



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES

ACCORD-CADRE DE TRAVAUX

**Réalisation d'un système de câblage VDI banalisé de
classe EA**

N° du CCTP : 25TXM044

Université Grenoble Alpes
DGD SI - DANET
41 rue des mathématiques
38610 Gières

Révisions

Rappels des différentes versions du document

Version	Date	Rédacteurs	Objet	Ajout	Modif.	Suppr.
3.8	20/11/2025	Elodie SOCQUET-CLERC Guillaume GROS Fabien DRAGO-RAJON				
3.0	01/01/2022	Jérôme LE TANOU (2003-2022) Gaëtan ENDERLE (2008-2013) Patrice WENGLER (2003-2004)				

Table des matières

1	Généralités.....	5
1.1	Objectifs.....	7
1.1.1	Câblage Cuivre.....	8
1.1.2	Fibres Optiques.....	8
1.2	Preliminaire.....	8
1.3	Confidentialité	8
1.4	Respect des règlements intérieurs	8
1.5	Agrément constructeur.....	9
1.6	Documents à remettre au maitre d'œuvre	9
1.6.1	Lors de l'établissement d'un devis.....	9
1.6.2	À la fin des travaux.....	9
1.7	Travaux à la charge du titulaire.....	9
1.8	Renseignements complémentaires.....	10
1.9	Visite de site avant chantier.....	10
2	Spécifications techniques	11
2.1	Normes de réaction au feu.....	11
2.2	Performances attendues des liaisons.....	11
2.3	Système de câblage mono-constructeur.....	12
2.4	Composants du système de câblage.....	12
2.4.1	Câble « cuivre »	12
2.4.2	Connecteur RJ45.....	12
2.4.3	Panneau de brassage « RJ45 »	13
2.4.4	Prise terminale.....	14
2.4.5	Câble fibre optique	14
2.4.6	Connecteur optique	15
2.4.7	Raccordement avec épissure	16
2.4.8	Thermoplastique et mécanique des cordons de protection des fibres ou jarretières.....	16
2.4.9	Boîtier de continuité	16
2.4.10	Cassettes	17
2.4.11	Tiroir optique	17
2.4.12	Baies	17
2.4.13	Organisation type d'une baie 42U.....	18
2.4.14	Coffret mural	19
2.4.15	Passe-câbles horizontal	20
2.4.16	Cordon de brassage RJ45.....	20

3	Règles d'ingénierie	21
3.1	Local réseau	21
3.1.1	Emplacement du local réseau.....	21
3.1.2	Desserte réseau du local réseau	21
3.1.3	Caractéristiques du local réseau.....	21
3.1.4	Rafraichissement du local.....	22
3.2	Caractéristiques générales d'un câblage structuré	22
3.3	Préconisations de mise en œuvre.....	23
3.3.1	Contraintes d'environnement électromagnétique (CEM)	23
3.3.1.1	Distance de séparation entre le système de câblage et les circuits électriques.....	24
3.3.1.2	Distance de séparation avec certaines sources d'interférences électromagnétiques.....	24
3.3.2	Cheminement des câbles	25
3.3.2.2	Goulottes	27
3.3.2.3	Gaines.....	28
3.3.3	Identification et repérage des liaisons.....	28
3.3.3.1	Identification des liaisons RJ45.....	28
3.3.3.2	Identification des liaisons optiques	28
3.3.4	Brassage des panneaux RJ45.....	29
3.3.5	Protection contre les incendies.....	30
3.3.6	Organisation du réseau de terre.....	30
4	Recette technique	30
4.1	Contrôle visuel par rapport au cahier des charges.....	31
4.2	Tests des liaisons.....	31
4.2.1	Tests des liaisons RJ45	31
4.2.2	Tests des liaisons optiques	32
4.3	Contrôle et suivi de chantier	34
4.4	Réception du chantier	34
4.5	Entrée en possession par le maître d'ouvrage.....	34
5	Garantie des composants et de la solution	34
5.1	Définition : système de câblage	35
5.2	Garantie des composants.....	35
5.3	Garantie des applications	35

1 Généralités

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/IEC 11801-1 (dernière édition), associée à une garantie (pièce et main d'œuvre) Systèmes et Applicatives d'au moins 15 ans par le constructeur du système de câblage.

Le système de 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.

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

Les infrastructures de câblage des sites existants concernés par le présent accord-cadre sont équipées à 60% par le constructeur R&M.

Pour information, sur les 2 dernières années 2024 & 2025, voici la répartition des demandes de travaux VDI (cuivre) :

Nombre de points	Nombre d'opérations	Pourcentage
Entre 1 et 5 liaisons	46	34%
Entre 5 et 12 liaisons	47	34%
Entre 12 et 20 liaisons	18	13%
Entre 21 et 40 liaisons	12	9%
Entre 41 et 120 liaisons	12	9%
Plus de 120 liaisons	2	1%

Concernant les travaux de liaisons optiques :

Longueur liaison optique	Pourcentage
Liaison < 500 m	80%
Liaison entre 500 et 1000 m	15%
Liaison > 1000 m	5%

Localisation des travaux

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

- Isère (38) : Domaine universitaire (Saint Martin d'Hères/Gières), Grenoble, Echirolles, La Tronche et Vienne
- Drome (26) : Valence
- Hautes-Alpes (05) : Le col du Lautaret
- Ardèche (07170) : Mirabel
- Savoie (73) : Chambéry
- Haute-Savoie (74) : Les Houches, Annecy

Cadre du bordereau de prix unitaires

Le montant du règlement correspond aux quantités réellement mises en œuvre multipliées par les prix unitaires du bordereau contractuel.

Les prix unitaires indiqués devront inclure toutes les prestations permettant de rendre les ouvrages parfaitement achevés, selon les prescriptions contenues au présent document et selon les règlements, texte en vigueur (DTU, normes, etc...), les prescriptions des fabricants et toutes les règles de l'Art.

Ils intégreront aussi toutes celles qui seront liées aux dispositions réglementaires à respecter et aux mesures relatives à la Sécurité et à la Protection de la Santé.

Le titulaire est tenu de vérifier, sous sa responsabilité, et de signaler par écrit avant réalisation des travaux, toute anomalie constatée.

Mesures relatives à la sécurité et à la protection de la santé

Un plan de prévention lié aux risques interactifs entre les utilisateurs des bâtiments et l'entreprise sera établi conjointement entre le Maître d'Ouvrage et l'entreprise titulaire du marché.

Il est mis à jour annuellement à chaque date anniversaire de reconduction dans les mêmes délais.

Tous les règlements administratifs en vigueur devront être respectés, tant en ce qui concerne le personnel que des tiers (signalisation, protections, filets, garde-corps, etc..).

Le titulaire a, à sa charge, tous les travaux de protection collective ou individuelle des travailleurs pendant la durée du chantier. Leur valeur sera incluse dans les prix unitaires.

En cas de carence du titulaire ou en cas de danger, le Maître d'Ouvrage se réserve le droit, sans mise en demeure préalable, de suspendre l'exécution des travaux, sans que cette suspension dégage la responsabilité du titulaire.

Le titulaire restera seul responsable des accidents de tout genre qui pourraient survenir soit à son personnel soit aux tiers du fait de sa négligence.

Coordination avec les autres corps d'état

Le titulaire du présent lot pourra être intégré à une opération relevant de plusieurs corps d'états. Il devra leur fournir tous les renseignements et précisions sur les délais et durées qui lui sont nécessaires pour son propre travail et obtenir de la part des autres corps d'état, les délais et durées qui leur sont indispensables.

Les calfeutrements au pourtour des ouvrages du lot, ainsi que les scellements et les rebouchages de réservation, sont à la charge du lot qui les a exécutés. Ces calfeutrements seront réalisés avec des matériaux en conformité avec le respect des règlements en vigueur : coupe-feu, phonique, etc. Ils seront de même nature que celle de la paroi traversée. Compris tout élément de désolidarisation.

Etat des lieux – remise en état en cas de dégradation des existants conservés

Le titulaire prendra les lieux dans l'état où il les trouvera. A l'initiative du Maître d'ouvrage ou du Titulaire, une visite contradictoire des lieux complémentaire pourra être réalisée.

Par ailleurs, le titulaire devra prévoir tous les moyens et prendre toutes les dispositions nécessaires à la protection et au respect de l'intégralité des ouvrages existants en général. Tous les dommages qui leur seraient causés lui seront intégralement imputables.

En cas de dégradation d'ouvrages existants par le titulaire, ce dernier aura à sa charge la réfection de ces ouvrages. Le Maître d'Ouvrage pourra décider, s'il le juge utile, de faire faire les travaux par une autre entreprise aux frais du présent titulaire.

Protection et installation de chantier

Avant tout démarrage effectif des travaux, le titulaire devra préciser auprès du Maître d'Ouvrage l'organisation des protections et des installations de chantier qu'il compte mettre en œuvre.

Pendant toute la durée des travaux, le titulaire restera seul responsable de la surveillance de son chantier.

Travail en site occupé

Les principales exigences sont ci-après rappelées, étant entendu que cette liste n'est pas exhaustive :

- Sécurité des personnes : protection et interdiction d'accès aux zones en chantier, balisage de sécurité, etc.
- ...
- Sécurité des biens : veiller à ce que les zones de travaux ne constituent pas des points faibles dans le dispositif général de protection des locaux ou, si besoin, prévoir des renforcements provisoires de la protection.

- Protection contre le bruit : les travaux sont générateurs de nuisances et notamment de bruits. Les entreprises devront, dans toute la mesure du possible, veiller à limiter ces nuisances par l'emploi de matériels insonorisés répondant aux exigences réglementaires. Toutefois, il sera nécessaire d'exécuter certaines tâches particulièrement bruyantes (démolitions au brise-béton par exemple). La planification dans le temps de ces tâches bruyantes devra faire l'objet d'une concertation avec le Maître d'Ouvrage.

Dans le cadre des travaux et afin de respecter le voisinage du chantier, les entreprises sont soumises à des contraintes générales qu'elles doivent respecter pour la réalisation des dits travaux :

- La nécessité de maintenir les accès et la circulation du personnel, des matériaux, et des utilisateurs des bâtiments et des constructions avoisinantes,
- Le respect des normes de sécurité des personnes et des biens,
- La nécessité de limiter le plus possible le bruit (décibels),
- La nécessité de maîtriser les poussières induites par les travaux,
- La nécessité d'informer sans délai le Maître d'Ouvrage de tout aléa ou incident.

Nettoyage

Le titulaire du présent lot doit pendant toute la durée du chantier et pour chaque jour travaillé, le nettoyage et l'enlèvement des déchets, provenant de la dépose et de la mise en œuvre de tous ses ouvrages. Le titulaire devra également l'évacuation à la décharge de tout le matériel et des matériaux déposés par ses soins.

Il appartient à l'entreprise de prendre toutes les dispositions et frais y afférent pour garantir, par ses soins ou par un prestataire, la dépollution des matériels évacués avant leur mise en décharge ou déchetterie. Le maître d'ouvrage se garde le droit de réclamer à l'entreprise les attestations, certificats ou justificatifs nécessaires.

En l'absence du nettoyage des locaux, le Maître d'Ouvrage se réserve la possibilité de commander l'exécution à un tiers, les frais en résultant étant imputés entièrement au présent titulaire.

Prescriptions incendie

Il est rappelé que les travaux peuvent se dérouler dans des bâtiments classés ERP - Etablissements Recevant du Public. Durant les travaux, les dégagements relatifs à la sécurité incendie devront rester entièrement libres en période d'occupation des locaux par les utilisateurs.

Travaux en présence d'amiante

Pour les opérations comportant des risques d'exposition des travailleurs à l'amiante, le document visé à l'article L4412-2 du Code du travail sera communiqué au titulaire avant travaux.

Le personnel sera formé à la prévention des risques amiante conformément aux arrêtés et réglementation en vigueur et notamment l'arrêté du 23 février 2012 définissant les modalités de la formation des travailleurs à la prévention des risques liés à l'amiante, liste non exhaustive.

L'UGA fournira les RAAT le cas échéant pour chaque chantier réalisé dans un bâtiment dont la date de dépôt du permis de construire est antérieure au 01/01/1997.

Gestion des accès - Fermetures provisoires

La gestion des accès sera définie conjointement entre le titulaire et le Maître d'Ouvrage en début de chantier. Les clés et badges seront fournis à l'entreprise pour chaque début de chantier et seront à remettre à l'Université pour la réception des travaux. Toutes clés ou badges non rendus seront facturés au titulaire à un prix forfaitaire de 50€ HT.

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/IEC 11801-1 (dernière édition), associée à une garantie (pièce et main d'œuvre) Systèmes et Applicatives d'au moins 15 ans par le constructeur du système de câblage.

1.1.1 Câblage Cuivre

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

1.1.2 Fibres Optiques

Le système de fibre optique devra permettre le transport des flux réseaux, voix, données, vidéo et contrôle jusqu'à 400 GbE et sera conforme aux normes EN 50173 et ISO/IEC 11801-1 (dernière édition)

Il devra en outre permettre :

- la pose de liaison optique monomode de bout en bout
- la reprise d'une partie d'un câble optique existant
- de détourner une liaison optique existante
- de qualifier une liaison optique existante (réflectométrie)

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 ce présent marché.

1.4 Respect des règlements intérieurs

Le titulaire est tenu de respecter le règlement intérieur du site dans lequel il intervient et ceci durant toutes les phases des travaux.

1.5 Agrément constructeur

Avant tout travaux de câblage, le titulaire devra impérativement disposer d'un agrément du constructeur de la solution de câblage existante ou qu'il propose dans son offre.

Pour ce faire le soumissionnaire fournira lors de sa réponse à l'appel d'offre une attestation d'agrément (cf. Article 6.1 du Règlement de Consultation).

1.5.1 Cas de l'agrément en cours d'obtention

Si le soumissionnaire ne dispose pas d'un agrément de l'installateur par le constructeur du système de câblage R&M et d'un autre constructeur de son choix valide au moment de l'appel d'offre, il devra justifier de son engagement à obtenir cet agrément avant l'exécution de tous travaux de câblage.

Dans ce cas de figure, le soumissionnaire devra fournir un courrier, daté et signé, du constructeur attestant que le soumissionnaire a engagé les démarches pour obtenir la certification d'installateur agréé par le constructeur.

Le titulaire transmettra dans les plus brefs délais l'agrément mis à jour. En cas de non-respect de ces dispositions, le titulaire s'expose à des pénalités (cf. Article 15 du CCAP).

1.5.2 Cas de l'agrément à renouveler en cours d'exécution

Dans le cas d'un agrément dont la validité expire en cours d'exécution du marché, le titulaire transmettra dans les plus brefs délais l'agrément mis à jour.

En cas de non-respect de ces dispositions, le titulaire s'expose à des pénalités (cf. Article 15 du CCAP).

1.6 Documents à remettre au maître d'œuvre

1.6.1 Lors de l'établissement d'un devis

Pour tout projet de travaux le maître d'œuvre sollicitera le titulaire pour l'établissement d'un devis.

Le titulaire, après avoir pris connaissance des travaux demandés et déterminé les prestations nécessaires à réaliser, fournira au maître d'œuvre un devis basé sur les unités d'œuvres du BPU du présent marché et précisant les références des matériels proposés.

1.6.2 À la fin des travaux

Dans un délai maximum 5 jours ouvrés suite à la réception des travaux, le titulaire devra fournir sous forme numérique les « Documents des Ouvrages Exécutés », tels que :

- 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/ou DWG (avec un calque spécifique pour l'implantation des prises banalisées, des baies, des cheminements inter-étage et des chemins de câbles).
- Les relevés, au format PDF et brut, produits par les instruments de recette conformément au chapitre 4

1.7 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 :

- La protection des mobiliers et appareils par film polyane en site occupé
- Le balisage du chantier (panneaux de signalisation, barrières...)
- L'ouverture et la fermeture des faux-plafond, des trémies/gaines techniques, trappes de visite et chambres du génie civil
- 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 des travaux.
- 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 mises en œuvre, notamment celles ayant une incidence sur l'installation du système de câblage.

Les prix s'entendent toutes dépenses incluses et en particulier :

- la main d'œuvre.
- le transport et le déchargement des matériels.
- les études, essais, contrôles et mises en service.
- les assurances
- les frais éventuels de stockage et de gardiennage.
- le nettoyage et l'enlèvement des déchets qui lui sont propres.

Cette liste est non limitative.

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

1.8 Renseignements complémentaires

Le titulaire a la possibilité d'obtenir tout renseignement technique complémentaire lui permettant de rédiger sa proposition en sollicitant le maître d'œuvre, de préférence par message électronique.

De la même manière, le maître d'œuvre se réserve la possibilité de demander au titulaire tout renseignement complémentaire lui permettant d'éclairer son analyse et de valider ses choix.

1.9 Visite de site avant chantier

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.

Le maître d'ouvrage se réserve le droit de rendre la visite obligatoire. Dans ce cas-là, il en informera le titulaire avant l'émission de la demande de travaux.

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 dernière édition.

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

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 (4PPOE type 3 et 4, classe 5 à 8), à savoir permettre la transmission de courant basse tension sur les liaisons de câble en cuivre. Il sera conforme RP3 suivant EN 50174-2 et ISO/IEC 14763-2 afin d'assurer la puissance maximale sur tous les liens en simultané.

Pour les calculs, la température ambiante sera supposée inférieure ou égale à :

- 28°C dans les espaces de vie ou de travail
- 30°C dans les faux plafonds et autres cheminements non accessibles.

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 dernière édition

Le système de câblage réalisé devra permettre de supporter tous les protocoles IEEE et autres définis dans la norme ISO/IEC 11801-1 (dernière édition) pour la classe E_A et ce pour une durée minimale de 15 ans.

2.3 Système de câblage mono-constructeur

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 "Permanent Link" de classe EA d'une durée minimale de 15 ans sur le système de câblage.

En cas de travaux d'extension d'un système de câblage VDI existant, dans la mesure du possible, le titulaire devra effectuer les extensions de câblage avec des solutions du même constructeur déjà présent.

2.4 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 dernière édition. 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.

2.4.1 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. La distribution cuivre sera faite uniquement avec du câble simple, le double câble (2 câbles simple accolés) sera refusé.

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 dernière édition.

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

La jauge des conducteurs sera au minima AWG23.

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 :

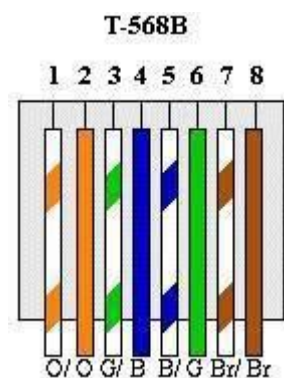
- Les certificats de conformité des performances de classe E_A du câble selon la norme ISO/IEC 11801-1 dernière édition, réalisés par un laboratoire de test accrédité et indépendant.
- La déclaration de performance (DOP) indiquant la classification des caractéristiques de réaction au feu des câbles.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

2.4.2 Connecteur RJ45

Le connecteur retenu sera de type RJ45 (prise terminale et panneau de brassage) en conformité avec la norme IEC 60603-7-51 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 (classification RP3 90W)

- Certifié IEC 60512-99-001, à savoir la capacité des connecteurs à supporter les déconnexions en charge sous POE de type 1 à 2.
- Certifié IEC 60512-99-002, à savoir la capacité des connecteurs à supporter les déconnexions en charge sous POE+ de type 1 à 4.
- 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 dernière édition, IEC 60512-99-01 et IEC 60512-99-02 des connecteurs RJ45.
- La fiche technique des connecteurs RJ45.

2.4.3 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.

Entre 2 panneaux RJ45, il sera laissé un emplacement vide (1U) afin qu'un commutateur réseaux 48 ports puisse être insérer pour brasser les 2 panneaux.

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

2.4.4 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 ou 22,5mm 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 protégera 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.

2.4.5 Câble fibre optique

Chaque liaison optique sera dimensionnée par le maître d'ouvrage.

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 sera conforme aux normes EN 50173 et ISO/IEC 11801-1 (dernière édition) et de type monomode 9/125 µm OS2 de type G652 uniquement.

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.

Le titulaire devra décrire avec précision le type de fibre proposé ainsi que la société fournisseur du produit. L'ensemble des essais en usine relatifs aux essais câble seront réclamées dans le cahier de recette à remettre lors de la réalisation du chantier.

Sa construction sera la suivante :

- structure tubée, 12, 24, 48 fibres monomodes suivant localisation
- tubes thermoplastiques colorés, remplis de gelée (repère B)
- 12 fibres par tube, soit 4 tubes pour un câble de 48 FO par exemple
- Porteur central diélectrique gainé (repère A)
- Matière d'étanchéité entre les tubes (D)
- Gaine polyéthylène à l'extérieur des bâtiments et présentant des caractéristiques LSOH à l'intérieur des bâtiments ERP (ou câble protégé de bout en bout par une gaine adaptée).

Ses caractéristiques mécaniques en sont les suivantes :

- Etanchéité : CEI-794-1F5
- effort de traction max. : CEI-794-1-E1
- résistance à l'écrasement min. : CEI-794-1-E3
- résistance à la traction : CEI-794-1-E7
- rayon de courbure min. (statique) : CEI-794-1-E10
- température d'utilisation : - 20° C à + 60° C
- température de tirage : - 10° C à + 50° C

Les identifications seront les suivantes :

- couleurs des tubes : rouge, bleu, vert, jaune, violet, naturel, orange, gris, marron, noir, turquoise, rose
- couleurs des fibres : rouge, bleu, vert, jaune, violet, naturel, orange, gris, marron, noir, turquoise, rose

Type de fibre	Monomode	
Caractéristiques	9,5 ± 1	
Diamètre de champ de mode (µm)	9,5 ± 1	
Affaiblissement (dB/km) max (2)	≤ 0,45	≤ 0,28
Longueur d'onde (nm)	1 300	1 550
Dispersion chromatique maximale (ps/nm.km)	≤ 4 (1)	≤ 19
Longueur d'onde de coupure (nm)	1 120 ≤ λ _c ≤ 1 280	
Erreur de concentricité mode-gaine (µm)	≤ 1	≤ 1

Fibre monomode :

- (1) dans la fenêtre 1 285 à 1 330 nm
- (2) irrégularités d'affaiblissement mesurées à 1 300 nm
 - pas de pics de Fresnel
 - marche < 0,1 dB

Une sur-longueur de 5 mètres lovée au niveau des locaux VDI (si possible sur un montant latéral arrière de la baie) sera demandée pour chaque tirage de fibre optique.

2.4.6 Connecteur optique

Les connecteurs optiques utilisés seront à fêrule et pourront être de type :

- LC-APC
- LC-PC
- SC-PC
- SC-APC

Les connecteurs sont montés de manière permanente sur la fibre dans les racks optiques des armoires d'interconnexion.

Ils sont manœuvrables de nombreuses fois sans que les valeurs de pertes ne soient modifiées (> 50 manœuvres).

Pour notre application, il est indispensable de choisir des connecteurs possédant les caractéristiques suivantes :

- Perte d'insertion minime,
- Valeur d'affaiblissement de réflexion élevée (> 55 dB), pour permettre la transmission (si nécessaire) de signaux analogiques,
- Facilité de montage
- Perte d'insertion Nominale 0,5 dB,
- Valeur d'affaiblissement de réflexion élevée (55 à 60 dB)

2.4.7 Raccordement avec épissure

- Par fusion (uniquement), dites encore “ soudures ”.
- Atténuation Monomode :
 - Maxi toléré 0,2 dB.
 - Nominal 0,15 dB.

2.4.8 Thermoplastique et mécanique des cordons de protection des fibres ou jarretières

Les fibres utilisées pour les jarretières sont de qualité (monomode) identique, voire de même origine, que la fibre des câbles fournis.

- Polyuréthane ignifugé de couleur, de diamètres suffisants et adéquats suivant les cas.
- 1 000 manœuvres mini d'endurance mécanique pour un cordon avec des connecteurs.

2.4.9 Boîtier de continuité

Lorsque pour des raisons de longueurs de tirage de câbles ou de facilité de tirage ou de dépannage, il s'avère nécessaire d'interrompre la continuité d'un câble de fibre optique. Cette même continuité est assurée par des boîtiers de continuité en chambre de tirage.

D'une manière générale, ceux-ci permettent :

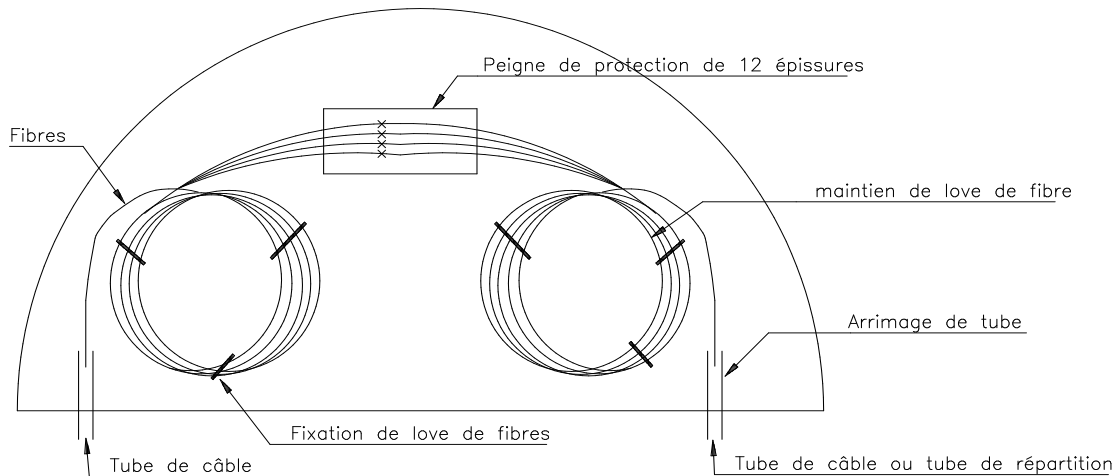
- L'arrimage d'un câble entrant et sortant
- Les rangements et arrimages de loves de fibres et tubes
- L'épissure en continuité des fibres
- Le maintien des épissures, leur rangement
- L'installation en chambre de tirage
- Une étanchéité IP 68 selon la norme NF EN 60 529, avec pressurisation par gaz inerte
- La mise à la terre des éléments métalliques du ou des câbles
- La réintervention

Ils sont constitués de la manière suivante :

- D'un contenant en polyester haute pression deux corps
- D'un système interne de rangement par plateaux ou organisateur à cassettes de capacité 144 fibres
- D'accessoires de montages :
 - Entrées de câbles thermo rétractable (diamètre 13 à 25 mm),
 - Kits de tubulures pour ré intervention,
 - Semelles d'amarrage de câbles,
 - Ferrures et châssis de fixation,
 - Prises de mise à la terre.
- De plusieurs pénétrantes de câbles (au moins quatre)
- D'une valve de pressurisation à gaz inerte
- D'un joint d'étanchéité élastomère entre les deux corps
- D'une visserie acier inoxydable

2.4.10 Cassettes

Les cassettes devront permettre l'épissurage de jonction comme le montre le schéma suivant :



2.4.11 Tiroir optique

Les tiroirs optiques seront dimensionnés selon le standard 19 pouces pour permettre leur installation dans les baies.

Selon les spécifications du maître d'œuvre, ils devront pouvoir accueillir au minimum 12, 24 ou 48 traversées optiques.

Ils seront coulissants afin de permettre des interventions sans démontage.

Les tiroirs devront être obligatoirement mis sur la première unité située tout en haut de la baie et un passe-câble 1U doit être mis en-dessous. Dans la mesure du possible, 2 U doivent être libres en-dessous de ce passe-câble pour les futurs besoins de fibre.

Le titulaire devra fournir la fiche technique des tiroirs "optique".

2.4.12 Baies

Afin de pouvoir répondre aux futurs besoins d'extension, il est nécessaire 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.

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 au minimum.

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 (sans interrupteur) sera fixé sur les montants arrières en bas de la baie et alimenté électriquement sur l'une des 2 alimentations électriques (PC+T dans boîtier type plexo au pied des baies).

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 2.4.2
- De tiroirs optiques comme définis au chapitre 2.4.11
- De passe-câbles horizontaux comme définis au chapitre 2.4.20
- D'équipements actifs (commutateurs réseaux, autocommutateurs, onduleur, ...)
- De bandeaux de prises (8 prises UTE sans interrupteur)
- Un onduleur rackable de 2U de hauteur d'environ 30kg
- De 2 chemins de câbles en fils d'acier soudés (« treillis métalliques »), d'une largeur d'au moins 200mm, fixés latéralement à la baie.

Le chemin de câble desservant une baie sera composé de fils d'acier inoxydable soudés (« treillis métalliques ») ou en tôle galvanisée ajourée de type "dalle marine" à bords non coupant. Celui-ci partira du plafond jusqu'au sol. Ses dimensions seront d'au moins 400mmx50mm pour pouvoir recevoir au moins 14 torons de 24 câbles et une ou plusieurs fibres optiques.

L'usage de goulotte pour la desserte de la baie n'est pas autorisé.

Les torons de câble arrivant par le haut devront être intégrés et fixés dans le chemin de câble jusqu'au sol avant de rentrer à l'arrière de la baie et remonter de façon organisée dans la baie. Ceci permet que le poids du câble soit majoritairement réparti dans le chemin de câble, de simplifier l'organisation des torons dans la baie et d'éviter une tension au niveau des raccordements sur les noyaux des panneaux RJ45.

L'arrivée des torons par une perforation dans le toit de la baie n'est pas autorisée.

La baie devra disposer un espace libre d'au moins 10cm entre la porte avant et montants avant (sur lesquels seront fixés les équipements) afin de pouvoir fermer la porte avant une fois les câbles de brassage branchés sur les équipements de réseau et les bandeaux/tiroirs.

Le titulaire devra fournir la fiche technique de la baie.

2.4.13 Organisation type d'une baie 42U

La fourniture des équipements actifs tels que les commutateurs réseaux et onduleurs ne font pas parti du présent marché. Ces équipements actifs ne sont indiqués dans le schéma que pour illustrer l'organisation d'une baie.

Le principe est que deux panneaux de 24RJ45 sont brassés sur un commutateur réseaux de 48 ports installés entre les 2 panneaux.

Le brassage des 24 prises du panneau situé au-dessus du commutateur se fera sur les 24 ports RJ45 de la rangée du haut sur le commutateur et seront numérotés **avec les chiffres impairs**.

Le brassage des 24 prises du panneau situé au-dessous du commutateur se fera sur les 24 ports RJ45 de la rangée du bas sur le commutateur et seront numérotés **avec les chiffres pairs**.

Un synoptique de chaque baie sera pourra être fourni par le maitre d'œuvre décrivant la position de tous les éléments précités à mettre en place. Il représente le document de référence.

Ci-dessous un schéma de principe de l'organisation type d'une baie 42U.



2.4.14 Coffret mural

Le recours à un coffret mural ne devrait se faire qu'en cas d'impossibilité technique à l'installation d'une baie **et sur validation explicite du maitre d'œuvre**.

Il est précisé que le coffret mural devra, *en sus du câblage*, pouvoir accueillir à minima 30kg d'équipements actifs (onduleur et actifs réseau). Le titulaire devra donc veiller à ce que le coffret, le mur et le système de fixation soient adaptés pour supporter à minima cette contrainte de poids.

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 et sera positionnée à gauche ou à droite, en fonction des contraintes du site, de façon à permettre accès aisé aux équipements installés dans le coffret.

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 au minimum.

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 (sans interrupteur) 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 2.4.2
- De tiroirs optique comme définis au chapitre 2.4.11
- De passe-câbles horizontaux comme définis au chapitre 2.4.20.
- D'équipements actifs (commutateurs réseaux, autocommutateurs, onduleur, ...)
- D'un bandeau de prise (au moins 8 prises UTE sans interrupteur)

Le chemin de câble desservant le coffret sera composé de fils d'acier inoxydable soudés (« treillis métalliques ») ou en tôle galvanisée ajourée de type "dalle marine" à bords non coupant. Ses dimensions seront d'au moins 200mmx50mm pour pouvoir recevoir au moins 4 torons de 24 câbles et une fibre optique.

L'usage de goulotte est proscrit pour la desserte du coffret.

Le titulaire devra fournir la fiche technique du coffret.

2.4.15 Passe-câbles horizontal

Les passe-câbles cordons seront métalliques et dimensionnés selon le standard 19 pouces et d'une hauteur de 1U. Ils devront comporter au minimum 5 anneaux métalliques.

A minima, il sera prévu un passe-câbles 1U en dessous de chaque tiroir optique.

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

2.4.16 Cordon de brassage RJ45

Les cordons de brassage RJ45 seront certifiés au minimum de catégorie 6A selon la norme ISO/IEC 11801-1 (dernière édition).

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

Il devra permettre la continuité du lien "Permanent Link Classe EA" et le support du 4PPoE (90w)

La gaine extérieure sera, de préférence, de couleur blanche ou grise.

Sauf spécification contraire du maître d'œuvre, il sera prévu 24 cordons de brassage pour chaque panneau RJ45 installé.

Il n'est pas demandé de fournir de cordon RJ45 pour les prises terminales.

Le titulaire devra fournir :

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

Il est précisé que les cordons de brassage peuvent être d'un autre constructeur que celui du système de câblage.

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

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 réseau

3.1.1 Emplacement du local réseau

Le local réseau sera positionné de manière à pouvoir desservir directement toutes les prises du bâtiment en respectant une longueur maximale de liaison de 90 mètres.

Ce local réservé aux courants faibles devra être fermé par une porte.

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

Dans ce cas de figure, il conviendra de déterminer le local de réseau principal sur lequel les autres locaux réseaux seront raccordés.

Sauf spécifications particulière du maître d'œuvre, il conviendra de créer 6 liaisons monomode OS2 entre chaque local réseau secondaire et le local de réseau principal.

En dehors des liaisons courant faibles et des alimentations strictement nécessaires au fonctionnement du local réseau, aucun fluide (eau, gaz, etc...) ne devra transiter dans le local réseau.

3.1.2 Desserte réseau du local réseau

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

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 réseau.

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 réseau

Le local sera dimensionné de façon à pouvoir installer la baie de brassage (voir chapitre 2.4.12) de façon à disposer d'un espace libre, autour de la baie, d'au minimum :

- 1m à l'avant de la baie (de façon à pouvoir ouvrir la porte avant sans difficulté)
- 1m sur au moins un des flancs de la baie
- 1m à l'arrière de la baie

Cet espace libre doit impérativement être respecté afin de ne pas compromettre toute extension du système de câblage ou toute intervention sur la baie.

Si plusieurs baies sont nécessaires, il conviendra de les aligner et de les fixer solidairement sur leurs flancs et d'adapter les dimensions du local en conséquence.

Le local devra avoir une hauteur sous plafond de 2,3m minimum, posséder un éclairage à l'avant et à l'arrière de la baie et ne pas présenter de faux-plafond.

Il doit présenter une porte d'accès donnant sur le couloir de circulation (et non dans une salle) et posséder 2 circuits électriques 2P+T de 16A distincts alimenté directement du tableau électrique et arrivant dans des boîtes électriques type plexo directement au pied des baies.

3.1.4 Rafraichissement du local

La température du local optimale doit être comprise dans la plage de 0°C à 28°C.

Dans le local réseaux seront installés des équipements actifs générant de la chaleur comme suit :

- des commutateurs réseau dégageant environ 420 BTU/h par commutateur
- possiblement un onduleur dégageant 578 BTU/h

Le nombre de commutateurs réseaux est lié au nombre de liaisons RJ45, aboutissant dans le local selon le ratio suivant : 1 commutateur réseau pour chaque ensemble de 48 liaisons RJ45 (arrondi à l'entier supérieur)

Exemple avec un local où 80 liaisons RJ45 aboutissent :

- 80 liaisons RJ45 cela donne $80/48 = 1,666$ soit 2 commutateurs réseau
- Ce qui donne en dégagement de chaleur : 2 commutateurs à 420 BTU/h chacun et un onduleur à 578 BTU/h
- Soit pour cet exemple 1418 BTU/h ($2 \times 420 + 578$)

La plage de température peut temporairement être élargie jusqu'à 35°C, mais il est à noter qu'au-dessus de 28°C l'impact est une diminution d'autonomie et de durée de vie des commutateurs et des batteries de l'onduleur par conséquent il est nécessaire de prévoir un système de rafraîchissement (air pulsé ou climatisation, sans que ces appareils ne soient à l'aplomb des baies) permettant une dissipation thermique adéquate des matériels présents dans la baie.

Le local doit de plus posséder une hygrométrie comprise entre 10% et 70% d'humidité relative, sans condensation.

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.

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 fabricant, 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).
- Organiser le câblage en torons, qui seront au maximum constitué de 24 câbles
- 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.
- Le respect de la catégorie RP3 pour garantir le PoE de puissance maximale sur toute l'installation.

Pour le tirage des câbles de fibre, le titulaire devra veiller à respecter :

- Les câbles optiques ne devront subir aucune contrainte mécanique excessive : pliage, traction, écrasement lors de leur mise en place. Le rayon de courbure maximum notamment sera conforme aux recommandations du fabricant de chaque câble.
- En aucun cas les câbles ne seront collés ou agrafés sur les matériaux.
- Les câbles optiques seront fixés sur les flancs internes du chemin de câbles et positionnés à l'écart des liaisons cuivres de manière à être visibles et accessibles.
- Les câbles seront protégés à l'aide d'une gaine et étiquetés dans les chambres de tirage. Un love de sécurité de 3 mètres minimum pourra être demandé et devra être respecté dans les chambres de tirage notamment pour mettre un boîtier d'épissurage. Les loves seront fixés verticalement, de manière à éviter les écrasements et permettre le montage futur de boîtes d'épissurages.
- Tout boîtier d'épissurage devra être fixé, soit dans une chambre avec fixation spécifique pivotante sur paroi de la chambre soit sur un mur fixé sur l'embase d'étanchéité.
- A chaque extrémité un love d'au moins 5m sera effectué dans un lieu proche de la baie de brassage afin de permettre une intervention ultérieure sur le cheminement du câble.

3.3.1 Contraintes d'environnement électromagnétique (CEM)

Afin de garantir le bon fonctionnement du système de câblage et de réduire les risques 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 : **5mm**
- 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). Quel que 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 24 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 24 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 pourra 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 réseaux et optiques 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 entraîner 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 pendants (simple ou double) avec semelles et console support. Si nécessaire, pour éviter l'inclinaison des pendants, 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.

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.

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.

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

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

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.



Chemin de câbles à la terre et étiqueté

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

Les finitions par découpe ou toutes autres dispositions de ce genre ne seront pas acceptées. Le titulaire devra obligatoirement utiliser les accessoires (embouts, angles, etc...) du fabricant des goulottes.

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

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

Les goulottes à 3 compartiments et cette affectation par compartiment permettent, au-delà d'assurer une séparation entre les câbles réseaux (VDI) et le courant fort, de bénéficier de toute la profondeur de la goulotte pour le passage de câbles et facilitent également les futures extensions de câblage.

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 d'installation en allège la goulotte devra être posée de façon à ce que l'axe des alvéoles se trouve entre au minimum 90cm et au maximum 130cm 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 la même gamme du constructeur.



Goulotte à 3 compartiments

3.3.2.3 Gains

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 VDI » 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 entraîner 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 RJ45

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 3 lettres ou 2 lettres et un chiffre :
 - LTP* pour le local technique principal,
 - LT1* pour le 2^e local technique,
 - LT2* pour le 3^e local technique....
- Chaque baie sera identifiée par une lettre (A, B, C, ...)
- Pour chaque panneau de brassage :
 - 1 lettre de A à Z sera utilisée tous les 48 prises RJ45
 - 1 numéro (de 1 à 48) pour chaque prise RJ45 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 avec un code d'identification fourni par le maître d'œuvre.

Des étiquettes d'identification signaleront clairement le type de câble. Les étiquettes seront du type « à frapper », uniquement, en plastique dur, de couleur verte.

Dans les chambres, une étiquette sera accrochée sur le câble ou à proximité de l'entrée de la boîte.

Derrière chaque tiroir, une étiquette sera posée également.

3.3.4 Brassage des panneaux 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 brassage.*

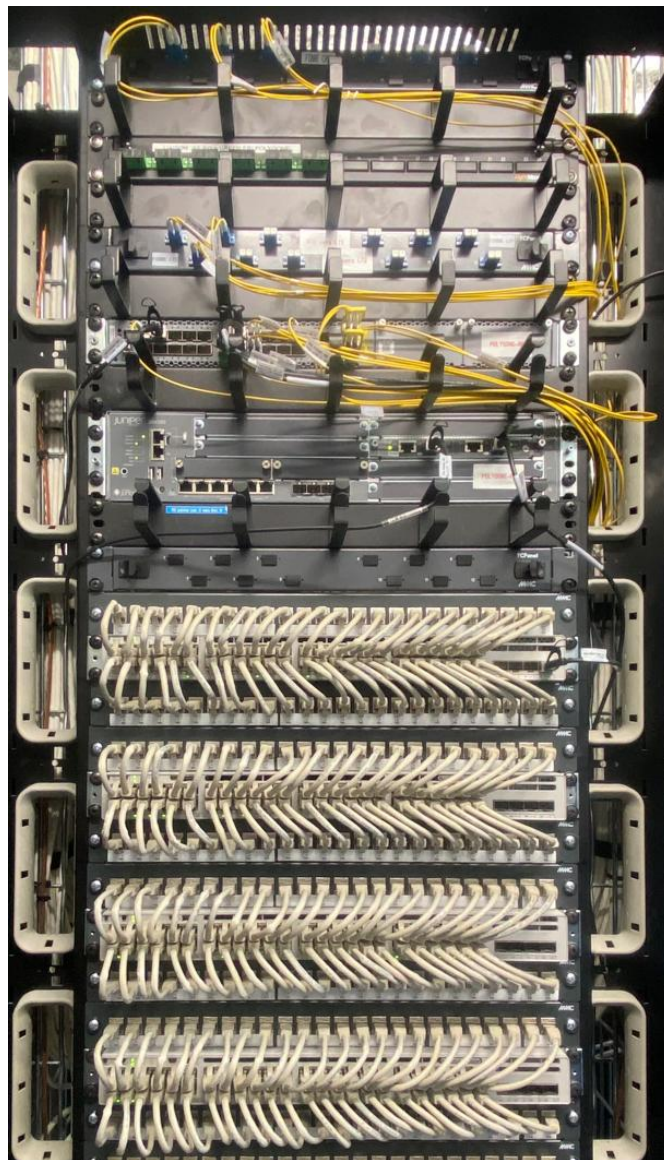
Le nombre de cordon de brassage devra être au minimum égale au nombre d'emplacements de prise RJ45 présent (câblés ou non) sur les panneaux de brassage installés.

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.

La longueur des cordons de brassage est, sauf spécification contraire du maître d'œuvre, de 15cm.

Pour les cordons supérieurs à 20cm, 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 brassée (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 protégera la partie imprimable.



Exemple de brassage d'une baie VDI

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.

Pour les passages de câbles dans un mur ou plancher coupe-feu, le titulaire devra mettre en œuvre un système de traversée coupe-feu passif afin de créer un passage de câbles permettant l'ajout ou le retrait aisé de câbles tout en restaurant le degré de protection incendie initial. Pour ce faire, le titulaire proposera des systèmes à base de mousses intumescents se déclenchant en cas d'incendie et restaurant ainsi l'étanchéité aux fumées et aux flammes.

3.3.6 Organisation du réseau de terre

La mise à la terre du système de câblage (*chemins de câble, panneaux RJ45, baies, etc.*) doit être réalisée en conformité avec les recommandations du constructeur et les normes EN50310 et EN50174-2.

Les liaisons équipotentielles seront réalisées depuis une barrette de terre du bâtiment avec tous les éléments conducteurs composant l'infrastructure de câblage VDI :

- Les chemins de câbles métalliques
- Les canalisations métalliques
- Les baies, panneaux RJ45, etc...

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 par équipement de mesure.

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 par équipement de mesure).

Les fiches de mesures seront toutes remises au maître d'ouvrage. Elles seront rédigées en langue française et fournies au format PDF.

Les résultats des tests devront être transmis au maître d'œuvre au minimum 5 jours ouvrables avant la date de réception de l'installation.

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 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.

4.2.1 Tests des liaisons RJ45

Toutes les liaisons RJ45 devront être testées en configuration « Permanent Link sans point de coupure PL2 » de Classe E_A conformément à la norme ISO/IEC 11801-1 (dernière édition).

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 (dernière édition).

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 de la norme ISO/IEC 11801-1 (dernière édition) en configuration "Permanent Link" de Classe EA.

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 et indiquera dans son rapport la marge moyenne de l'installation sur le NEXT (*Paradiaphonie*) et en RL (Perte de retour).

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

Dans le cas de chantier de plus de 100 prises, un tableau synthétisera l'ensemble des liaisons en précisant pour chaque liaison au format csv et au format natif de l'appareil de test utilisé :

- 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 (dernière édition))
- La date du test
- La validation (ou non) du test

4.2.2 Tests des liaisons optiques

Les tests de liaisons optiques seront assurés par un réflectomètre ou OTDR (Optical Time Domain Reflectometer).

Toutes les liaisons optiques devront être testées par réflectomètre dans les deux sens et avec les 2 longueurs d'ondes de 1310nm et 1550nm. Les tests utiliseront aussi des jarretières de référence (<0.15dB) conformément à la norme ISO 14763-3:2014

Nous souhaitons aussi que toutes ces mesures soient effectuées avec un appareil unique afin que les courbes puissent être dans un format unique en vue de comparaison (avec sortie des courbes sur support informatique).

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

La procédure de test est la suivante :

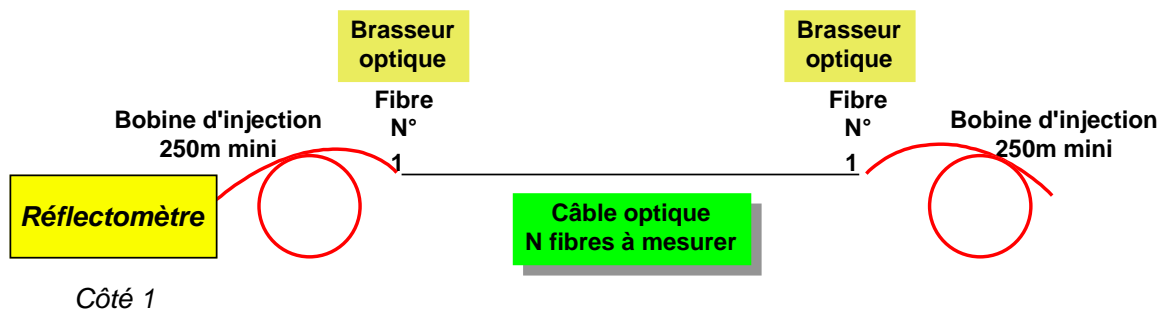


Figure a : Procédure de test réflectométrique d'une liaison

Le type de courbe obtenu avec cette procédure de test est la suivante :

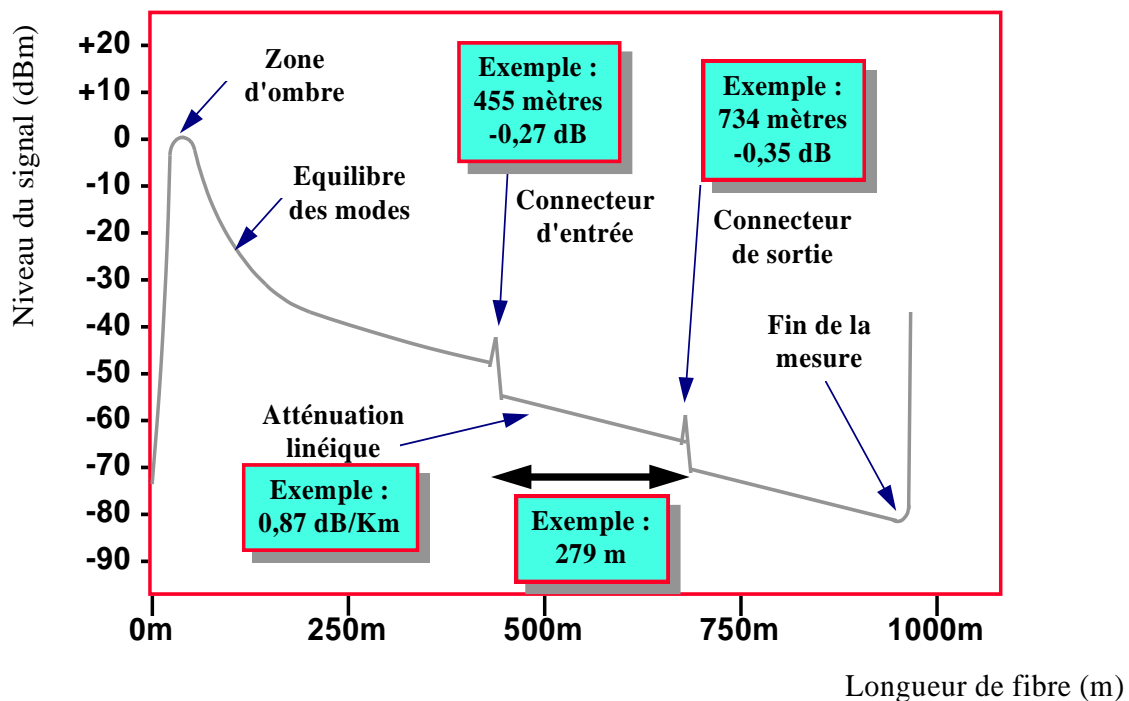


Figure b : Courbe réflectométrique type

Nous observons ici trois champs de mesures constitués respectivement de :

- La première bobine d'injection,
- Le câble mesuré,
- La deuxième bobine d'injection.

Toute courbe qui ne présentera pas ce type de forme sera systématiquement rejetée (pic non expliqué, mauvaise valeur de l'atténuation linéique ou de connecteur...).

L'appareil devra obligatoirement nous permettre de déterminer numériquement sous 1310 nm et 1550nm :

- | | |
|---|------------------|
| • La longueur de la fibre mesurée | Ex : 279 mètres, |
| • L'atténuation linéique de la fibre mesurée | Ex : 0,87 dB/Km, |
| • La valeur d'atténuation du connecteur d'entrée | Ex : 0.27 dB, |
| • La valeur d'atténuation du connecteur de sortie | Ex : 0.35 dB. |

Le cahier de recette et présentation des résultats devra fournir :

- Le résultat des mesures sera fourni en format PDF imprimable par fibre mesurée (format A4).
- Les fichiers du réflectomètre seront aussi fournis, sur support informatique au format S.O.R. Ils devront faire apparaître clairement l'identification des fibres (n° et couleur de tube + n° et couleur des fibres).
- Le cahier de recette devra aussi représenter, sur une même page, le résultat des mesures ainsi que le résultat des mesures précédentes afin de pouvoir comparer ces valeurs et suivre le vieillissement des fibres.

4.3 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 CCTP, les préconisations du constructeur et les règles de l'art. Une visite complète de la zone de chantier à réceptionner sera effectuée et la conformité ainsi que la réception ne seront validées que par le maître d'œuvre.

4.4 Réception du chantier

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 au titulaire la réalisation par un organisme de contrôle agréé et indépendant d'une 3^e série de mesures contradictoires 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. 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.

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 certaines prestations ne sont pas entièrement conformes aux spécifications du marché, sans que les imperfections constatées soient d'une importance majeure, le maître d'ouvrage peut, eu égard à la faible importance des imperfections et aux difficultés que présenterait la mise en conformité, renoncer à ordonner la réfection des ouvrages estimés défectueux et proposer au titulaire une réfaction sur les prix.

Si le titulaire accepte la réfaction, les imperfections qui l'ont motivée se trouvent couvertes de ce fait et la réception est prononcée sans réserve. Dans le cas contraire, le titulaire demeure tenu de réparer ces imperfections, la réception étant prononcée sous réserve de leur réparation.

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.

4.5 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

Il est demandé que le système de câblage bénéficie d'une garantie par le constructeur de la solution de câblage pour une durée d'au moins 15 ans à compter de la date de réception de l'installation réalisée.

Durant cette garantie 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'œuvre se réserve le droit de procéder, et pendant la période de garantie, à tous les essais qu'il jugera nécessaires.

Lors de son offre, le titulaire devra fournir toutes les attestations qui certifient ses compétences auprès du constructeur et qui lui permettront d'obtenir la garantie du constructeur sur le système de câblage réalisé.

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

A l'issue des travaux, le titulaire devra effectuer toutes les démarches nécessaires auprès du constructeur afin de fournir la garantie du constructeur de la solution de câblage installée. L'installation devra être conforme à toutes les spécifications techniques d'installation définies par le constructeur de chaque produit.

5.1 Définition : système de câblage

Le système de 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.

Le titulaire a obligation de proposer une chaîne de liaison de qualité technique homogène, entraînant la garantie d'un seul constructeur.

5.2 Garantie des composants

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.

Tout défaut sur un des composants entraînera une réparation ou un remplacement du composant dans le cadre de la garantie constructeur. L'intégralité des frais (matériel, main d'œuvre, déplacement) sera prise en charge par cette même garantie.

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 (dernière édition), pendant une période d'au moins 15 ans à compter de la date de réception de l'installation réalisée.

Tout défaut entraînant une non-conformité d'une liaison devra être couvert par la garantie constructeur et l'intégralité des frais (matériel, main d'œuvre, déplacement) sera pris en charge par cette même garantie.