

**Programme relatif à la maîtrise d'œuvre  
pour le câblage informatique des collèges  
de Seine-et-Marne**

*Secteur Sud*

## **PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GENERALES**

### **I.1. OBJET DU PRÉSENT PROGRAMME**

Le présent programme concerne la réalisation de câblages Voix Données Images, la mise en place des équipements actifs ainsi que l'installation de vidéoprojecteurs ultra courte focale dans 48 collèges situés dans le sud du Département.

Ces travaux viennent compléter le câblage existant réalisé dans les années 2000.

### **I.2. CONSISTANCE DES TRAVAUX**

Les travaux décrits par le maître d'œuvre comprendront :

- La fourniture, le transport à pied d'œuvre, la mise en place et le réglage de tous les appareils et tous les organes (même s'ils ne sont pas expressément prévus dans le présent document) qui seront nécessaires pour la réalisation complète de l'installation dans les règles de l'art et de manière qu'il n'y ait à pourvoir à aucune omission.
- Les programmations, les essais, les validations et tests réglementaires et mises au point pour mettre l'installation en parfait état de fonctionnement
- La dépose soignée avec remise en état des supports des anciens câblages et de leurs supports qui ne seront pas conservés (CPL, câblages sauvages non conservé en option.
- La migration des systèmes existants et de ses terminaux sur le nouveau système de câblage VDI y compris le brassage complet.
- La fourniture et la mise en place des équipements actifs stockables
- Une collaboration avec les services du Rectorat pendant la phase d'activation voire l'activation (en option au marché travaux).
- L'entretien de l'installation et les essais pendant toute la durée de la garantie.
- La fourniture et la mise en place de vidéoprojecteurs dans toutes les salles de classes, voire de TNI dans certaines d'entre elles.

### **I.3. NORMES ET REGLEMENTS A APPLIQUER**

Les installations seront exécutées suivant les règles de l'art, avec du matériel de qualité reconnue. Tous les appareils seront présentés, avant pose ou approvisionnement, à l'agrément du Maître d'œuvre et du Maître d'ouvrage.

A défaut, le maître d'œuvre devra exiger de l'Entrepreneur de fournir tous renseignements techniques (catalogues, photographies, plans) permettant de rendre parfaitement compte des caractéristiques de ces appareils et de leur conformité aux règlements.

L'ensemble des règlements applicables devra être décrit et notamment les :

- décrets, arrêtés, règlements et normes en vigueur à la date de la soumission.
- règlements UTE en général.
- norme NFC 12.100, additifs et décrets s'y rattachant, relatifs à la protection des travailleurs dans les établissements qui mettent en œuvre des courants électriques.
- décrets fixant les prescriptions d'hygiène et de sécurité applicables aux travaux effectués dans un établissement par une entreprise extérieure.
- norme NFC 12.200 relative à la protection contre les risques d'incendie.
- décret 72.1120 du 14 novembre 1972 relatif au contrôle et à l'attestation de la conformité des installations électriques intérieures.
- norme NFC 15.100 et additifs, fixant les conditions d'exécution des installations électriques de première catégorie.
- norme NFC 90125 concernant les réseaux de télédistribution audiovisuelle.
- directive européenne 89/336/EEC concernant la Compatibilité Electromagnétique et notamment aux normes EN 55022, EN 55024, EN 50081-1 et EN 50082-1.
- norme ISO/IEC 11801 document 25N780 concernant les systèmes de câblage VDI à paires torsadées de catégorie 6.
- normes EN 50167, EN 50168, EN 50169 portant sur les caractéristiques et les performances des câbles FTP.
- normes EN 186000-1, EN 187000 et EN 188000 portant sur les composants et câbles optiques.

### **I.4. SUJÉTIONS PARTICULIÈRES**

Les travaux pourront se dérouler en milieu occupé. Toutes dispositions, pour protéger les locaux et mobilier des salissures, ainsi que pour protéger du bruit les occupants des locaux devront être prévues.

Les interventions d'un caractère bruyant ou réalisées dans certains locaux sensibles, devront être programmées en dehors des heures ouvrables ou en l'absence des occupants des locaux concernés.

Le maître d'œuvre devra prendre l'attache du chef d'établissement ou de son représentant, préalablement au lancement de la consultation pour intégrer les éventuelles dispositions particulières à prendre en compte pour réaliser les prestations.

Le maître d'œuvre devra prendre toutes les dispositions, pour avertir le Maître d'Ouvrage, au cas où ses travaux risqueraient d'avoir des conséquences sur le bon fonctionnement des installations en service et pour assurer une totale continuité de services durant les heures ouvrables.

Le maître d'œuvre veillera à ce que toutes dispositions soient prises, tant pendant la mise en œuvre qu'au cours des essais des installations à sa charge, pour assurer la sécurité du public, de son personnel et des autres personnels présents, dans les locaux concernés, conformément aux normes de sécurité et réglementations en vigueur.

Il précisera que l'entreprise :

- restera responsable jusqu'à la réception des frais entraînés par la réparation de tous dégâts, vols ou bris.
- devra réparer à ses frais toutes les dégradations que ses agents, ouvriers, ou ses matériels et outillages pourraient causer aux ouvrages et mobilier quels qu'ils soient.
- sera tenu d'en informer le Maître d'Ouvrage ou l'un de ses représentants immédiatement ainsi que le chef d'établissement ou son représentant et sans délai en cas d'incident, accident ou dysfonctionnements graves.
- dotera ses agents de tous les équipements de protection et de sécurité prévus par la législation du travail pour la réalisation de chaque type de travaux.

## **I.5. OBSERVATIONS A LA MAITRISE D'OEUVRE**

Le maître d'œuvre, lors de son diagnostic, devra porter une attention toute particulière à l'environnement électromagnétique des installations de manière à prévoir tous les mesures et équipements à mettre en œuvre pour obtenir une parfaite immunité électromagnétique du câblage VDI.

Les documents transmis (DIAG, APD, PRO, DCE) seront remis en 4 exemplaires papier et un exemplaire sur support numérique.

## **I.6. QUALITÉ DES MATÉRIELS, MATÉRIAUX ET SERVICES**

Les performances attendues du système de câblage dépendent de la qualité des composants, du respect des règles de l'art d'installation et de la bonne application des règles d'ingénierie.

Les composants proposés et installés seront tous de la plus haute qualité et obligatoirement conformes aux normes en vigueur. L'installation, le câblage et le raccordement devront être réalisés par un personnel hautement qualifié.

Toute défectuosité ultérieure de fonctionnement qui s'avérerait être due à une mauvaise qualité des composants ou à un défaut de mise en œuvre, fera l'objet d'une remise à niveau intégrale de l'installation à la charge de l'Entrepreneur sur simple injonction du Maître d'Ouvrage ou de son représentant et sans autre procédure.

## **I.7. GARANTIE**

Une garantie d'un an sur tous les travaux, ainsi qu'une garantie sur l'ensemble des équipements fournis et sur les performances du système de câblage VDI telles que décrites dans ce document seront prévues.

le remplacement des composants sera pris en charge conjointement par le constructeur et l'Entrepreneur pendant les durées de garantie indiquées.

Le maître d'œuvre veillera à ce que l'Entrepreneur prendra à sa charge les frais se reportant à l'assistance technique pendant la durée des travaux, de techniciens spécialisés dans les équipements installés ou réutilisés.

A la fin de l'année de garantie, auront lieu les opérations suivantes ( sans frais supplémentaires ) :

- Contrôle de fonctionnement, de solidité de pose.
- Contrôle de l'état des appareils, appareillages et canalisations.
- Essais d'isolement conformes à ceux de la réception.

### **I.7.1. GARANTIE DU SYSTEME DE CABLAGE VDI**

La garantie sur les composants et les performances du système de câblage VDI, devra être assurée conjointement avec le constructeur des composants et équipements.

Afin de garantir la pérennité du système de câblage, l'Entrepreneur ainsi que ses intervenants devront obligatoirement posséder l'agrément du constructeur des composants VDI.

Cet agrément devra permettre au système de câblage de bénéficier :

- D'une garantie produits étendue au moins de 10 années sur l'ensemble des composants passifs.
- D'une garantie applicative au moins de 5 années, assurant le maintien des performances du câblage telles que décrites dans ce cahier des charges.

Le maître d'œuvre veillera à ce que l'Entrepreneur respecte toutes les procédures nécessaires auprès du constructeur des équipements de câblage VDI, pour assurer la validation technique des installations, de façon à ce qu'elles soient prises en charge au titre de la garantie, sans aucune réserve de la part du constructeur.

## **I.8. QUALIFICATIONS DES ENTREPRENEURS**

Les Entrepreneurs soumissionnaires devront posséder les qualifications et les agréments nécessaires.

## **I.9. EXECUTION DES TRAVAUX**

Le maître d'œuvre veillera à ce que l'Entrepreneur remette une installation complète, en parfait ordre de marche et répondant intégralement aux impératifs d'exploitation.

En conséquence, il ne pourra sous aucun prétexte, faire ultérieurement état d'omissions, erreurs ou mauvaises interprétations du dossier, pour se dispenser de fournir ou d'installer une partie d'équipement, dont l'absence mettrait en cause le fonctionnement de l'installation en son intégralité.

Le maître d'œuvre veillera à ce que l'Entrepreneur communique par écrit au Maître d'ouvrage (recommandé avec AR), toute réserve qu'il pourrait émettre, quant à des défauts de conformité de dispositifs ou d'installations relevant ou non de sa prestation mais dont il prendrait connaissance lors de l'exécution des travaux, que ces défauts concernent ou non sa propre réalisation.

### **I.9.1. INSTALLATIONS DE CHANTIER**

Le maître d'œuvre veillera à ce que les collègues mettent à disposition de l'Entrepreneur, conformément à la législation du travail en vigueur, pendant toute la durée des travaux, les locaux nécessaires :

- Au stockage du matériel et des outillages.
- A la tenue des réunions de chantier.
- L'Entrepreneur aura à sa charge le maintien en parfait état de propreté les locaux de l'ensemble de l'établissement ou il doit intervenir.

Les locaux employés devront impérativement pouvoir être fermés à clé.

Le maître d'œuvre veillera, à l'issue de la réalisation des travaux prévus, que les locaux, ont été remis dans leur état initial et qu'ils ont été correctement nettoyés.

### **I.9.2. ORGANISATION DU CHANTIER**

Le maître d'œuvre veillera à ce que l'Entrepreneur prennent toutes les dispositions utiles pour :

- Préserver de tout accident le public, le personnel de chantier et de toute personne présente dans l'enceinte du bâtiment.
- Protéger contre le risque de détérioration l'ensemble du matériel, le mobilier, les murs, sols et plafonds du bâtiment.
- Préserver du bruit les personnes présentes dans les locaux.
- Préserver l'environnement de travail du personnel.
- Assurer une continuité de services totale du système téléphonique, durant les heures de travail du personnel.
- Maintenir quotidiennement, pendant le cours des travaux, l'ordre dans le chantier, par le rangement de son matériel, le débarras et l'évacuation des gravats, déchets et emballages vides résultant de ses travaux.
- Assurer, après l'achèvement des travaux, l'enlèvement des anciens câblages et supports, de tous les appareils, matériels ayant servi au montage et aux essais et **le nettoyage fin complet du chantier et de tous les locaux mis à disposition.**

Le maître d'œuvre veillera à ce que l'Entrepreneur demande les autorisations nécessaires à la réalisation des travaux, et prenne toutes dispositions de sécurité pour assurer la protection et la signalisation vis-à-vis des tiers.

### **I.9.3. REUNIONS DE CHANTIER**

Les réunions de chantier hebdomadaires seront fixées d'un commun accord avec le Maître d'ouvrage.

Le maître d'œuvre et l'Entrepreneur seront présents lors de l'activation de l'installation par le rectorat. L'entrepreneur devra proposer dans son offre en option l'activation de l'installation.

### **I.9.4. DELAIS DES TRAVAUX**

Les travaux seront exécutés sur trois ans au plus suivant un planning qui sera fourni ultérieurement par le maître d'ouvrage

Le maître d'œuvre veillera à ce que l'Entrepreneur remette à la date de fin des travaux, une installation parfaitement achevée, conforme et opérationnelle.

## **I.10. DOSSIER DE RECOLEMENT**

Le maître d'œuvre veillera à ce que l'Entrepreneur remette au Maître d'Ouvrage, préalablement à la réception sur site, un dossier de récolement complet, afin que sa conformité aux travaux exécutés puisse être attesté.

Le maître d'œuvre veillera à ce que l'Entrepreneur modifie son dossier de récolement en fonction des remarques éventuellement formulées, par le représentant du Maître d'Ouvrage, suite au contrôle des documents.

Le maître d'œuvre veillera à ce que l'Entrepreneur remette au Maître d'ouvrage, 8 jours au plus tard après la réception des installations, sous forme de fichiers informatiques, le dossier de récolement validé des travaux réalisés.

L'absence de remise de dossier de récolement ou la remise d'un dossier erroné ou incomplet, entraînera un report du paiement des situations et fera l'objet d'une réserve quant au bon achèvement des travaux.

## **I.11. RÉCEPTION - ESSAIS**

Après l'achèvement des travaux, signalé par écrit au Maître d'Ouvrage par l'Entrepreneur, il sera procédé à la réception des travaux en présence de l'Entrepreneur, du Maître d'œuvre et du maître d'ouvrage.

Les essais des installations seront réalisés par l'Entrepreneur et effectués suivant les dispositions de l'assurance qualité et conformes aux règles en vigueur sur le site ainsi qu'aux procédures décrites dans le présent cahier des charges.

Les fiches de tests et compte rendus résultant de ces essais seront fournis au Maître d'Ouvrage sous format papier et informatique ( format .PDF impératif )

Une esquisse du dossier de récolement des installations, sera transmis par l'Entrepreneur au Maître d'œuvre et au représentant du Maître d'Ouvrage pour vérification et, ce, avant la réception des travaux.

La vérification des installations et du dossier de récolement, ne dispensera pas l'Entrepreneur d'effectuer d'autres essais à la demande du Maître d'Ouvrage ou de son représentant, en application de la réglementation en vigueur.

Pour que la réception puisse être effectuée, Le maître d'œuvre veillera à ce que l'Entrepreneur au préalable :

- ait réalisé tous les étiquetages et repérages nécessaires à la bonne exploitation des installations et à l'identification des différents équipements.
- Ait Fourni l'ensemble des fiches de mesures, synoptiques, plans et schémas concernant les câblages, ainsi qu'une édition des tableaux des constitutions des brassages.
- Ait migré tous les équipements et liaisons du système téléphonique existant, afin qu'ils puissent faire l'objet d'un contrôle de leur fonctionnement.

La réception comportera les opérations suivantes :

- Contrôle de spécifications en quantité, en conformité avec le devis.
- Contrôle de qualité et de conformité des câbles et composants et des conditions de pose.
- Contrôle de qualité et de conformité des cheminements et supports et des conditions de réalisation.
- Contrôle de la conformité aux règles de l'art de la mise en œuvre des équipements.
- Contrôle des tests de validation réalisés conjointement avec l'Entrepreneur.
- Contrôle des tests de continuité des mises à la terre du système de câblage, réalisés par l'Entrepreneur.
- Contrôle de conformité des documents destinés à constituer le dossier de récolement définitif.

Cette réception, si elle est prononcée sans réserve, donnera lieu à un procès-verbal signé par les deux parties, attestant de la conformité de l'ensemble des installations au descriptif et aux normes, ainsi que de la conformité de l'esquisse du dossier de récolement en regard du présent document et des installations réalisées.

Si des réserves sont prononcées, celles-ci feront l'objet d'un compte-rendu et l'Entrepreneur sera tenu de remplacer immédiatement et à ses frais tout ouvrage non conforme au descriptif ou aux normes en vigueur.

Toutes les éventuelles opérations supplémentaires de levée de réserves sur site, liées à un constat lors de la réception sur site, de non-achèvement ou de non-conformité des travaux, du fait de l'Entrepreneur, devront être prises en charge par l'Entrepreneur.

## **II. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES PARTICULIERES**

### **II.1. TRAVAUX INCLUS AU PRESENT CORPS D'ETAT**

Le maître d'œuvre veillera à ce que l'Entrepreneur prenne toutes les précautions et mette en œuvre tous les moyens nécessaires pour protéger le mobilier, les revêtements de sol et les revêtements muraux du bâtiment, ainsi que pour réduire les nuisances induites par ses travaux (passages, bruits, salissures, ...).

Les prestations à effectuer, conformément aux descriptions et préconisations du présent cahier des charges, concerneront :

- L'installation de l'ensemble des conduits et supports du câblage VDI, ainsi que les supports communs au câblage et aux prises courants forts associées au câblage VDI.
- Les sujétions d'ouverture et de fermeture des faux plafonds aux emplacements des cheminements et câbles à installer et de pose et dépose de tout équipement, nécessaires à la réalisation des installations.
- L'installation d'un système de câblage VDI banalisé dans l'ensemble des locaux prévus, conformément au projet.
- La fourniture de l'ensemble des cordons et jarretières nécessaires à la connexion des équipements en baies et terminaux VDI.
- La conception, la fourniture et l'installation des répartiteurs et sous répartiteurs sous forme de baies y compris la fourniture du matériel actif rackable à l'existant ainsi que le brassage de l'ensemble des connecteurs en baies.
- La réalisation des réseaux de terre et de masse du système de câblage VDI.
- La fourniture et la pose, si absent, d'un dispositif de climatisation du local du répartiteur général par l'intermédiaire d'un système à détente directe du type « Split system ».
- La réalisation d'un bandeau de 4 points d'accès de type PA2 dans le local contenant les serveurs.
- La dépose de l'ensemble des équipements et câblages informatiques, ainsi que de leurs supports, devenus inutiles suite à la réalisation des travaux (CPL et câblages sauvages non retenu en option).
- L'étiquetage et le repérage des équipements et câblages conformément aux prescriptions du présent document.
- Les tests et vérifications conformément aux prescriptions de ce document.
- La réalisation des dossiers d'exécution et de récolement des installations conformément aux prescriptions de ce document.
- La fourniture et la mise en place de vidéoprojecteur ultra coute focal dans une partie des salles de classes et des TNI dans les toutes les autres classes.
- L'ensemble des prestations indissociables à la mise en place de vidéoprojecteurs ou de TNI tels que le déplacement des luminaires, le remplacement de tableau...

Les travaux à exécuter comprendront la fourniture, le transport à pied d'œuvre, la mise en place et le réglage de tous les appareils et tous les organes nécessaires au bon fonctionnement de l'installation de telle sorte qu'il n'y ait à pourvoir à aucune omission.

Le maître d'œuvre établira un CCTP générique de tous les collèges et un CCTP spécifique par établissement. Ce dernier tiendra tenant compte des caractéristiques et environnements propres à chaque local du bâtiment et à chaque parcours, ainsi que des indications qu'il aura obtenues de la part du Maître d'Ouvrage, du collègue, du SPS ou du bureau de contrôle sur les dispositions qui seront adaptées.

Les fournitures et mises en œuvre du présent corps d'état comprendront :

- L'exécution de tous percements, scellements, encastresments, dans toutes les parois et planchers nécessaires à l'installation,
- Le rebouchage des percements après le passage des câbles et la réfection de la protection coupe-feu, le cas échéant.
- Les raccords divers résultant de la fixation des appareils.
- La protection antirouille des métaux ferreux.
- Le nettoyage parfait des locaux et l'évacuation des gravats et emballages.
- La protection des ouvrages et revêtements existants, ainsi que du mobilier.
- La mise en œuvre des mesures de sécurité réglementaires pour la protection du public et des personnels.
- Toutes les coordinations, avec le Maître d'ouvrage et ses représentants, ainsi qu'avec tout autre intervenant concerné par ce projet :
  - Pour la description des installations prévues.
  - Pour la planification des différentes opérations suivant le planning des travaux.
  - Pour la prise en compte des contraintes d'installation liées au bâtiment et à la réalisation des travaux en milieu occupé.
  - Pour la validation des emplacements des percements, proposés par l'Entrepreneur, avant exécution.
  - Pour la validation des équipements proposés par l'Entrepreneur.
  - Pour l'implantation précise de tous les équipements, conduits et supports prévus.
  - Pour l'installation des équipements sans nuisance pour les occupants des bâtiments.
  - Pour la mise en œuvre des mesures légales d'hygiène et de sécurité, ainsi que de protection des personnels.
- A réaliser tous les déplacements liés aux travaux.
- A respecter les procédures et horaires d'accès aux locaux.

## **II.2. RECETTE TECHNIQUE**

La qualité et la fiabilité des installations devant être irréprochables, il est demandé à l'Entrepreneur un contrôle efficace des fonctionnalités des logiciels et équipements, des montages ainsi que des performances des liaisons du système de câblage VDI.

La recette technique sera effectuée préalablement à la réception des travaux.

La recette technique doit apporter la preuve :

- Que les câblages ont été réalisés conformément au cahier des charges et que leurs performances sont conformes aux normes, arrêtés et règlements listés dans ce document.
- Que les fonctionnalités, programmations et configurations des différents équipements et systèmes VDI, ainsi que des logiciels, sont conformes aux prescriptions de ce document et aux besoins du Maître d'Ouvrage.

Si des défauts nécessitant la modification d'une partie de l'installation ou une révision de l'installation, apparaissent au cours des tests de recette, il conviendra d'y remédier sans délai, sans majoration de prix, et ce jusqu'à un fonctionnement satisfaisant.

### **II.2.1. RECETTE DES CABLAGES A PAIRES TORSADEES**

La recette technique des câblages en paires torsadées sera obligatoirement réalisée conjointement par le maître d'œuvre et l'entrepreneur à l'aide d'un équipement adapté capable de balayer une bande de fréquences de 0 à 250 MHz et de valider simultanément, les différents protocoles de liaison, supportés par la paire torsadée.

Les mesures à effectuer auront pour but de vérifier que chaque liaison à 4 paires, est conforme aux normes applicables et que les performances de chaque liaison répondent aux seuils définis par les différents standards de réseau informatique et par le présent document.

Les campagnes de mesures devront se dérouler avec le réseau électrique en charge, notamment tout l'éclairage des locaux.

Les mesures consisteront à effectuer tout d'abord, un test en statique de chaque liaison, permettant de s'assurer :

- Que les 4 paires et l'écran sont correctement connectés au deux extrémités.
- Que les continuités des 4 paires et de l'écran ne sont pas interrompues.
- Que les polarités de chacune des 4 paires sont respectées.
- Que le code couleur et le positionnement des conducteurs sont conformes à la convention de câblage décrite dans ce document.
- Qu'aucun court-circuit n'existe entre les conducteurs ou entre un des conducteurs et l'écran.
- Que l'isolement entre tous les conducteurs et entre les conducteurs et l'écran est correct.
- Que l'identification de la liaison est bien celle portée sur le plan d'exécution.
- Que la longueur n'est pas supérieure aux 90 mètres autorisés.

Les mesures en statique, seront obligatoirement complétées par un test dynamique permettant de mesurer les différentes caractéristiques de chaque liaison lorsqu'elle transmet un signal.

Le test dynamique devra être réalisé avec un testeur de réseaux capable à la fois de vérifier :

- La conformité des valeurs des paramètres relevées en regard :
  - De la classe E définie par la norme ISO 11801 édition N780, pour les liaisons de distribution horizontale, constituées de composants de catégorie 6.
- La conformité des valeurs des paramètres relevées sur les liaisons de distribution horizontale, en regard des différents standards réseaux actuels y compris le Gigabit-Ethernet et l'ATM155.

Le testeur devra, préalablement à la réalisation des tests, être réglé avec les options suivantes activées :

- Pour les liaisons de distribution horizontale :
  - Test de conformité à la classe E définie par la norme ISO 11801 édition N780, en mode Permanent Link.
  - Test de conformité réseaux activé.
  - Balayage en fréquence de 0 à 250 MHz.

Les mesures réalisées en permanent Link devront impérativement être réalisées à l'aide de cordons de test, adaptés au type de système de câblage installé.

Le test dynamique consistera à mesurer sur chaque liaison de distribution horizontale :

- Les paramètres suivants, définis par la norme ISO 11801 :
  - L'atténuation de chacune des paires.
  - La capacité de chacune des paires.
  - La résistance de chacune des paires.
  - L'impédance de chacune des paires.
  - La paradiaphonie ou Next des six combinaisons de paires dans les deux sens.
  - L'Atténuation and Crosstalk Ratio de chaque combinaison de paires dans les deux sens.
  - Le PowerSum NEXT : paradiaphonie cumulée par l'ensemble des autres paires sur la paire mesurée, pour les quatre combinaisons de paires.
  - Le PowerSum ACR : rapport entre la valeur du signal de la paire mesurée et le bruit généré par les 3 autres paires, pour les quatre combinaisons de paires.
  - L'ELFEXT : télédiaphonie (bruit généré par une paire sur une autre aux extrémités opposées de la liaison), pour chacune des six combinaisons de paires.
  - Le PowerSum ELFEXT : télédiaphonie cumulée par l'ensemble des autres paires sur la paire mesurée, pour les quatre combinaisons de paires.
  - Le Maximum Delay : temps maximum de propagation des signaux, pour chacune des quatre paires.

- Maximum Delay Skew : différence entre le temps de propagation le plus court et le plus long des quatre paires.
- Return Loss : coefficient de la réflexion liée à l'hétérogénéité de la liaison (câble, connectiques, branchements), sur le signal de la paire mesurée, pour chacune des quatre paires.
- Longitudinal to Differential Conversion Loss : différence de balance entre les paires.

Le test réalisé sur chaque liaison à 2 ou 4 paires devra apporter la preuve :

- Que toutes les valeurs mesurées sont conformes aux normes applicables.
- Que tous les standards réseaux supportés par la paire torsadée, y compris le Giga-Ethernet, sont acceptés. A cet effet, l'équipement de mesures devra posséder en mémoire l'ensemble des valeurs seuils définis pour tous ces standards, afin d'y comparer les valeurs relevées et en découler l'acceptation ou le refus pour chacun des standards.
- Qu'il n'y a pas d'anomalie dans l'interprétation des résultats obtenus.

## **II.2.2. RECETTE DES CABLAGES OPTIQUES**

Les mesures des caractéristiques optiques des liaisons seront effectuées dans les deux sens et sur les deux longueurs d'onde de 850nm et 1300nm sur chaque fibre optique installée.

Ces mesures de réflectométrie devront permettre de déterminer pour chaque fibre, dans les deux sens et sur les deux longueurs d'onde :

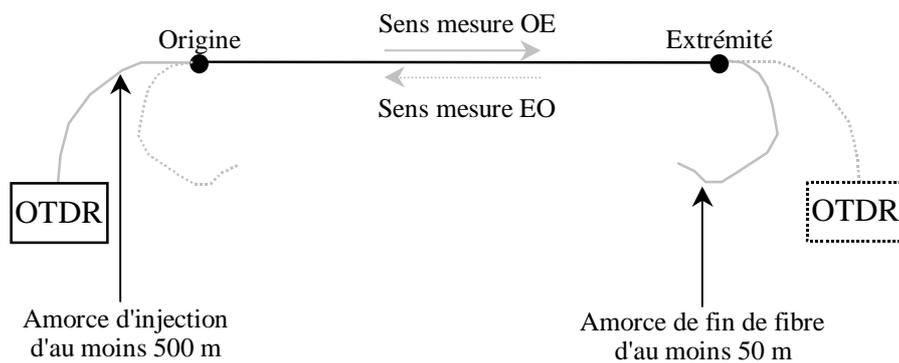
- L'atténuation en ligne de chaque section de fibre.
- La perte à l'insertion de chaque connecteur.
- La perte à l'extraction de chaque connecteur.
- La réflexion de chacun des événements.
- La longueur de chaque fibre.

De plus, tout défaut éventuel d'atténuation réfléchive ou non devra pouvoir être localisé sur les courbes de réflectométrie.

Les atténuations linéiques relevées sur les fibres optiques installées, sur les deux longueurs d'onde, devront être conformes aux valeurs données par le constructeur.

La perte à l'insertion ou à l'extraction de chaque ensemble mesuré de deux connecteurs et un corps de traversée, ne devra pas être supérieure à 0,5 dB.

La procédure de test à employer devra être la suivante :



Une fois les tests de toutes les fibres d'un même câble réalisés à partir d'un répartiteur, l'OTDR et l'amorce de fin de fibre seront intervertis et les fibres seront à nouveau mesurées à partir du second répartiteur, dans l'autre sens.

L'utilisation d'amorces d'injection et de fin de fibre, pour la réalisation des mesures, est obligatoire.

Leurs longueurs devront être suffisantes, pour distinguer le pic d'injection du signal, par rapport à la réflexion du premier connecteur, et la réflexion du second connecteur par rapport à la fin de fibre.

Les mesures seront réalisées à l'aide d'un réflectomètre possédant un pouvoir séparateur élevé d'au plus 2 mètres, de manière à pouvoir mesurer les fibres fidèlement sur de courtes distances et distinguer correctement chaque événement.

### **II.2.3. RECETTE DES RESEAUX DE TERRE**

La recette réalisée doit apporter la preuve que les réseaux de mise à la terre des répartiteurs et des cheminements qu'il a installés, ont été correctement réalisés.

Pour cela, il devra à partir de chaque répartiteur et jusqu'au puits de terre, vérifier à l'aide d'un milliohmètre la résistance de boucle du trolley de mise à la terre des cheminements et du câble de mise à la terre des répartiteurs.

La mesure sera réalisée, une fois le trolley des masses et le conducteur de terre des répartiteurs connectés au puits de terre du bâtiment, en ouvrant la barrette de terre du répartiteur de manière à dissocier les deux conducteurs.

La résistance mesurée devra montrer une résistance linéique des conducteurs, inférieure ou égale à 0,02 Ohm/m.

### **II.3. DOCUMENTS A FOURNIR**

#### **II.3.1. DOSSIER D'EXECUTION**

Le maître d'œuvre devra disposer de la part de l'Entrepreneur d'un dossier d'exécution comprenant au moins:

- Les plans des locaux indiquant :
  - L'implantation de tout le matériel, ses caractéristiques et ses références.
  - L'implantation, la nature et les dimensions des chemins de câbles et supports.
  - Les réservations avec dimensions pour gaines verticales, fourreaux et passages des câbles.
  - Le repérage projeté des équipements des répartiteurs et des prises RJ45.
- L'ensemble des mesures génériques et spécifiques concernant l'intervention sur l'amiante et l'ensemble des demandes formulées auprès des organismes ainsi que les autorisations correspondantes.
- Les schémas des organisations projetées des répartiteurs.
- Le synoptique projeté du câblage VDI.
- La nomenclature des plans.
- Le planning prévisionnel détaillé des travaux, indiquant les différentes étapes de l'installation.
- Les fiches techniques de tous les équipements proposés avec adresse des fournisseurs.

### **II.3.2. DOSSIER TECHNIQUE DES INSTALLATIONS**

Le résultat de l'application des procédures de recette se traduira par la remise, avant la réception des travaux, du dossier technique des installations qui devra comporter :

- La nomenclature des plans.
- Le dossier technique complet du système de câblage VDI.
- Les plans des ouvrages exécutés avec implantation et identification des cheminements et des équipements installés.

Le dossier technique du système de câblage VDI sera constitué des documents suivants :

- Des bordereaux individuels de mesure de toutes les liaisons à paires torsadées.
- D'un état récapitulatif des mesures des liaisons à paires torsadées par répartiteur.
- Des courbes de réflectométrie de mesure de toutes les liaisons de rocade à fibres optiques.
- Des tableaux reprenant les bilans d'atténuation linéiques de chaque fibre de chaque rocade, dans les deux sens et sur les deux longueurs d'onde et indiquant, l'atténuation de chaque connecteur de la liaison, ainsi que la perte en ligne.
- D'un synoptique du système de câblage VDI.
- Des schémas des répartiteurs avec l'implantation et l'identification de tous les équipements.
- Des tableaux des brassages réalisés dans les répartiteurs, indiquant les constitutions utilisées, ainsi que l'identification et la nature des équipements connectés.
- D'un état récapitulatif des valeurs de résistance de boucle des conducteurs de masse et de terre au répartiteur.
- Des fiches techniques des matériels utilisés avec adresses des fournisseurs.

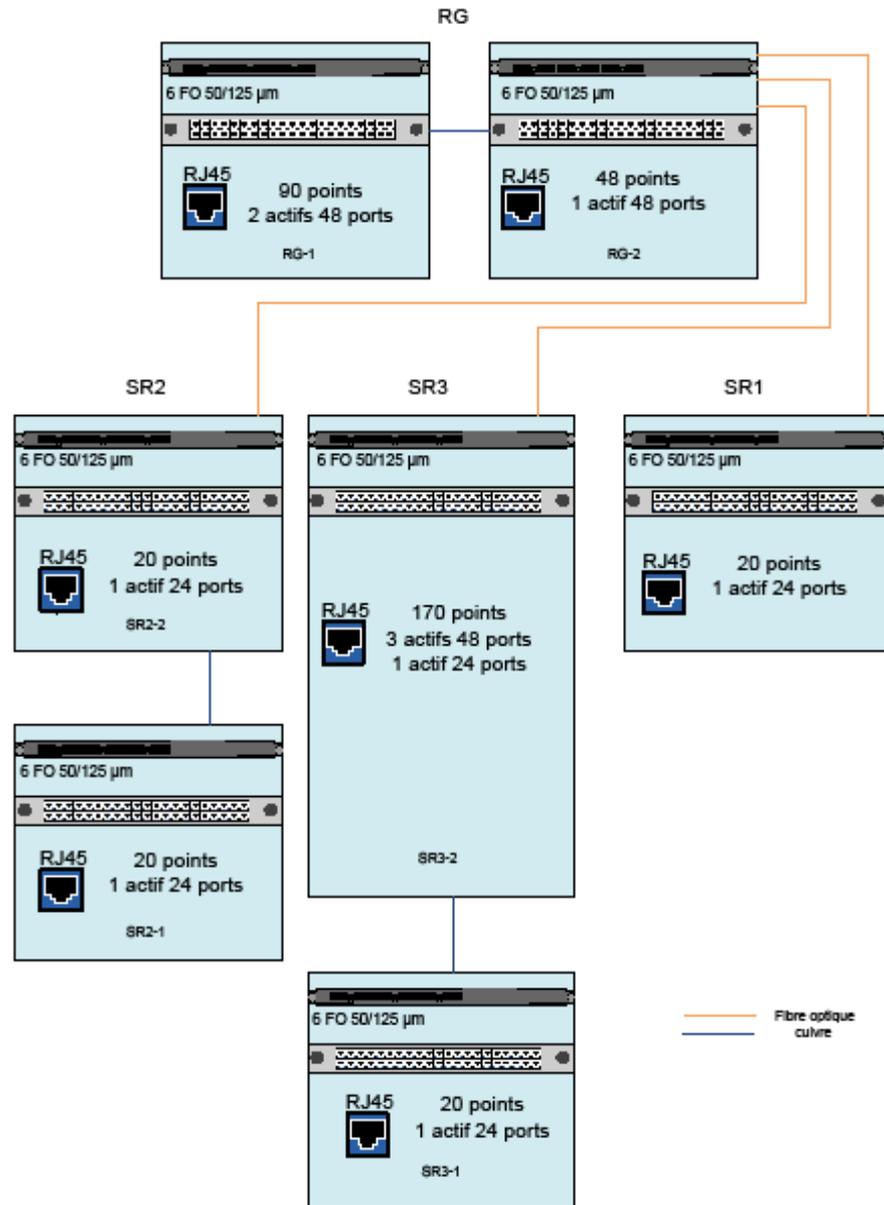
Aucune mutation sur le nouveau système de câblage ne sera entreprise, tant que le dossier technique attestant de la validité du nouveau système de câblage, ne sera pas remis et validé par la maîtrise d'œuvre.

### **II.3.3. DOSSIER DE RECOLEMENT**

Dans un délai de deux semaines après la réception des travaux, le maître d'œuvre devra fournir au Maître d'Ouvrage, en **quatre** exemplaires papiers et électroniques sur CD-ROM, le dossier de récolement des installations établis par l'entreprise. Ces documents auront été vérifiés et validés par la maîtrise d'œuvre.

- Le dossier technique validé des installations.
- Les plans de récolement des distributions de l'ensemble des niveaux faisant clairement apparaître les courants forts et faibles. Ils devront également indiquer les repères de chaque connecteur RJ45 (Format AUTOCAD.DWG).
- Les plans de constitution des répartiteurs généraux et sous répartiteurs avec les repères. (Format AUTOCAD.DWG ou PDF).

- Le synoptique de câblage. (Format AUTOCAD.DWG ou PDF) selon modèle ci-après



- Les fiches de recettes pour les câbles et fibres optiques. (PDF).
- Plan des armoires électriques créés ou modifiés. (PDF).
- Les fiches d'auto-contrôles pour les courants forts. (PDF).
- Les fiches techniques de l'ensemble des matériaux utilisés (Câbles, baies et équipements, matériel actif, chemins de câbles, goulottes, Prise de courant normales et détrompées, prises RJ45, cordons, cordons VGA, matériel de tableau électriques, PV des produits de rebouchage coupe feu) (PDF).
- Les notices de consignes et instructions d'exploitation utiles au fonctionnement et à l'exploitation de l'ensemble des installations.

### **III. DESCRIPTION DES PRESTATIONS A REALISER**

#### **III 1 CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU CABLAGE VDI**

Le système de câblage constitue l'ossature des réseaux courants faibles, il doit répondre aux critères minimum suivants :

- Etre normalisé :
  - Conforme à la norme internationale ISO 11801 en vigueur.
  - Offrir des performances conformes à celles requises par tous les réseaux informatiques existants supportés par la paire torsadée y compris le Gigabit Ethernet.
- Etre systématique :
  - Tous les locaux, en fonction de leur affectation et de leur superficie, seront équipés d'un ou plusieurs ensembles appelés points de connexion.
- Etre banalisé :
  - Toutes les prises de chaque point de connexion seront rigoureusement identiques et équipées du même nombre de paires.
- Etre adaptable :
  - Toutes les prises et ports de distribution horizontale du système de câblage doivent permettre la fixation d'un adaptateur, offrant la possibilité d'exploiter l'ensemble des 4 paires de chaque liaison, pour la connexion de plusieurs terminaux sur une même prise.

### **III.1.1. ARCHITECTURE DU SYSTEME DE CABLAGE VDI**

Le système de câblage sera constitué au minimum des entités suivantes :

- Les répartiteurs, dont la fonction est d'assurer la connexion des sources sur les liaisons distribuant les locaux du bâtiment.
- La distribution verticale qui est constituée par l'ensemble des câbles et connectiques permettant la connexion des équipements de réseau et de sources entre plusieurs répartiteurs.
- La distribution horizontale qui est constituée par l'ensemble des câbles et connectiques permettant la connexion des terminaux dans les locaux à partir des répartiteurs, la distribution horizontale est banalisée.

Afin de respecter une longueur maximum de 90 m entre le répartiteur général et les prises terminales, l'entrepreneur devra envisager la création d'éventuels sous répartiteurs.

Il devra en étudier tous les aspects (constitution, emplacement, capacité, liaisons,... ) et proposer ces solutions pour validation au Maître d'Ouvrage dans le cadre des études d'exécution.

### **III.1.2. FOISONNEMENT DU SYSTEME DE CABLAGE VDI**

Les terminaux VDI des bâtiments seront connectés aux réseaux VDI et sur les alimentations électriques, par l'intermédiaire de points de connexion constitués par un ensemble de prises de courant et de prises RJ45.

Les points de connexion seront définis comme suit :

- **PA1 – Il s'agit d'un point de connexion pour un bureau:** Il comprend : **1** prise RJ45 destinés à la connexion des terminaux VDI, accompagnés de **2** prises de courant (2x16 A+T) détrompées + **1** prises (2x16 A +T) banalisées.
- **PA2 – Il s'agit d'un point de connexion pour un fond de classe.** Il comprend : **2** prises RJ45 destinés à la connexion des terminaux VDI, accompagnés de **4** prises de courant (2x16 A+T) détrompées + **2** prises (2x16 A +T) banalisées.
- **PA3 – Il s'agit d'un point de connexion pour le bureau du professeur.** Il comprend: **2** prises RJ45 destinés à la connexion des terminaux VDI, accompagnés de **4** prises de courant (2x16 A+T) détrompées + **2** prises (2x16 A +T) banalisées+ **1** fiche vidéo type VGA femelle et/ou une fiche HDMI + **1** fiche audio femelle type « jack 3,5 mm » + **1** fiche USB avec distance maxi à respecter. Correspond au poste de raccordement des vidéoprojecteurs au niveau du poste de travail de l'enseignant.

- **PAT – Il s’agit d’un point de connexion « technique »:** 2 prises RJ45 destinée à la connexion des terminaux VDI, accompagnés de 2 prises (2x16 A +T) banalisées.
- **PAV – Il s’agit d’un point de connexion vidéo** Il comprend: 1 prise RJ45 destinée à la connexion d’un vidéoprojecteur + 1 prise (2x16 A +T) banalisées + 1 fiche vidéo type VGA mâle ou femelle (selon le site) et/ou une fiche HDMI + 1 fiche audio mâle ou femelle (en fonction du site) type « jack 3,5 mm » + 1 fiche USB avec distance maxi à respecter. Correspond au poste de raccordement des vidéo projecteurs au niveau du plafond.

TYPE DE PÔLE	TYPE DE LOCAL	DESIGNATION DU TYPE DE POINTS	NOMBRE DE VIDEO PROJ.
ACCUEIL	Hall d'accueil	PAT	
	Loge du gardien	PA1	
LOCAUX ADMINISTRATIFS	Salle de réunion	PA3 + PAV	1
	Local duplication	PAT	
LOCAUX ENSEIGNANTS	Salle de réunion professeurs	PA2	
	Salle de travail professeurs	PA1	
LOCAUX MEDICAUX ET SOCIAUX	Bureau du médecin et de l'infirmière	PA1	
LOCAUX SOCIO-EDUCATIFS VIE SCOLAIRE	Salle de permanence	PA3 + PA2 + PAV	1
	Salle de réunion élèves	PA2	
	Salles d'activités de groupes	PA2	
	Bureau du Conseiller d'Education	PA1	
	Bureau des Surveillants	PA1	
ENSEIGNEMENT GENERAL	Salles de cours	PA3 + PA2 + PAV	1
	Dépôts salle de cours	PAT	
	Dépôts salle de cours	PAT	
ENSEIGNEMENT ARTISTIQUE	Arts Plastiques	PA3 + PA2 + PAV	1
	Musique	PA3 + PA2 + PAV	1
ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE	Sciences expérimentales (dont 1 EXAO)	PA3 + PA2 + PAV	1
	Collections - laverie	PAT	
ENSEIGNEMENT TECHNIQUE	Salle de polytechnologie	PA3 + PA2 + PAV	1
	Espaces partagés	PAT	
	Bureau	PA1	
MULTIMEDIA	Salle multimédia	PA3 + PA2 + PAV	1
CENTRE DE DOCUMENTATION ET D'INFORMATION	Bibliothèque - Salle de lecture	PA2	
	Documentation - Salle de travail	PA3 + 2 PA2 + PAV	1
	Bureau du Conseiller d'Orientation	PA2	
	Dépôt	PAT	
LOCAUX EPS	Bureau E.P.S.	PA2	
RESTAURATION	Stockage neutre	PAT	
	Réserve réfrigérée	PAT	
	Espace distribution libre service	PA1	
	Salle à manger élèves	PA2	1
	Bureau	PA1	
LOCAUX DE MAINTENANCE	Atelier du factotum	PA1	
	TGBT	PAT	

Le dimensionnements des éventuelles rocares informatiques optiques entre répartiteur et sous-répartiteur sont constitués de fibres optiques multimodes dont le nombre de brins sera à déterminer.

### **III.1.3. INSTALLATION DE LA DISTRIBUTION HORIZONTALE**

La distribution horizontale, est l'ensemble des câbles connectant les points de connexion aux répartiteurs.

La longueur maximale de chaque liaison de distribution horizontale sera de 90 mètres.

La distribution horizontale sera constituée de câbles du constructeur Infra+ de type MNC MS 800 ou équivalent et/ou de câbles doubles de type MNC MS 880 ou équivalent, d'impédance 100 Ohms, à écrantage par paire de **catégorie 6**.

Les prises RJ45 des points de connexion seront constituées d'un noyau RJ45 **catégorie 6** équipé d'un plastron adaptable au format 45x45.

Les supports des prises de chaque point de connexion côté utilisateurs, devront impérativement offrir des emplacements en nombre suffisant pour permettre l'installation des quatre ou six prises de courant détrompées au format 45x45, respectivement associées aux points de connexion, destinés à la connexion de terminaux de données.

Les connexions des câbles de distribution horizontale dans les répartiteurs, seront réalisées sur des noyaux RJ45 de même type que ceux utilisés côté point de connexion, mais ils seront dotés de plastrons adaptables de couleur bleue, avec volets.

Les raccordements des câbles de distribution horizontale, seront réalisés suivant la convention de câblage **EIA/TIA 568B**.

Les opérations de brassage dans les répartiteurs et sous-répartiteurs seront réalisées aux moyens de cordons de équipés de bagues de couleurs comme mentionnés à l'article III.1.10. Le « switch » de tête et placé en haut de l'armoire de brassage sera réservé à « l'administratif ».

### **III.1.4. INSTALLATION DE LA DISTRIBUTION VERTICALE**

La distribution verticale, est l'ensemble des câbles reliant les répartiteurs entre eux.

Les rocares informatiques permettront d'interconnecter des équipements actifs de réseau informatique situés dans des répartiteurs différents.

Tous les sous-répartiteurs devront être issus du répartiteur général sur le principe d'un réseau en étoile. En aucun cas, la distribution « en cascade » des sous-répartiteurs ne sera admise.

Les rocares informatiques constituées chacune par un câble à structure serrée à fibres

optiques ( 6 ou 12 en fonction des besoins à déterminer ) multimodes, seront créées dans le cadre de ce projet.

Les rocares informatiques seront câblées :

- Soit sur tiroir équipé de corps de traversée SC duplex.
- Soit sur une cassette optique 6 ports Multiplus ou équivalent, équipée de corps de traversée SC duplex.

Dans tous les cas les rocares seront impérativement implantées en haut des baies.

Dans l'hypothèse où l'on conserve un répartiteur existant dans un local, il est impératif d'assurer la création d'une rocade de liaison vers les nouveaux équipements.

Les fibres seront équipées de connecteurs SC et seront connectées de la gauche vers la droite, dans l'ordre numérique des fibres, donné par le code des couleurs du constructeur.

Les ouvertures libres en face avant des tiroirs optiques seront pourvues d'obturateurs.

### **III.1.5. TRAVAUX COURANTS FORTS**

Les travaux courant fort pour la construction du réseau énergie Haute Qualité, seront réalisés parallèlement aux travaux de câblage.

Pour les équipements des salles, le principe consiste à créer **en parallèle** depuis l'armoire général basse tension de l'établissement des armoires divisionnaires dédiées à l'alimentation des points de connexion. Elles seront implantées, si possible, au plus proche des armoires divisionnaire existante et seront en cohérence avec les zones de distribution existantes.

Ce principe s'applique également aux salles technique déjà équipée d'armoires divisionnaires individuelles.

Le maître d'œuvre devra décrire :

- L'installation de tous les circuits d'énergie spécifiques au VDI, distribuant :
  - Les prises de courant détrompées accompagnant les prises RJ45.
  - Les prises de courant banalisées accompagnant les prises RJ45
  - Les points de connexion proches des tableaux dans les salles banalisées
  - Les point d'alimentation des vidéoprojecteurs
  - Les rampes de prises de courant rackables dans les racks de répartition.
  - L'alimentation des ventilateurs des racks.
  - Les points d'alimentation répartis dans l'établissement pour les armoires de recharge des PC portables.
- L'installation des prises de courant détrompées des points de connexion.
- L'installation de tous les supports spécifiques aux câbles courant fort.

- Le câble d'alimentation et du raccordement du plafond de ventilation de la baie.
- Le câble distribuant la rampe de prises de courant réservée à l'alimentation des équipements actifs de réseau.
- La fourniture, la pose et le raccordement des rampes de prises de courant rackables.
- La fourniture et la pose des conduits et supports communs aux courants forts et faibles.

Les rampes de prises à fournir, seront rackables au format 19" et équipées d'un interrupteur à voyant lumineux de présence de tension et de 8 prises de courant 10/16 A à deux pôles et terre.

La rampe de prises sera installée au plus bas du rack dans les baies et coffret indiqués.

Il conviendra, également, au niveau du local contenant les serveurs de mettre en œuvre une goulotte horizontale sous forme de bandeaux comprenant 4 points de connexion de type PA 2.

Un bureau de contrôle sera désigné sur cette opération.

### **III.1.6. CLIMATISATION**

Le local accueillant les serveurs et le répartiteur général sera, si cela n'est pas le cas, équipé d'une climatisation dont la puissance en froid sera évaluée en fonction des équipements et des caractéristiques du local considéré.

Ce dispositif sera constitué d'un climatiseur simple split à condensation par air pour du froid uniquement. Il comprendra un groupe extérieur et une unité intérieure. L'ensemble sera compris fixé, raccordé, testé et avec une télécommande.

Tous les travaux de percements, alimentations en fluide et en électricité, percements, fixations, rebouchages et évacuation des condensats seront intégrés.

Une protection physique du groupe extérieur devra être intégrée s'il est implanté dans une zone accessible aux élèves.

Si le local accueillant les serveurs et le répartiteur général est équipé d'une climatisation, il conviendra de s'assurer que sa puissance est compatible avec les futurs équipements. Le maître d'œuvre proposera dans le cas contraire à un complément ou à un remplacement de matériel.

### **III.1.7. POSE DES CHEMINEMENTS ET SUPPORTS**

Pour l'installation des câbles VDI à partir des baies de répartition, l'emploi des dalles marines est préconisé:

- Dans les plénums des circulations.
- Dans les gaines techniques.
- Dans les locaux de répartition.

L'utilisation de gaines de type « Cablofil » est proscrite.

La continuité entre les sections des dalles sur leurs trois faces devra être assurée.

Cette opération sera réalisée soit à l'aide de tresses en cuivre étamé d'au moins 30 mm de large et d'au plus 30 cm de long, soit à l'aide d'éclisses métalliques, l'une ou l'autre étant boulonnée sur chacune des sections de dalle à relier.

Les percements devront permettre, sauf impossibilité liée au bâtiment, le passage de l'intégralité des sections de dalle marine.

Le capotage des dalles devra également être prévu:

- Dans les locaux techniques de répartition.
- Dans les parties verticales ou installées à champs.
- Lorsque l'environnement électromagnétique est défavorable, notamment à proximité de moteurs, de machineries d'ascenseur, d'éclairages fluorescents sans ballast électronique, de tableaux de distribution électrique et de tout contacteur selfique en général.

L'ensemble des dalles marines constituera les cheminements principaux du système de câblage.

Les points de connexion seront distribués en réalisant des antennes de distribution à partir des dalles marines.

En fonction de l'accessibilité du plénum, ces antennes seront réalisées à l'aide :

- De tubes ICT lorsque le plénum est inaccessible.
- De tubes de type MSB aluminisés intérieur, lorsque l'environnement électromagnétique est défavorable.
- D'embases PVC scellées à sec et de colliers PVC, dans les plénums accessibles.

La partie terminale des cheminements des câbles sera constituée en fonction du contexte d'installation :

- Par une descente en goulotte à partir du plénum jusqu'aux emplacements des prises RJ45 et des prises de courant associées des points de connexion.
- Sous tubes IRO dans les locaux techniques et en extérieur, avec boîtiers PVC en saillie pour l'installation des prises RJ45 et des prises de courant associées.

En fonction des différentes conditions d'installation, les conduits et supports suivants seront utilisés :

- Dalles marines ajourées pour les cheminements principaux des câbles courants faibles.
- Plinthes PVC à trois compartiments, pour les cheminements parallèles inférieurs à 10 mètres, des câbles courant fort et courants faibles en apparent dans les locaux et l'installation des prises de courant et RJ45.

- Goulotte et moulures PVC à trois compartiments, pour les cheminements parallèles inférieurs à 10 mètres, des câbles courant fort et courants faibles, en apparent dans les locaux.
- Goulottes et moulures PVC à compartiment unique pour le cheminement exclusif des câbles VDI, en apparent dans les locaux, lorsque le cheminement parallèle avec les câbles énergie, est supérieur à 10 mètres, en apparent dans les locaux.
- Embases scellées à sec et collier PVC pour la fixation d'au plus 6 câbles VDI à 4 paires, dans les plénums sous faux plafonds amovibles, pour les cheminements terminaux des câbles VDI dans les locaux.
- Tubes de type IRO rigides, si nécessaire avec coudes, pour une couverture intégrale des câbles VDI, dans les locaux techniques et en extérieur.
- Boîtiers type « Mosaïc » ou équivalent muraux en PVC, d'une profondeur minimale de 50 mm à intégration directe des prises VDIE au format 45x45, pour tous les types de points de connexion. Le nombre de module sera déterminé par les équipements à inclure.
- Boîtier étanche au ruissellement avec presse-étoupe, pour l'installation des prises du point de connexion en extérieur.

**NOTA :** Le positionnement en goulotte des prises 2x16 A +T détrompées ou non devra être étudié par rapport aux connecteurs RJ45 pour éviter tout problème physique de raccordement.

Les cheminements devront être repérés conformément aux prescriptions de ce document.

Une dalle marine sera également employée pour conduire les câbles des réseaux de terre des masses métalliques et des répartiteurs, depuis le cheminement principal en dalle, jusqu'au collecteur de terre du site.

La dalle marine sera connectée par une tresse en cuivre de 30 mm de large et de 30 cm de long, au collecteur du puits de terre.

Les cheminements sous tube devront présenter une réserve de 50% une fois tous les câbles installés et les autres types de cheminements devront présenter une réserve d'au moins 30%.

### **III.1.8. INSTALLATION DES RESEAUX DE TERRE DU CABLAGE VDI**

Les raccordements des réseaux de terre doivent être réalisés sur une barre en cuivre au puits de terre du site.

Les architectures des réseaux de terre des répartiteurs et des masses métalliques des cheminements du système de câblage, seront arborescentes.

La réalisation des deux réseaux devra se faire parallèlement à partir du puits de terre du bâtiment.

### III.1.8.1. Réseau des masses métalliques et plans d'équipotentialité

Le réseau de terre des masses métalliques sera constitué par un conducteur en cuivre nu multibrins de 35 mm<sup>2</sup> de section.

Ce conducteur sera installé sur toute la longueur de toutes les dalles marines installées, pour la distribution des câbles du réseau précâblé.

Le conducteur sera fixé sur l'aile des dalles à l'aide de chapes en cuivre, à raison de une par section de dalle, son maintien sera complété par un collier de type Rilsan posé tous les 50 centimètres.

Ce trolley ne devra présenter aucune interruption, et sera raccordé sur l'entrée de la barrette de terre de chaque répartiteur d'une part et au puits de terre d'autre part.

Tout prolongement ou bifurcation du conducteur devra être réalisé par sertissage d'une cosse en C de dimensions adaptées, la cosse devra être protégée par du Chatterton afin d'éviter tout contact selfique avec tout autre masse métallique.

Si les cheminements du précâblage ne sont pas installés sur des supports métalliques communs aux cheminements courants forts, le réseau de terre des masses devra être complété par des liaisons d'équipotentialité.

Ces liaisons seront constituées par des tresses en cuivre de 30 mm de large, les plus courtes possible et dans tous les cas inférieures à 30 cm, disposées en moyenne tous les 5 mètres, boulonnées d'un côté sur la dalle du précâblage et connectées de l'autre, à l'aide d'un dispositif approprié, sur une autre masse métallique du bâtiment.

Les connexions des tresses seront réalisées par ordre de préférence, sur les supports métalliques de faux plafond, les masses métalliques du bâtiment, des cheminements d'énergie ou d'un autre cheminement, les tuyauteries métalliques.

Par contre, les connexions sur les masses métalliques de toute gaine de ventilation, climatisation et de toute gaine en général équipée de moteur électrique, sont à proscrire.

Les masses métalliques constituées par les boîtiers ou les potelets en aluminium le cas échéant, seront mises à la terre via le conducteur vert/jaune, du câble d'alimentation des de courant détrompées.

### III.1.8.2. Le réseau de terre des répartiteurs

Le réseau de terre des répartiteurs sera constitué par un conducteur en cuivre nu multibrins de 35 mm<sup>2</sup> de section, isolé de couleur vert/jaune.

Ce conducteur sera installé depuis le puits de terre du bâtiment jusque dans les répartiteurs.

Le conducteur sera installé directement dans le cheminement du précâblage et mis en place dans une dalle marine sur toute la longueur de son parcours indépendant du précâblage.

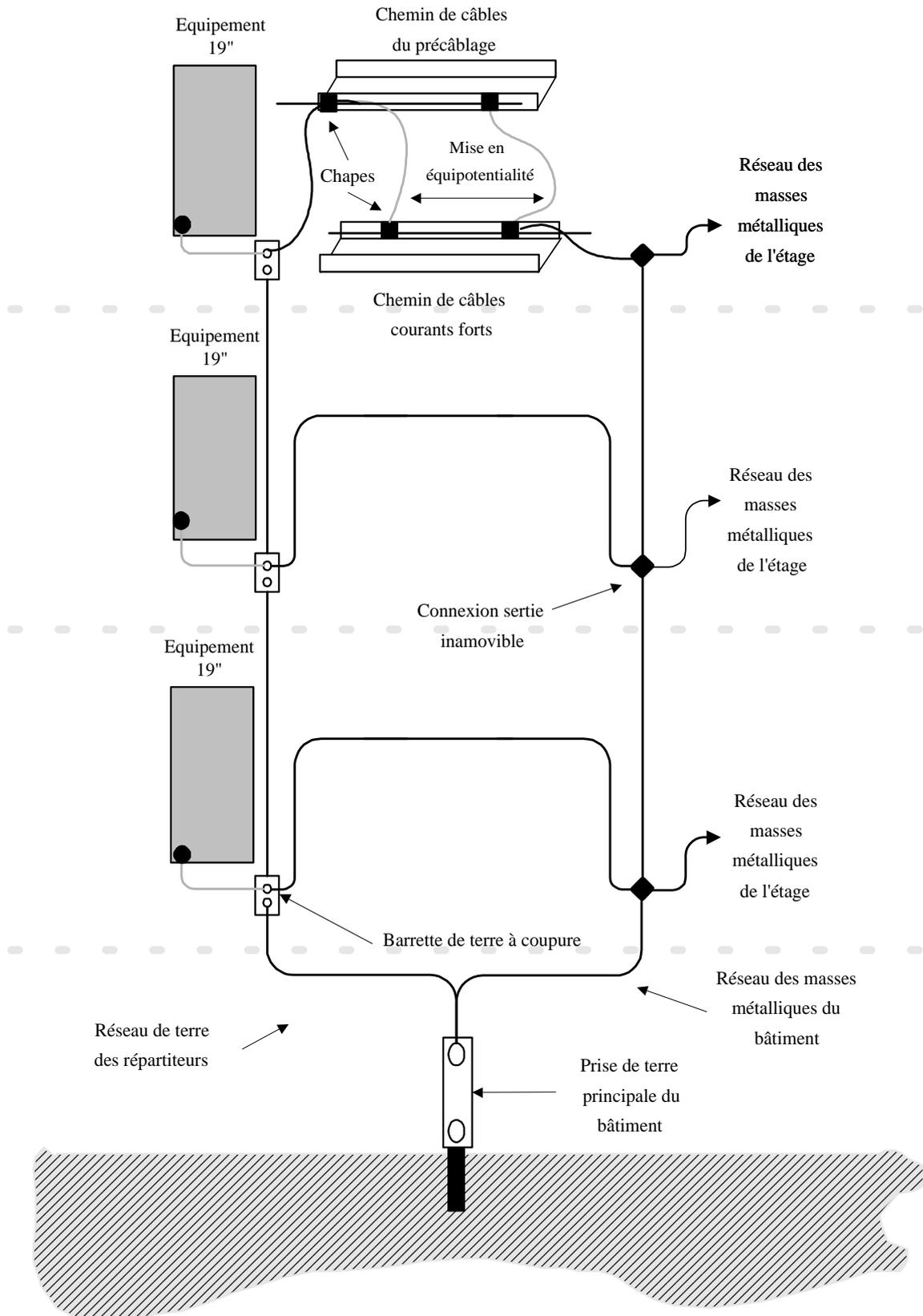
Il sera connecté à une de ses extrémités au puits de terre du bâtiment et à l'entrée d'une barrette de terre à coupure dans chaque répartiteur à son autre extrémité.

Le conducteur ne devra jamais être interrompu avant la dernière barrette de raccordement et tout prolongement ou bifurcation devra être réalisé par sertissage d'une cosse en C de dimensions adaptées.

La cosse devra être protégée pour éviter tout contact selfique avec tout autre masse métallique.

La barrette de terre à coupure sera installée dans chaque baie 19".

Les barrettes de terre à coupure seront disposées de façon à ce que le raccordement vers le bâti métallique de l'équipement 19", soit réalisé à l'aide d'une tresse en cuivre de 30mm de large, n'excédant pas 30 cm.



### **III.1.9. FOURNITURE DES CORDONS ET ADAPTATEURS**

Ces équipements devront être fournis dans le cadre du marché travaux pour réaliser les différentes connexions dans les répartiteurs et celles des terminaux données aux points de connexion.

Les cordons de brassage à paires torsadées devront être écrantés, câblés selon la convention de câblage **EIA/TIA 568B** et d'impédance 100 Ohms.

La fourniture et la pose de tous les éléments devront être prévus et notamment :

- De cordons RJ45/RJ45 droits de 4 paires en nombre suffisants pour l'ensemble des répartiteurs et sous-répartiteurs, de longueur variables ( 2 ml minimum ) en fonction des configurations, MNC de **catégorie 6**, pour la connexion des terminaux informatiques côté point de connexion et répartiteur / sous-répartiteur.

Ses cordons devront **impérativement** être équipés de clips de couleurs amovibles et interchangeables en fonction des paramétrages. Les cordons de couleurs sont interdits.

Les couleurs suivantes devront être respectées pour assurer une cohérence dans les brassages :

- Rouge pour « administratif »
- Bleu pour « Pédagogie »
- Orange pour la « DMZ »
- Jaune pour les ports tagués
- Violet pour le « WAN »
- Vert pour « TOIP »
- De jarretières duplex SC/LC multimodes 50/125, droites, à structure serrée et renfort aramide, d'une longueur adaptée aux besoins.
- Les cordons de console seront fixés impérativement en face avant des baies pour l'activation des switches.
- Les cordons de « stack » seront fournis et raccordés à l'arrière des switches (« in » et « out »). Le cordon de stack de type HDMI devra être **impérativement** fixé à l'élément cœur de réseau.

## **IV. COMPOSANTS DU CABLAGE VDI**

### **IV.1. CARACTERISTIQUES DES RACKS 19"**

Les baies 19" auront les caractéristiques et équipements suivants :

- Montants avant et arrière, réglables en profondeur au format 19" placés en retrait de la face avant, pour ne pas provoquer de contrainte sur les connexions des cordons de brassage.
- Hauteur rackable 42U, largeur **800** mm, profondeur **800**mm.

- Dispositif bilatéral avant de guidage vertical des cordons de brassage sur toute la hauteur de la baie.
- Système de ventilation en partie haute de la baie.
- Panneaux latéraux métalliques amovibles, verrouillables à clé.
- Porte avant en verre fermant à clé à simple battant et réversible.
- Porte arrière métallique fermant à clé à simple battant et réversible.
- Socle de 100 mm de hauteur, avec trappes à câbles sur les faces latérales et arrière, de dimensions minimales de 300 x 50 mm
- Treillis à fils d'acier soudés d'une largeur minimale de 300 mm, fixés bilatéralement à l'arrière, sur les faces latérales externe du rack, pour la fixation des câbles.
- Barrette de terre à coupure et dispositif de mise à la terre.

Les baies destinées à l'accueil d'équipements actifs, seront équipées d'une rampe rackable au format 19" de 8 prises de courant 2P+T 10/16A, avec interrupteur différentiel doté d'un voyant de présence tension, installée en bas du rack avant.

Les coffrets muraux 19" auront les caractéristiques et équipements suivants :

- Montants avant, réglables en profondeur au format 19" placés en retrait de la face avant, pour ne pas provoquer de contrainte sur les connexions des cordons de brassage.
- Hauteur rackable de 7U, largeur **800mm**, profondeur minimale de **800mm**.
- Dispositif bilatéral avant de guidage vertical des cordons de brassage sur toute la hauteur du rack du coffret.
- Porte avant en verre fermant à clé à simple battant.
- Dispositif de fixation murale.
- Trappes à câbles amovibles de dimensions minimales de 250 x 50 mm sur les faces supérieure et inférieure du fond du coffret.
- Treillis à fils d'acier soudés d'une largeur minimale de 250 mm, fixé à l'arrière du coffret, pour la fixation des câbles.
- Rampe rackables au format 19" de 8 prises de courant 2P+T 10/16A, avec interrupteur différentiel muni d'un voyant de présence de tension, installée en bas du rack.
- Barrette de terre à coupure et dispositif de mise à la terre.

#### **IV.2. CARACTERISTIQUES DES TIROIRS ET CASSETTES OPTIQUES**

Dans l'éventualité d'un ou plusieurs sous-répartiteurs, l'entrepreneur prévoira des tiroirs optiques de 1U de haut à 12 emplacements pour corps de traversée duplex SC, pour le raccordement des câbles à fibres optiques multimodes.

Les tiroirs optiques présenteront les caractéristiques suivantes :

- Rackable au format standard 19".
- Hauteur 1U.
- Compartiment ou lyre de lovage des fibres.
- Entrées spécifiques à chaque câble par presse-étoupe sur la face arrière.
- Pattes de fixation réglables.
- Platine avant coulissante montée sur rail, avec dispositif de verrouillage.
- 12 emplacements pour corps de traversée SC duplex.
- Porte étiquettes d'identification du tiroir optique et des ports duplex.

Les emplacements recevant des fibres optiques, seront équipés d'un corps de traversée duplex SC.

Tous les emplacements restants libres sur les tiroirs optiques, une fois les fibres connectées, seront équipés d'un obturateur adapté.

### **IV.3. CARACTERISTIQUES DES PANNEAUX DE DISTRIBUTION**

Les panneaux de brassage seront installés dans les racks 19", ils sont destinés à recevoir les connecteurs RJ45 de la distribution horizontale, ainsi que d'autres types de connecteur si nécessaire.

Les panneaux de brassage RJ45 présenteront les caractéristiques suivantes :

- Rackable au format standard 19".
- Hauteur de 1U avec 24 emplacements pour connecteurs RJ45 ou d'un autre type, hauteur de 2U avec 48 emplacements.
- Dispositif arrière de maintien de chaque câble.
- Plastron d'habillage avec volet obturateur pour chaque connecteur, de couleur bleue pour les câbles de distribution horizontale.
- Porte étiquette d'identification de chaque port RJ45 du panneau de brassage.
- Dispositif de mise à la terre.

### **IV.4. CARACTERISTIQUES DU MATERIEL ACTIF**

Le marché travaux intégrera la fourniture et la mise en place des équipements actifs

L'ensemble de ces éléments devra être stackable avec le matériel existant.

Afin d'économiser des ports en façade les stacks se feront par l'arrière. Le matériel existant est principalement composé de switchs Allied tellesis AT-8000S et quelques AT-8000GS.

Ces Switchs pourront être supervisés à distance via un logiciel.

Tous les points seront brassés. Les switchs mis en place seront manageables et devront intégrer une réserve de 20 %.

#### **IV.5. CARACTERISTIQUES DES PANNEAUX PASSE-CORDONS**

Les passe-cordons seront installés dans les racks pour assurer le guidage des cordons et le rangement du mou des cordons de brassage.

Les panneaux passe-cordons présenteront les caractéristiques suivantes :

- Rackable au format standard 19".
- Hauteur 1U.
- Platine avant en retrait des montants du rack de façon à ne pas provoquer de contrainte, lors de la fermeture de la porte du coffret ou de la baie.
- Trois anneaux ouverts en face avant pour le guidage des cordons.
- Ouvertures en face arrière munies de balais, pour le rangement du mou des cordons de brassage.

#### **IV.6. CARACTERISTIQUES DU PLATEAU RACKABLE**

Un plateau rackable sera installé par l'Entrepreneur dans la baie n°2 du répartiteur A01.

Ce plateau présentera les caractéristiques suivantes :

- Rackable au format standard 19".
- Hauteur 1U.
- Profondeur minimale de 300 mm.
- Ouïes de refroidissement sur le plateau.

#### **IV.7. CARACTERISTIQUES DES CABLES A FIBRES OPTIQUES**

#### IV.7.1. CARACTERISTIQUES DES FIBRES OPTIQUES

Les câbles à fibres optiques à fournir, seront équipés de 6 et 12 fibres optiques multimodes surgainées à 900 µm.

Les fibres optiques multimodes seront à gradient d'indice et de type 50/125 (type OM3).

Les fibres optiques multimodes devront présenter les performances minimales et caractéristiques suivantes :

Caractéristiques	Valeurs
Diamètre du cœur	50 ± 3 µm
Diamètre de la gaine	125 ± 2 µm
Affaiblissement linéique λ = 850 nm λ = 1300 nm	≤ 3,5 dB/Km ≤ 1,5 dB/Km
Réponse en bande passante λ = 850 nm λ = 1300 nm	≥ 200 MHz.km ≥ 500 MHz.km
Support 1000 base SX	Up to 600 m
Support 1000 base LX	Up to 1200 m

Les fibres optiques seront repérées par les couleurs de revêtement figurant dans le tableau ci-dessous :

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

#### IV.7.2. CARACTERISTIQUES DES CABLES OPTIQUES

Les câbles installés à l'intérieur des bâtiments dans des conduits ou des cheminements, seront équipés de 6 fibres multimodes minimum entre les répartiteurs.

Les câbles optiques, présenteront les caractéristiques suivantes :

- Structure serrée.
- Renfort périphérique en mèches de verre.
- Gaine extérieure Low Smoke Zero Halogen.
- Marquage tous les mètres de la gaine extérieure indiquant au minimum, le type de câble, son métré et sa capacité

- Surgainage des fibres de 900 µm de diamètre.
- Traction maximale admissible :
  - A l'installation :  $\geq 1000$  N.
  - En service :  $\geq 600$  N.
- Diamètre extérieur :  $\leq 9$  mm.
- Rayon de courbure minimal admissible. :
  - Statique :  $\leq 45$  mm.
  - Dynamique :  $\leq 130$  mm.
- Résistance minimale admissible à l'écrasement : 600 N/cm.
- Conforme à la norme IEC 60754-1 (sans halogène).
- Conforme à la norme IEC 60332-3C (auto-extinguible).

#### **IV.8. CARACTERISTIQUES DES CABLES A PAIRES TORSADEES**

Les câbles à paires torsadées utilisés dans le cadre de ce projet pour constituer la distribution horizontale, devront présenter des performances supérieures, aux valeurs seuils des différents paramètres électriques, définies pour les câbles certifiés de "**Catégorie 6**", par l'édition 25N780 de la norme ISO 11801.

Les câbles requis pour ce projet sont de type MNC MS 800 et MNC MS 880 du constructeurs Infra+ ou équivalent

Les performances requises pour les câbles à paires torsadées devront être conformes aux valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous :

Fréquence MHz	Atténuation dB/100m	NEXT dB	PSNEXT dB/100m	ELFEXT dB	PSELFEXT dB/100m	Return Loss dB/100m
1	$\leq 1,8$	$\geq 86,3$	$\geq 83,0$	$\geq 89,1$	$\geq 86,0$	$\geq 30$
4	$\leq 3,5$	$\geq 86,9$	$\geq 84,0$	$\geq 85,4$	$\geq 82,0$	$\geq 30$
10	$\leq 5,5$	$\geq 87,2$	$\geq 84,0$	$\geq 84,8$	$\geq 82,0$	$\geq 30$
16	$\leq 7,0$	$\geq 82,3$	$\geq 79,0$	$\geq 85,2$	$\geq 82,0$	$\geq 30$
20	$\leq 7,9$	$\geq 84,5$	$\geq 82,0$	$\geq 83,5$	$\geq 81,0$	$\geq 28$
31,25	$\leq 9,9$	$\geq 82,0$	$\geq 79,0$	$\geq 81,2$	$\geq 78,0$	$\geq 26$
62,5	$\leq 14,0$	$\geq 76,8$	$\geq 74,0$	$\geq 74,5$	$\geq 72,0$	$\geq 25$
100	$\leq 17,8$	$\geq 71,7$	$\geq 69,0$	$\geq 69,5$	$\geq 67,0$	$\geq 24$
155	$\leq 22,3$	$\geq 71,0$	$\geq 68,0$	$\geq 66,0$	$\geq 63,0$	$\geq 22$
200	$\leq 25,4$	$\geq 69,9$	$\geq 67,0$	$\geq 63,2$	$\geq 60,0$	$\geq 20$
250	$\leq 28,5$	$\geq 66,2$	$\geq 63,0$	$\geq 57,8$	$\geq 55,0$	$\geq 20$
300	$\leq 33,0$	$\geq 62,0$	$\geq 59,0$	$\geq 52,0$	$\geq 50,0$	$\geq 20$

Les câbles à utiliser devront présenter une capacité de :

- 4 paires torsadées pour les câbles simplex.
- 2 x 4 paires torsadées pour les câbles duplex.

Les câbles duplex pourront être constitués par juxtaposition ou par surgainage de deux câbles simplex.

Les câbles à 4 paires torsadées devront répondre aux caractéristiques minimales suivantes :

- Impédance 100 Ohms  $\pm$  5% de 10 à 250 MHz.
- Conducteurs en cuivre recuit nu AWG23, avec revêtement diélectrique en polyéthylène cellulaire coloré.
- Ecrantage par paire par feuille d'aluminium à 100 % de recouvrement.
- Gaine extérieure Low Smoke Zero Halogen.
- Marquage tous les mètres de la gaine extérieure indiquant au minimum, le type de câble, son métré et sa capacité.
- Filin de déchirement.
- Fil de continuité en cuivre étamé.
- Vitesse de propagation :  $\geq$  72 %c.
- Déphasage de propagation :  $\leq$  10 ns/km.
- Masse linéique :  $\leq$  70 kg/km.
- Diamètre extérieur :  $\leq$  8,5 mm.
- Conforme à la norme IEC 60754-1 (sans halogène).
- Conforme à la norme IEC 60332-3 (auto-extinguible)
- Classification C2 suivant norme NFC 32-070.

Code couleur normalisé des câbles à paires torsadées :

<b>Paire</b>	<b>Fil 1</b>	<b>Fil 2</b>
1	blanc/bleu	bleu
2	blanc/orange	orange
3	blanc/vert	vert
4	blanc/marron	marron

#### **IV.9. CARACTERISTIQUES DES CABLES MULTIPAIRES DE ROCADE**

Les câbles multipaires de rocade téléphonique aboutissant dans les répartiteurs seront de catégorie 5, écrantés et d'impédance 100 Ohms.

Ces câbles devront avoir les principales caractéristiques suivantes :

- Gaine extérieure Low Smoke Zero Halogen.
- Marquage tous les mètres de la gaine extérieure indiquant au minimum, le type de câble, son métré et sa capacité.
- Filin de déchirement.
- Fil de continuité en cuivre étamé.
- Code couleur conforme à la convention EIA/TIA.
- Écran général, sous forme d'une feuille en aluminium à 100% de recouvrement.
- Capacité de 50 paires assemblées par faisceaux et par juxtaposition de deux câbles à 25 paires.
- Assemblage par paire.
- Enveloppe extérieure de type zéro halogène.

L'Entrepreneur emploiera les câbles de la série ePower d'Infra+ de références MNCM eP500 ou équivalent.

#### **IV.10. ES CONNECTIQUES**

##### **IV.10.1. LES CONNECTEURS RJ45**

Les connecteurs seront de type RJ45 à 9 points de **catégorie 6** avec capot arrière, pour le câblage de la distribution horizontale.

Les connecteurs seront constitués de 9 points, 8 sont utilisés pour le transport des signaux, le neuvième point est destiné d'une part à mettre le drain du câble à la terre et d'autre part, à assurer la continuité de la terre jusqu'aux terminaux.

Les connecteurs devront être intégralement faradisés et équipés d'un capot de blindage arrière enserrant à 360° les écrans des câbles.

Les connecteurs devront pouvoir être montés à l'aide d'un outil simple d'utilisation, permettant :

- Une connexion simultanée de l'ensemble des paires du câble à 4 paires.
- Un contrôle de la longueur de détorsadage des paires.

Pour la connexion de terminaux pourvus de prises spécifiques ou pour le dédoublement de la liaison, il devra être possible de doter les connecteurs RJ45 d'adaptateurs à branchement direct, permettant la conversion ou le dédoublement de connectique.

A cet effet, les connecteurs RJ45, seront équipés :

- Côté point de connexion, de plastrons adaptables blancs au format 45 x 45, avec volet, porte étiquette et dispositif à vis de fixation des adaptateurs.
- Côté répartiteur, de plastrons adaptables bleus au format adapté, avec volet, porte étiquette et dispositif à vis de fixation des adaptateurs.

Tous les plastrons devront être adaptés aux connecteurs qu'ils reçoivent et permettre une intégration directe dans leur support.

#### **IV.10.2. LES CONNECTIQUES OPTIQUES**

Les fibres optiques des rocades seront équipées de connecteurs SC normalisés, dotés d'une férule arrière d'un diamètre adapté à celui des fibres surgainées à 900µm.

Les connecteurs seront enfichés dans les corps de traversée SC duplex des tiroirs optiques qui leur sont destinés.

#### **IV.11. LES CHEMINEMENTS ET SUPPORTS**

Les dalles marines à employer devront présenter les caractéristiques suivantes :

- Tôle d'acier galvanisée à chaud de type Z275.
- Tôle ajourée par des trous de dimensions 25 x 7 mm disposés tous les 40 mm.
- Aile de 48 mm de haut à bord roulé.
- Assemblage par éclisses boulonnées.
- Adaptée à tous types de mise en place, en suspension, sur pendard ou sur équerre.

Tous les changements de direction, les intersections, les divisions de cheminements principaux en dalles marines, devront être constitués d'éléments préformés.

Les cheminements de type « cablofil » ne sont pas autorisés car incompatible avec le niveau de protection électromagnétique exigé.

Les plinthes, goulotte et moulures, devront présenter les caractéristiques suivantes :

- Un compartiment lorsque le cheminement est réservé aux câbles courants faibles ou aux câbles courant fort.
- Trois compartiments garantissant un espacement de 50 mm entre les câbles courants faibles et ceux du réseau d'énergie, pour les goulottes, moulures et plinthes communes.
- Une profondeur minimale de 50 mm et un compartiment central à clipage direct de 45 mm, pour les goulottes et plinthes recevant des prises RJ45.
- Coloris Blanc RAL 9010 ou autre coloris souhaité par le Maître d'Ouvrage.
- Matière PVC de classe M1.
- Conformité aux normes NFC 68102 et IP44.

Les goulottes et plinthes seront équipées de tous les accessoires d'angles, de changements de direction et d'habillage nécessaires.

Tous les supports, potelets et boîtiers en aluminium recevant des prises RJ45 :

- Devront présenter une profondeur minimale de 45 mm.
- Devront offrir un nombre d'emplacements 45x45 pour l'installation de l'ensemble des prises RJ45 et des prises de courant prévues.

Les emplacements inutilisés des boîtiers feront l'objet de l'installation d'obturateurs au format 45x45.

Une aiguille Nylon sera laissée dans les tubes IRO, ICT et MSB installés, leur diamètre devra permettre une extension de 50% du système de câblage.

Les tubes devront impérativement être spécifiques aux câbles courants faibles.

## **V. LES VIDEOPROJECTEURS**

Le marché travaux intégrera la fourniture et l'installation d'équipements de vidéo projection et de haut-parleurs dans toutes les salles de classes.

Le maître d'œuvre devra de déterminer, pour chaque salle, le type de dispositif le plus adapté en fonction des contraintes des murs et des plafonds (type de support de fixation, de hauteur sous plafond, présence de luminaires, le type de surface de projection...). Tous les travaux afférents à la mise en place des vidéoprojecteurs devront être décrits et sont intégrés à cette opération.

Les vidéoprojecteurs devront être à ultra-courte focale avec fixation sur support mural avec un support de projection blanc (tableau blanc, peinture murale ...), à l'exclusion des écrans souples de projections.

Une surface d'écriture sera préservée en complément (craie, feutre effaçable...) Si le support mural ne permet pas de fixation, il faudra choisir le bon type de vidéoprojecteur avec fixation au plafond.

La commande du matériel adapté ainsi que des câbles et connectiques nécessaires au raccordement si non fourni avec le matériel (Câble VGA ou hdmi, usb ... reliant le VP ou le PC aux prises) fait partie de la mission ainsi qu'un suivi de l'installation, du réglage et une validation de la qualité de l'image optimale conformément aux recommandations du constructeur (résolution, taille de l'image, non déformation, netteté ...) et ce, en tous points de la salle de classe.

Pour 6 d'entre eux, les vidéoprojecteurs intégreront un dispositif de Tableau Numérique Interactif.

Les vidéoprojecteurs seront associés à un ensemble audio composé de deux enceintes compactes, fixés de part et d'autre de la surface de projection, en haut, à l'aide d'une fixation murale adaptée. Ces enceintes auront des caractéristiques techniques équivalentes à celles du modèle Twinpole5

## **VI. LES REGLES DE L'ART D'INSTALLATION**

### **VI.1. LONGUEUR DES LIAISONS**

Plus la distance de transmission sur un câble est grande et plus le signal électrique qui le parcourt sera atténué et déformé par la résistivité du cuivre et par la réceptivité de ce câble aux perturbations électromagnétiques.

La norme ISO 11801 2<sup>ème</sup> édition recommande :

- Pour le câblage horizontal de classe E, une longueur maximale de **90 mètres**.
- Pour le câblage vertical en fibres optiques multimodes supportant le Gigabit Ethernet, une longueur maximale de **275 mètres**.

### **VI.2. CONVENTION DE RACCORDEMENT**

Les raccordements des prises RJ45 et modules, seront réalisés conformément à la convention de raccordement **EIA/TIA 568B**.

### **VI.3. TIRAGE DES CABLES**

Toute contrainte mécanique exercée sur le câble, peut modifier irrémédiablement ses caractéristiques électriques.

Pour minimiser au mieux ces contraintes, les précautions suivantes devront être appliquées lors du tirage des câbles et de leur connexion :

- Respect du rayon de courbure des câbles (rayon minimum autorisé = 5 fois le diamètre du câble à poser)
- Eviter les vrillages du câble, l'utilisation d'un dérouleur de touret est obligatoire pour le tirage des câbles.
- Le tirage des câbles doit se faire sans à coup, des poulies de renvoi seront disposées si nécessaire pour éviter tout frottement contre un angle vif lors des changements de direction
- Prévoir à l'avance les changements de direction des câbles. Pour les câbles doubles, il est recommandé de les disposer à champs préalablement à la courbure, dans les chemins de câble, afin d'éviter toute contrainte sur les câbles.
- Lors de la pose de colliers de serrage (3 par mètre), il faut veiller à les serrer modérément à la main, le rétrécissement des isolants modifiant l'impédance des câbles, ce qui favorise la diaphonie.

#### **VI.4. POSE DES CHEMINS DE CABLES**

Pour les passages soumis à des éventuelles perturbations électromagnétiques, on devra utiliser des cheminements métalliques et capoter les dalles marines.

Il devra être prévu une réserve d'au minimum 30 % sur l'ensemble du cheminement créé.

Dans tous les cas, les chemins de câbles permettront le respect des rayons de courbure des câbles recommandés par le constructeur.

Les câbles seront maintenus dans les dalles marines par des colliers type Rilsan ou équivalent. Ces colliers seront mis en place à chaque fois qu'ils seront nécessaires pour le maintien des câbles, ils seront espacés irrégulièrement et serrés à la main.

Les câbles seront soigneusement installés, sur l'ensemble de leur parcours, et chemineront côte à côte sans aucun chevauchement ou entrelaçage.

Lors de leur cheminement en dalles les câbles ne devront en aucun cas dépasser la hauteur de l'épaule de la dalle.

On utilisera des éléments de dalle marine préformée pour réaliser les changements de direction et les bifurcations.

Toute découpe des dalles marines devra être réalisée soigneusement en assurant la continuité des ailes du cheminement, tout bord blessant devra être protégé par un bourrelet en caoutchouc.

On utilisera de préférence, si les règles de distance peuvent être respectées, des supports communs pour la fixation des cheminements courants forts et faibles.

L'implantation des chemins de câbles, en particulier dans les locaux répartiteurs, devra être particulièrement soignée afin de permettre une distribution et une répartition harmonieuse des câbles et de ne pas saturer les accès au contenant 19".

La continuité métallique des dalles marines devra être assurée intégralement sur toutes ses faces de bout en bout, y compris lors des changements de direction ou lors des passages de planchers, de murs ou parois.

Un support devra être installé au moins tous les 50 cm pour les dalles marines.

Les tubes seront fixés par une embase scellée à sec et un collier en PVC, disposés tous les 50 cm pour les tubes rigides et tous les 30 cm pour les tubes souples.

Les changements de direction des plinthes, moulures et goulottes PVC, devront être réalisés soigneusement en utilisant des éléments préformés.

La fixation par collage des goulottes est interdite.

L'Entrepreneur réalisera ses découpes de moulures, goulottes et plinthes, avec les outillages appropriés et de façon nette et sans bavure.

L'installation des prises dans les goulottes devra être soit réalisée :

- Par une découpe nette et sans bavure et de l'exact dimension nécessaire à la mise en place des prises au format 45 x 45.
- Par l'installation d'un accessoire d'habillage et de fixation de prises au format standard 45x45.

## **VI.5. TROUS - PERCEMENTS - PASSAGES**

En aucun cas, il ne sera fait de percement, scellement ou saignée dans un élément porteur (poteau, poutre ou nervure de plancher) sans l'accord du maître d'œuvre.

La traversée des murs, planchers et ossatures recevra soit l'intégralité des dalles ou paniers pour les cheminements principaux, soit pour les cheminements secondaires, des fourreaux dépassant de 0,005 m minimum les faces finies pour les parois verticales et de 0,03 m minimum pour les parois horizontales.

Le vide de ces fourreaux sera comblé par un joint Élastomère évitant toute transmission phonique, étanche à l'air, au feu et à l'eau.

La réfection et le rebouchage de tous les percements seront dus par l'Entrepreneur et seront réalisés, pour le rebouchage à l'aide de mousse expansive coupe feu adaptée, surfacée et lissée au plâtre, la réfection de surface devra être réalisée à l'identique avec les mêmes matériaux que l'état initial.

La réfection de surface sera réalisée avec le plus grand soin, en particulier pour les percements apparents dans les locaux.

Les dalles marines ne devront subir aucune discontinuité, lors des passages de plancher ou de cloison, les dimensions de tous les percements devront permettre le passage de l'intégralité de la section des dalles marines.

## **VI.6. COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE**

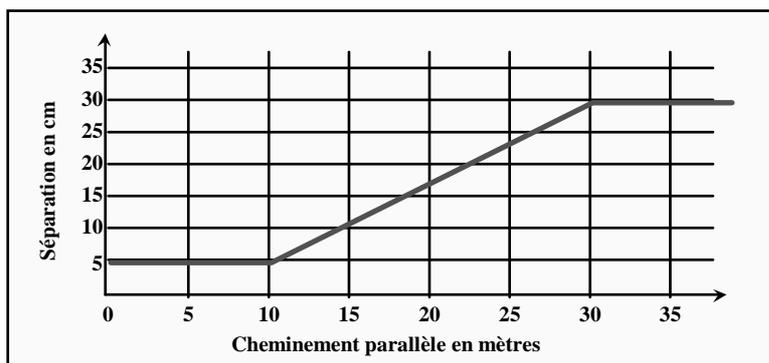
Les sources principales de perturbations électromagnétiques ayant une incidence sur la qualité des transmissions, proviennent :

- Du réseau électrique environnant
- Des équipements électriques (néons, moteurs, disjoncteur, ...)
- Des signaux courants faibles véhiculés sur les paires, faisceaux ou câbles voisins
- De l'environnement radioélectrique du site

L'Entrepreneur prendra les précautions décrites ci-après pour atténuer au maximum ces perturbations.

### **VI.6.1. SEPARATION ENTRE COURANTS FORTS ET FAIBLES**

La distance de séparation indicative entre les câbles courants faibles et courants forts, par rapport à leur cheminement parallèle, ne doit pas être inférieure aux valeurs données dans le tableau suivant mais ne doit pas en excéder deux fois la valeur.



La distance minimale de séparation par rapport au starter des appareils d'éclairage fluorescent est de 50 cm.

On s'écartera d'au moins 1 mètre de tout équipement électrique tournant (moteurs, ...) ou susceptible de créer un arc électrique (disjoncteurs, contact selfiques, ...) et en règle général de tout équipement générateur de rayonnement électromagnétique.

Les préconisations ci-dessus sont des valeurs minimales. Lorsque cela est possible, il est souhaitable d'augmenter ces valeurs de façon à réduire au maximum les perturbations induites sur toute la longueur de la liaison.

## **VI.6.2. ISOLEMENT DES CABLES COURANTS FAIBLES**

La deuxième cause de perturbation électromagnétique des câbles courants faibles est produite par les signaux transmis sur les paires, faisceaux ou câbles voisins.

Cette perturbation connue sous les noms de diaphonie ou next, ne peut être atténuée que par un câblage rigoureux de toutes les terminaisons de câbles et par une mise à la terre efficace de tous les écrans ou tresses des câbles écrantés ou blindés.

## **VI.6.3. REALISATION DES PLANS D'EQUIPOTENTIALITE**

Pour éviter toute perturbation du réseau par un courant haute fréquence généré par des équipements tels que les G.S.M., les Talkie-Walkie, les radios amateurs H.F., ..., les plans d'équipotentialité seront soigneusement réalisés.

Plus les liaisons d'équipotentialité seront nombreuses et courtes, plus le drainage sera efficace et plus les courants à drainer seront de faible intensité, donc moins perturbateurs, ce qui ne peut que favoriser l'immunité du réseau VDI contre les champs électromagnétiques à haute fréquence.

La multiplication des liaisons d'équipotentialité permet de diminuer la surface des boucles de masse. En limitant la superficie de ces boucles, on limite du même coup l'intensité des courants parasites générés lorsqu'elles sont traversées par un flux d'ondes électromagnétiques (loi de LENZ).

Ces liaisons d'équipotentialité doivent être réalisées à l'aide de tresse plate car les courants parasites dont on souhaite se prémunir sont des courants haute fréquence. Ce type de courant se propageant dans les conducteurs par "effet de peau", l'efficacité du drainage d'un conducteur ne dépendra pas de sa section mais de sa surface.

Un conducteur plat d'au moins 3 cm de large sera infiniment plus efficace pour drainer un courant H.F. qu'un conducteur cylindrique de 35 mm<sup>2</sup>.

Bien entendu, plus la tresse sera large meilleure sera son efficacité de drainage.

Les liens d'équipotentialité seront réalisés entre la masse des cheminements courants faibles et celle des cheminements courants forts ou à défaut avec n'importe quelle masse métallique du bâtiment.

Ces liens seront réalisés à raison d'au moins un tous les 5 mètres et systématiquement lors du croisement du cheminement courants faibles avec celui des courants forts.

Les connexions des tresses devront être réalisées par sertissage ou boulonnage.

La mise en place de cheminements courants forts et courants faibles sur des supports métalliques communs permet de se dispenser de l'établissement des liens d'équipotentialité par tresses, ceux-ci étant réalisés de fait.

Par ailleurs, il est extrêmement important que les chemins de câbles soient dimensionnés correctement, afin qu'aucun des câbles qu'ils contiennent ne dépasse l'épaule de la dalle métallique, car dans le cas contraire, le courant parasite viendrait perturber les transmissions effectuées sur le câble qui ne serait pas protégé par la masse métallique du cheminement.

Une bonne immunité électromagnétique du système de câblage peut être essentiel au bon fonctionnement des protocoles à haut débit tel que le Fast-Ethernet par exemple.

## **VI.7. RACCORDEMENT DES CONNECTEURS RJ45**

Les raccordements des connecteurs RJ45 effectués suivant la convention de câblage **EIA/TIA 568B** seront réalisés selon le tableau ci-dessous :

<b>Connecteur RJ45</b>		<b>Câble</b>
<b>Paires</b>	<b>Points</b>	<b>Couleur</b>
3—	1	anneau orange
3—	2	orange
2—	3	anneau vert
1—	4	bleu
1—	5	anneau bleu
2—	6	vert
4—	7	anneau marron
4—	8	marron
	épingle	aluminium nu
	capot de blindage	écran

Le câblage des ports RJ45 au répartiteur, sera réalisé à l'identique de celui effectué sur les prises RJ45 de la distribution côté point de connexion.

Les connecteurs RJ45 des prises des points de connexion et des ports des panneaux de brassage, seront câblés selon les règles suivantes :

- Utilisation de l'outil de connexion adapté, fourni par le constructeur.
- La gaine extérieure sera déposée en prenant garde de ne pas blesser les fils et de ne pas couper l'écran du câble.
- Le détorsadage devra être le plus court possible et n'excédera pas 13 mm.
- La longueur de dégainage du câble sera minimale et n'excédera pas 30 mm après raccordement.
- La longueur de fil après le contact auto dénudant n'excédera pas 1 mm.
- Le fil de continuité sera inséré dans son logement prévu à cet effet.
- Les écrans des paires seront laissés autour des paires du câble sur environ 5mm, avant d'être enserrés, par le capot de blindage du connecteur.

- Le lovage du câble avant sa connexion est interdit, le câbleur devra laisser un mou de 2 à 3 cm juste suffisant pour reprendre une fois le câblage.

Les câbles devront être maintenus par un organisateur de câbles à l'arrière des panneaux de brassage dans les répartiteurs.

Tous les connecteurs RJ45 de distribution horizontale seront câblés en 4 paires.

Tous les partages d'application sur un même câble 4 paires de distribution horizontale pourront être réalisés.

## **VI.8.      CONNEXION DES MODULES**

### **VI.8.1.    REGLES DE CABLAGE DES CABLES MULTIPAIRES SUR MODULE**

Les câbles multipaires devront être préparés minutieusement avant leur connexion sur les modules de rocades.

Les étapes principales de la connexion d'un câble multipaires sont les suivantes :

- Le câble est dénudé sur une longueur assez importante pour que les faisceaux puissent arriver sur les derniers modules qu'ils doivent connecter.
- Le câble dénudé est ensuite regainé par ensemble de 8 paires dans une gaine tressée en Polyafin.
- Le talon de dégainage du câble sera positionné au milieu du bloc de modules, immédiatement à l'arrière du peigne de la goucorps d'état.
- Un manchon en caoutchouc sera enfilé et placé sur l'extrémité de la gaine du câble multipaires, la bague PVC de couleur sera posée sur chaque faisceau du câble à l'emplacement où sera mis en place le collier de fixation du module.
- La longueur de dégainage des câbles sera minimale, de manière à obtenir des longueurs de fil dénudé n'excédant pas 150 mm.
- L'écran de protection des torons des câbles multipaires devra recouvrir les paires jusqu'au plus près des modules, il sera stoppé par un tour de scotch.
- Un mou d'au plus 10 cm sera laissé sur le câble pour permettre de recâbler une fois la rocade.
- Le détorsadage des paires devra être le plus court possible, dans tous les cas il ne devra pas excéder 13 mm.
- Le raccordement des 8 fils sera effectué soigneusement avec l'outil adapté.
- La longueur de fil après le contact auto dénudant ne devra pas excéder 1 mm.
- Le fil de continuité sera coincé dans le ressort du module prévu à cet effet. Il ne devra pas excéder 30mm.

- La dernière paire des câbles à 25 paires ne sera pas raccordée sur les modules et laissées en attente.
- Les cordons de console pour l'activation des switches seront impérativement ramenés et fixés sur panneau en face avant des baies.
- Prévoir le fourniture et le raccordement des cordons de « stack » à l'arrière des switches ( « in » et « out » ).

## **VI.9. RACCORDEMENT DES FIBRES OPTIQUES**

La connexion des câbles optiques, sera réalisée en installant des connecteurs optiques SC simplex collés à chaud, directement sur l'extrémité des fibres.

Les connecteurs devront être installé de la façon suivante :

- Couper la fibre avec une pince à cliver, pour en ajuster sa longueur.
- Utiliser un connecteur à férule céramique pour fibre multimode, offrant un manchon arrière de diamètre adapté au surgainage de 900 µm.
- Déposer le revêtement de la fibre.
- Insérer la fibre à l'arrière du connecteur jusqu'à la transition de dépose du revêtement.
- Couper l'excédent de fibre en sortie du connecteur.
- Disposer une pointe de colle en extrémité du connecteur et faire polymériser à chaud la colle.
- Réaliser un polissage plan de la fibre en arasement de l'extrémité avant de la férule du connecteur, à l'aide d'un papier abrasif d'un grain inférieur ou égal à 0,3 µm.
- Contrôler à la binoculaire la qualité du polissage réalisé.

## **VI.10. REPERAGE ET ETIQUETAGE DES EQUIPEMENTS**

Le repérage des équipements VDI installés, sera réalisé conformément à la norme TIA 606.

Lors des opérations de brassage et paramétrage, il y aura lieu de laisser libre le port N°1 de l'ensemble des switches.

Il conviendra également de noter avec précautions le numéro de série des matériels actifs mis en œuvre et de l'indiquer clairement dans les documents de récolement.

**VI.10.1. NUMEROTATION DES LOCAUX DE REPARTITIONS**

La numérotation des locaux de répartition sera composée de la façon suivante :

- Un caractère symbolisant le type de répartiteur ( RG : répartiteur général et SR :Sous-répartiteur )
- Un caractère symbolisant le numéro du niveau où se situe le répartiteur considéré, le premier niveau étant le niveau "0".
- Un caractère symbolisant le numéro d'ordre du répartiteur sur un même niveau, le premier répartiteur étant le répartiteur "1".

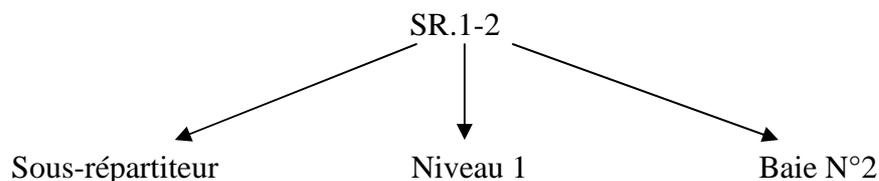
Ce repérage sera mis en place sur la porte d'entrée de chaque local concerné par l'intermédiaire d'une plaque collée et gravée.

**VI.10.2. ETIQUETAGE DES BAIES**

Au numéro du local sera adjoint pour chaque baie une numération de 1 à N.

Ce repérage sera mis en place au centre et en partie haute des baies concernées par l'intermédiaire de plaques collées et gravées.

Exemple :

**ETIQUETAGE DES BANDEAUX**

Les panneaux de ports RJ45 de distribution seront numérotés de 1 à N à l'intérieur de chaque rack du haut vers le bas.

Une étiquette gravée à caractères noirs sur fond jaune indiquant le numéro du panneau sera posée sur chacun d'entre eux.

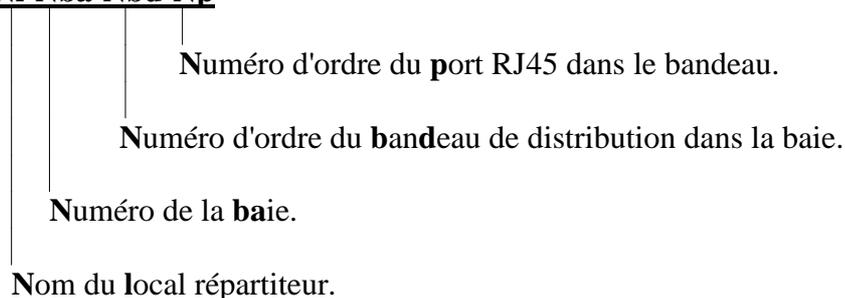
**VI.10.3. ETIQUETAGE DES PRISES RJ45 DE DISTRIBUTION**

Une étiquette dactylographiée en noir sur fond blanc, indélébile et plastifiée, sera posée sur la prise RJ45.

Les étiquettes seront installées la prise et devront indiquées lisiblement la référence complète de la liaison.

Ce numéro sera défini de la façon suivante :

**Nl-Nba-Nbd-Np**



Un tiret sera intercalé entre chacun de ces numéros, l'ensemble constituant la référence de la liaison.

Ex : SR.1-2-3-12

SR.1 : Sous répartiteur 1<sup>er</sup> étage

2: Baie N°2

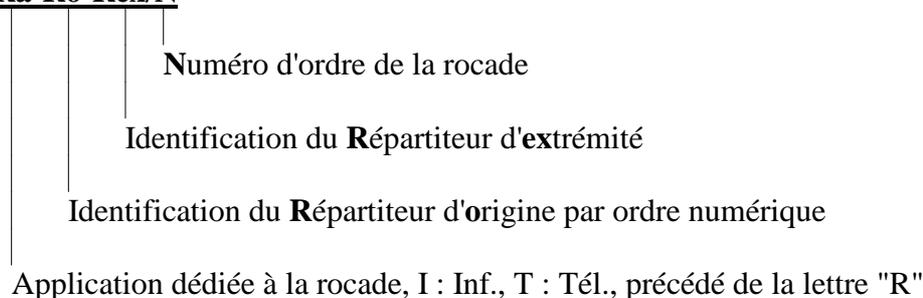
3: 3<sup>ème</sup> bandeau

12: port N°12

#### **VI.10.4. ETIQUETAGE DES ROCADES**

La numérotation des rocade sera définie selon la convention suivante :

**Ra-Ro-Rex/N**



Pour le repérage des rocade câblées sur modules :

- Un module porte-étiquette sera posé en tête de chaque bloc de modules, pour y indiquer le numéro d'identification de la rocade.
- Un bandeau porte étiquette indiquant le numéro d'ordre du module dans le bloc, sera encliqueté sur le côté gauche du module.

Les panneaux de brassage téléphoniques et les tiroirs optiques, recevront une étiquette gravée à caractères noirs sur fond jaune, qui sera disposée au-dessus de chaque ensemble de connecteurs constituant une rocade, chaque port sera numéroté de 1 à n.

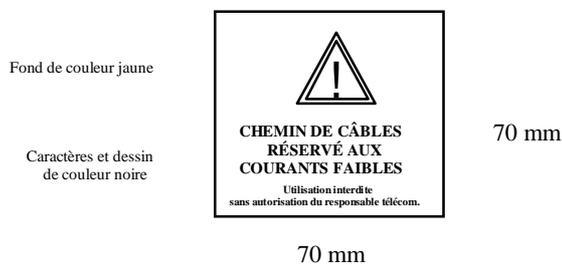
**VI.10.5. ETIQUETAGE DES CABLES**

Tous les câbles devront être repérés et marqués, à leurs deux extrémités à l'aide d'une étiquette autocollante plastifiée et indélébile, portant le même numéro que la liaison horizontale ou la rocade correspondante.

Chaque étiquette indiquera le numéro de la rocade correspondante ou de la prise distribuée.

**VI.10.6. ETIQUETAGE DES CHEMINEMENTS**

Les chemins de câbles en dalles marines seront repérés tous les 5 mètres par une étiquette gravée autocollante du modèle suivant :



Les tubes et les goulottes de distribution destinés au précâblage VDI, hormis dans les salles, seront signalés tous les 5 mètres par un autocollant plastifié souple de taille 100 x 40 mm, sur fond jaune à caractères noirs, conforme au modèle ci-après :

