager la structure interne des câbles.

Dans les baies, les câbles seront organisés et peignés parallèlement en faisceaux composés au maximum de 48 câbles en utilisant des sangles de type Velcro™ ou des colliers sans serrage excessif (serrage à la main). Chaque faisceau ne desservira qu'un seul panneau de brassage. L'arrivée du câble se fera dans l'axe de la prise. Tout faisceau desservant plus d'un panneau sera refusé. Tout croisement de câble sera refusé.

Il est précisé que toute liaison dont le câble et/ou la gaine est déformé et/ou abimé sera systématiquement refusée et ceci même si la liaison passe avec succès le test de liaison (cf 4.3 Tests des liaisons).

La fermeture des faux plafonds et des goulottes ne pourront être effectuées qu'après contrôle du respect du présent C.C.T.P. donnant lieu à une autorisation écrite de fermeture signée par le maître d'ouvrage.

3.3.2.1 Chemins de câbles

Les câbles seront posés et fixés dans des chemins de câbles au moins 10mm en dessous du bord supérieur des chemins de câbles.

Les chemins de câbles prévus pour les câbles de courants faibles ne devront en aucun cas être partagés avec d'autres ressources.

Les chemins de câbles horizontaux seront obligatoirement en tôle galvanisée ajourée de type "dalle marine" à bords non coupants.

Les chemins de câbles verticaux pourront être en fils d'acier inoxydable soudés (« treillis métalliques ») ou en tôle galvanisée ajourée de type "dalle marine" à bords non coupant.

En cas de présence de sources d'émission électromagnétiques importantes et pouvant entrainer des perturbations électromagnétiques sur le système de câblage, les chemins de câble seront en tôle pleine d'au moins 1,5mm d'épaisseur et seront capotés.

Si des chemins de câbles installés dans les locaux ouverts au public sont potentiellement accessibles, les chemins de câble devront être clos par un couvercle pour se prémunir de toute dégradation.

Les changements de direction seront réalisés à l'aide de pièces préformées pour les dalles, et de pliages et de découpes effectuées au coupe boulon avec mâchoires dites "coupe d'angle tondeuse". Les bords abrasifs résultant des découpes devront être limés.

Pour assembler 2 sections différentes de chemins de câbles, il sera utilisé les systèmes conçus, testés mécaniquement et fournis par le fabricant de chemins de câbles. La résistance électrique des jonctions n'excédera pas 50 mΩ et sera testée conformément à la procédure décrite dans la norme IEC 61537.

Lorsque la configuration des lieux nécessite une interruption du cheminement, l'espace entre les 2 chemins de câbles ne devra en aucun cas excéder 1 mètre et les câbles devront être protégés dans une gaine

de couleur verte (chapitre 3.3.2.3).

Tous les chemins de câbles seront mis à la terre d'une façon continue, par un conducteur de cuivre nu (non gainé) d'au moins 16 mm² de section, circulant sur l'aile extérieure des chemins de câbles. Ce conducteur sera fixé par bornes laiton non isolées à chaque changement de section et au minimum tous les 5 m, et par collier plastique à chaque mètre.

Les chemins de câbles suspendus le seront par l'intermédiaire de pendards (simple ou double) avec semelles et console support. Si nécessaire, pour éviter l'inclinaison des pendards, ceux-ci seront renforcés par une jambe de renfort.

Les moyens de fixation des chemins de câbles doivent être également prévus pour supporter le surplus de poids engendré par les éventuelles extensions. Les écartements entre les fixations des chemins de câble devront garantir la rigidité de l'ensemble, y compris avec le poids maximum pouvant être en mis en place.

Tous les accessoires d'assemblage et de mise à la terre seront dus.

En aucun cas les chemins de câbles réservés au courant faible serviront de support ou d'arrimage pour tous autres câbles et/ou accessoires (par exemple : accroche de luminaire, câble de courant fort...)

Tout ajout d'autres cheminements de courant faible (autre que VDI devra passer par un accord écrit de la DGDSI de l'UGA.

Des précautions particulières seront prises au droit des joints de dilatation des bâtiments afin que les chemins de câbles et les canalisations qu'ils supportent, puissent subir sans dommage les déplacements résultant du jeu normal des bâtiments.

Une étiquette gravée comportant la mention « réservé courants faibles » sera mise en place au minimum tous les 5 mètres sur le chemin de câble.

Pour les lieux où l'installation des chemins de câbles n'est pas possible, les câbles devront être supportés et protégés par des aménagements adaptés, validés par le maître d'œuvre.

3.3.2.2 Goulottes

Les goulottes seront composées :

- d'un corps ou partie arrière
- de couvercles
- de joints de couvercles
- d'éclipses de jonction
- d'angles préformés d'une seule pièce
- d'embouts de fermeture
- de joints de traversée de paroi

Sauf indication contraire, les goulottes seront en PVC, de couleur blanche à 3 compartiments.

- Le compartiment du haut sera réservé aux câbles de courants faibles.
- Le compartiment central sera réservé à l'appareillage courants forts / courants faibles et assurera la séparation entre les câbles courants faibles et courants forts. Il devra pouvoir accueillir les appareillages au format 45 x 45 mm par clipage direct. **Aucun câble ne devra circuler dans ce compartiment.**
- Le compartiment du bas sera réservé aux câbles de courants forts.

En cas d'installation en plinthe (directement au sol) le premier compartiment devra être surélevé d'au moins 30 mm pour permettre l'installation des fiches électriques coudées (conformément à la norme NF C 15-100 § 555.2.8 : l'axe des alvéoles doit se trouver à au moins 50 mm au-dessus du sol fini).

En cas de traversée de paroi, un joint de traversée de paroi sera utilisé.
Une éclipse de jonction sera utilisée entre 2 sections de goulotte.
Un joint de couvercle sera utilisé entre 2 sections de couvercle.
Les goulottes seront fixées aux parois à l'aide de vis et chevilles adaptées au support.
Les descentes verticales depuis le faux plafond se feront par le même type de goulotte.

Tous les accessoires associés aux goulottes seront de le même la gamme du constructeur.

3.3.2.3 Gaines

Il convient de protéger mécaniquement les câbles dans des gaines souples annelées (ICTA) dans le cas :de trémies,

- de traversées de cloison,
- de jonction entre 2 chemins de câbles discontinus,
- de jonction entre un chemin de câble et une goulotte,
- de configuration empêchant la pose d'un chemin de câble ou d'une goulotte,

Les gaines seront de couleur verte, couleur communément utilisée pour identifier les réseaux de télécommunication.

Les gaines seront dimensionnées avec une réserve de 30% d'espace libre.

Une étiquette inamovible comportant la mention « réservé courants faibles » sera mise en place au minimum tous les 5 mètres sur la gaine.

En cas de présence de sources d'émission électromagnétiques importantes et pouvant entrainer des perturbations électromagnétiques, il sera utilisé une gaine blindée permettant d'atténuer les champs électriques. Afin de conférer à la gaine ses propriétés de blindage, elle sera reliée au réseau de terre par un système adapté.

3.3.3 Identification et repérage des liaisons

3.3.3.1 Identification des liaisons "cuivre"

Toutes les liaisons doivent être clairement repérées sur les connecteurs, modules et prises desquels elles proviennent et auxquels elles aboutissent.

Le repérage se fera de manière lisible et indélébile par des étiquettes d'identification inamovibles sur les modules des baies de brassage, sur les prises des postes de travail et les cordons de brassage.

Sauf spécification particulière, l'identification des éléments est réalisée de la manière suivante :

- chaque local technique sera identifié par une 3 lettres ou 2 lettres et un chiffres. *LTP* pour le local technique principal, LT2 pour le 2^{e} local technique, LT3 pour le 3^{e} local technique….
- chaque baie sera identifiée par une lettre (A, B, C...)
- pour chaque panneau de brassage :
    - 2 lettres (de A à Z) séparées par un tiret seront utilisées. La première lettre identifiera la baie de brassage et la deuxième identifiera le panneau de brassage dans la baie.
    - 1 numéro (de 1 à 48) pour chaque prise du panneau de brassage
- pour chaque prise
    - Rappel du local technique, de la lettre de la baie, de la lettre du panneau de brassage et du numéro de prise du panneau de brassage

Exemple : L'identification "LT1-C-B23" correspond à la prise 23 du bandeau B de la baie C du local technique 1.

3.3.3.2 Identification des liaisons optiques

Toutes les liaisons optiques doivent être clairement repérées à intervalles réguliers et à chaque extrémité.

Le repérage se fera de manière lisible et indélébile par des étiquettes d'identification inamovibles et devra comporter au minimum :

- le diamètre du cœur (50/125µm ou 9/125µm).
- le type de la fibre (*OM4 ou OS2*).
- la longueur en mètre de la liaison.
- la destination de la liaison.
- un code d'identification fourni par le maître d'œuvre.

3.3.4 Brassage des panneaux de brassage « RJ45 »

Dans la logique du pré-brassage systématique de toute prise, chaque emplacement de prise (câblé ou non) d'un panneau de brassage sera brassé à l'aide d'un cordon de brassage sur le port du commutateur réseau associée. *La fourniture et l'installation de commutateurs réseaux ne font pas partie de ce lot. Les commutateurs réseaux seront installés par la DSI avant la réalisation du pré-brassage.*

Le nombre de cordon de brassage devra être au minimum égale au nombre d'emplacements de prise RJ45 présent (câblés ou non) sur les panneaux de brassage installés.

La longueur des cordons de brassage pourra donc varier en fonction de la distance entre le panneau de brassage et le commutateur. La longueur des cordons sera déterminée au moment du brassage. Afin de permettre au titulaire d'établir son offre, il lui est demandé de partir sur une hypothèse d'une longueur de 3 mètres.

Chaque cordon devra disposer à chacune de ses extrémités (*à 2 cm du manchon*) d'une étiquette à câble inamovible rappelant l'identification de la prise brasée (voir chapitre 3.3.3.1)

L'étiquette à câble, qui s'enroulera autour du diamètre du cordon, présentera une partie imprimable sur laquelle sera inscrit l'identification et une partie transparente qui recouvrera et protègera la partie imprimable.

3.3.5 Protection contre les incendies

Le titulaire devra se conformer aux directives nationales et locales en vigueur concernant la protection contre les incendies. Il devra reconstituer les coupe-feux qu'il a dû ouvrir afin de poser le système de câblage.

3.3.6 Organisation du réseau de terre

La mise à la terre du système de câblage *(chemins de câble, panneaux de brassage, baies, etc.)* doit être réalisée en conformité avec les recommandations du constructeur et les normes EN50303, EN50174-2 et TIA/EIA-607.

Toutes les terres d'un bâtiment doivent être interconnectées (réseau maillé, unique et équipotentiel). Une mesure de la valeur de terre du bâtiment devra être effectuée pour s'assurer de sa bonne qualité.

4 Recette technique

La recette technique est l'opération qui permet de garantir au maître d'ouvrage que l'installation est conforme :

- au présent C.C.T.P.
- aux performances attendues.
- aux normes en vigueur.
- au guide d'installation du constructeur pour l'obtention de la garantie.
- aux règles de l'art.

La recette comporte trois niveaux de contrôle :

- un contrôle visuel par rapport au cahier des charges.
- un contrôle électrique statique.
- un contrôle électrique dynamique.

L'ensemble des tests est à la charge du titulaire. Il est demandé au titulaire de prévoir cette recette et de la réaliser ou de la faire réaliser.

Le maître d'ouvrage devra être averti des opérations de vérification et de test de façon à ce qu'elles puissent se dérouler en présence de son représentant.

Le document de recette devra comporter tous les éléments nécessaires à la gestion du câblage (identification des câbles et des prises, respect des contraintes d'environnement et des règles de l'art) ainsi que le résultat des tests effectués (contrôles visuels, contrôles électriques statiques et dynamiques).

Les fiches de mesures seront toutes remises au maître d'ouvrage. Elles seront rédigées en langue française et fournis en deux formats numériques (au format PDF et au format brut issue du testeur avec le logiciel permettant de visionner les recettes du testeur).

Le titulaire avise, à la fois, le maître de l'ouvrage et le maître d'œuvre, par écrit, de la date à laquelle il estime que les travaux ont été achevés ou le seront. Dans le cadre du lot 1, le titulaire dispose ensuite d'un délai de 15 jours maximum pour effectuer les recettes techniques.

4.1 Contrôle visuel par rapport au cahier des charges

Le contrôle visuel a pour but de vérifier que le câblage exécuté est conforme aux prescriptions de ce cahier des charges en ce qui concerne :

- la vérification des matériels utilisés.
- le respect des contraintes d'environnement.
- le cheminement et le maintien des câbles.
- la mise en œuvre des câbles (état des gaines, respect des rayons de courbure, etc…)
- la connexion des câbles.
- la fixation des éléments (baies, panneaux, prises, modules, supports, etc.).
- l'étiquetage et le repérage des prises.
- l'aspect esthétique.

4.2 Tests statiques

Ces tests ont pour objet de vérifier que les connexions sont réalisées correctement et que les câbles n'ont pas été endommagés durant leur pose. Il faudra vérifier que :

- la longueur de chaque liaison ne dépasse pas la valeur maximale de 90 mètres imposée par la

norme.

- l'isolement entre les conducteurs est correct.
- la continuité entre les conducteurs est correcte.
- La convention de raccordement (TIA 568B)
- la détection des ruptures d'impédances sur les paires est effectuée (par réflectométrie).
- la mise à la terre est effectuée.

Chacune des liaisons devra être contrôlée.

4.3 Tests des liaisons

Ces tests ont pour objet de s'assurer que l'installation sera capable de supporter les hauts débits des réseaux cités dans le chapitre 2.2.

4.3.1 Tests des liaisons "cuivre"

Toutes les liaisons "cuivre" devront être testées en configuration « Permanent Link (sans point de coupure) » de Classe E_A en PL2 conformément à la norme ISO/IEC 11801-1:2017.

Tous ces tests seront effectués à l'aide d'un testeur, dans sa version logicielle la plus récente à la date du test, comme défini par la norme ISO/IEC 11801-1:2017.

Chaque fiche de mesure devra au minimum comporter :

- la marque, le type, le numéro de série et la version logicielle du matériel utilisé.
- la date du test.
- la marque, la référence du câble
- la vitesse nominale de propagation (N.V.P.) du câble
- l'identification du lien.
- la localisation de la pièce où aboutit la liaison (Bâtiment / Pièce)
- le schéma de câblage (Wire Map)
- la longueur en mètre de la liaison
- le délai de propagation (Propagation Delay) en ns
- l'écart de propagation (Delay Skew) en ns
- la perte d'Insertion (atténuation/Insertion Loss) en dB
- la paradiaphonie (NEXT : Near End Cross Talk) en dB à une fréquence donnée
- la paradiaphonie cumulée (PS NEXT) en dB à une fréquence donnée
- le rapport affaiblissement/ diaphonie en dB à l'extrémité éloignée : ACR-F (Attenuation to Crosstalk Ratio, Far-end)
- la somme des effets ACR-F sur chaque paire : PS ACR-F
- le rapport affaiblissement / diaphonie en dB à l'extrémité proche : ACR-N (Attenuation to Crosstalk Ratio, Near-end)
- la somme des effets ACR-N sur chaque paire : PS ACR-N
- La perte par réflexion (Return Loss) en dB
- La mesure du déséquilibre résistif (POE)
- les graphes des résultats.

Le titulaire devra fournir, avec le rapport de test, une copie du certificat d'étalonnage attestant ainsi que les mesures sont effectuées à l'aide d'un appareil dûment conforme et calibré de moins d'un an au moment de la campagne de test.

Les têtes de mesures seront adaptées aux mesures à réaliser.

La NVP (Vitesse de propagation nominale) du câble devra avoir été correctement configurée avant de commencer les mesures.

Pour chaque liaison, les résultats des tests devront être supérieurs aux valeurs données par les normes en configuration "Permanent Link" de Classe E_A conformément à la norme ISO/IEC 11801-1:2017

Toute liaison dont le résultat d'un des tests est en échec sera refusée.

Toute liaison dont le résultat d'un des tests sera dans la zone de précision de l'équipement sera refusée.

Toute liaison dont la pire marge est inférieure à 2dB sera refusée.

Le titulaire calculera la marge moyenne de l'installation sur le NEXT (*Paradiaphonie*) et l'indiquera dans son rapport de test.

Toute installation dont la marge moyenne sur le NEXT *(addition des marges NEXT de chaque liaison divisée par le nombre de liaisons)* **est inférieure à 4 dB sera refusée.**

Toutes les mesures seront transmises sous format électronique dans le format natif de l'appareil de test utilisé avec le logiciel permettant leur visualisation.

Toutes les fiches de mesures seront également fournies en format PDF imprimable et classées dans l'ordre croissant de l'identification de la liaison.

Un tableau, au format csv, synthétisera l'ensemble des liaisons en précisant pour chaque liaison :

- L'identification de la liaison
- La longueur de la liaison
- La configuration et la norme utilisées pour le test (Permanent Link PL2, ISO/IEC 11801-1:2017)
- La date du test
- La validation (ou non) du test

4.3.2 Tests des liaisons optiques

Toutes les liaisons optiques devront être testées dans les deux sens et avec 2 longueurs d'ondes (850/1300 pour le multi-mode, 1310/1350 pour le mono-mode) à l'aide d'un photomètre et de jarretières de référence (<0.15dB) conformément à la norme ISO 14763-3:2014

Ces mesures ont pour but de s'assurer qu'aucune anomalie n'est présente sur la liaison optique, comme par exemple :

- un défaut de raccordement.
- une atténuation élevée.
- un début de cassure ou une contrainte.

Chaque fiche de mesure devra au minimum comporter :

- la marque, le type, le numéro de série et la version logicielle du photomètre utilisé.
- la date du test.
- la marque et la référence de la fibre.
- Le diamètre du cœur et le type
- l'identification du lien.
- Le sens du test
- La longueur d'onde utilisée
- la longueur de la liaison en mètre.
- l'affaiblissement global de la liaison
- la visualisation des contraintes subies par la fibre
- une cartographie complète de la liaison

En cas d'échec du test par photométrie, un réflectomètre pourra être utilisé pour visualiser les différentes contraintes subies par la fibre et disposer d'une cartographie complète de la liaison permettant de déterminer l'origine du défaut.

4.3.3 Test des liaisons téléphoniques

Il conviendra de tester la continuité de chaque de chaque paire.

4.4 Contrôle et suivi de chantier

Dans le cadre du suivi de chantier, il est convenu que le maître d'ouvrage pourra effectuer à tout moment tout type de contrôle visant à vérifier que le câblage est réalisé selon les prescriptions de ce C.C.T.P., les préconisations du constructeur et les règles de l'art.

Le contrôleur pourra également vérifier le bon respect de ce cahier des charges par l'installateur.

4.5 Réception du chantier

Pour le lot 1, une visite complète de la zone de chantier à réceptionner sera effectuée dans un délai de 15 jours suite à la remise des résultats des tests par le titulaire. La conformité ainsi que la réception ne seront validées que par le maître d'œuvre.

Pour le lot 2, la date de réception sera définie selon l'avancement de l'ensemble des lots.

Le maître d'ouvrage pourra de plus effectuer des mesures contradictoires. En cas de désaccord sur les mesures entre le titulaire et le maître d'ouvrage, il pourra être demandé la réalisation par un organisme de contrôle agréé et indépendant d'une 3^{e} série de mesures contradictoire sur tout ou partie du système de câblage.

Si à l'issue d'un contrôle, plus de 10% des liaisons s'avéraient défectueuses ou non conformes au présent cahier des charges, le coût de la prestation de contrôle sera intégralement à la charge du titulaire, en sus des frais de reprise de l'installation.

À l'issue de la visite complète, la décision (réception avec ou sans réserve ou refus de réception) sera consignée dans un procès-verbal.

Si le procès-verbal fait état de réserves motivées par des omissions ou des imperfections, le titulaire disposera d'un délai déterminé par le maître d'œuvre pour exécuter les travaux demandés. Le titulaire devra suivre le planning imposé, à compter du jour de la réception du procès-verbal. Passé ce délai, le maître d'ouvrage pourra se réserver le droit de faire exécuter les travaux par une autre entreprise, aux frais, risques et périls du titulaire défaillant.

4.6 Entrée en possession par le maître d'ouvrage

C'est à la signature du procès-verbal de réception sans réserve ou du procès verbal de levée de réserves vierge que le maître d'ouvrage prend possession du câblage réalisé, et que débute la période de garantie.

5 Garantie des composants et de la solution

Les conditions de garanties décrites à cet article viennent en complément des garanties de parfait achèvement et de bon fonctionnement.

Pendant la période de garantie le titulaire, ou à défaut le constructeur, est tenu de remédier à toutes les anomalies survenant sur l'installation réalisée. Il devra procéder à ses frais (**pièces, main d'œuvre et déplacements**), au contrôle et au remplacement de tout élément défectueux. Si des anomalies persistent, le maître d'ouvrage se réserve le droit de procéder, à la charge du titulaire et pendant la période de garantie, à tous les essais qu'il jugera nécessaires.

Le titulaire devra certifier qu'il possède toutes les compétences, le savoir-faire et le personnel qualifié en nombre suffisant pour réaliser les travaux.

Il devra fournir toutes les attestations qui certifient ses compétences auprès du constructeur (et telles que définies par lui) et qui permettront, à travers la solution qu'il proposera lors de son offre, d'obtenir la garantie de celui-ci (charte, certificat, numéro d'agrément, etc.).

A l'issue des travaux, le titulaire fournira les garanties du constructeur, dans la solution de câblage proposée. L'installation devra être conforme à toutes les spécifications techniques d'installation définies par le constructeur de chaque produit.

Toute intervention d'un organisme de contrôle extérieur, si le constructeur l'impose, doit être incluse dans l'offre du titulaire.

5.1 Définition

Le câblage désigne un ensemble de composants de câblage faisant partie de l'infrastructure de l'immeuble dans lequel ils sont installés et ne peuvent être enlevés ou déplacés que par des travaux préliminaires sur les murs et cloisons de l'immeuble dans lequel ils sont installés. Ils désignent notamment les câbles (cuivre ou optique) de distribution verticale ou horizontale, les panneaux de distribution, les boîtiers et prises terminales, connecteurs et passe-câbles.

Pour la distribution, le titulaire a obligation de proposer une chaîne de liaison de qualité technique homogène, entraînant la garantie d'un seul constructeur. Sa proposition devra impérativement être basée sur un système de câblage.

5.2 Garantie des composants/système

Les composants devront être garantis par le constructeur pendant une durée d'au moins 15 ans à compter de la date de réception de l'installation réalisée. La main d'œuvre pour la dépose et le remplacement de chaque élément défectueux devra être garantie par le constructeur pendant une durée identique à la durée de garantie des composants.

5.3 Garantie des applications

La garantie des applications par le constructeur assurera que le câblage réalisé supportera toutes les applications conformes à la norme ISO/IEC 11801-1:2017, pendant une période d'au moins 15 ans à compter de la date de réception de l'installation réalisée.