



CONSEIL REGIONAL

REFERENTIEL TECHNIQUE ET FONCTIONNEL POUR LE CÂBLAGE VDI DES LYCEES DE LA REGION

LIVRABLE FINAL

Câblage informatique des lycées

Indice	Date	Modifications
2	19/11/12	Suite à réunion 17/07/12
3	07/12/12	Suites aux observations de la DSI
4	28/03/12	Suite à la réunion DBA du 22/03/12

Suivi des modifications

Version	Paragraphe	Date	Description	Auteur

SOMMAIRE

Titre 1	PROJET DE CÂBLAGE VDI.....	8
1.1	Cadre d'un projet de câblage.....	8
1.1.1	Déroulement d'un projet.....	8
1.1.1.1	<i>Cas d'un projet spécifique de câblage.....</i>	<i>8</i>
1.1.1.2	<i>Cas d'un câblage lors d'une restructuration, extension ou construction.....</i>	<i>9</i>
1.1.2	Périmètre d'un projet.....	9
1.1.3	Applications Courants Faibles futures.....	10
1.2	Aspects fonctionnels.....	11
1.2.1	Principes généraux.....	11
1.2.2	Définition des points d'accès terminaux.....	12
1.3	Besoins dans l'enseignement.....	13
1.3.1	Secteurs pédagogiques.....	13
1.3.1.1	<i>Enseignement général.....</i>	<i>13</i>
1.3.1.2	<i>Enseignement tertiaire.....</i>	<i>14</i>
1.3.1.3	<i>Enseignement technique/industriel.....</i>	<i>14</i>
1.3.2	Secteur de la vie scolaire.....	15
1.3.2.1	<i>Centre Documentation et Information.....</i>	<i>15</i>
1.3.2.2	<i>Autres activités.....</i>	<i>15</i>
1.3.3	Secteur administratif et de la gestion.....	15
1.3.4	Tableau récapitulatif des points d'accès par secteur.....	16
1.3.5	Salles multimédia.....	19
Titre 2	RECOMMANDATIONS TECHNIQUES GENERALES.....	21
2.1	Généralités.....	21
2.2	Normes et Règlements.....	21
2.3	Performances d'un câblage.....	21
2.3.1	Les liaisons cuivres.....	22
2.3.2	Les liaisons Fibres Optiques.....	22
2.4	Architecture de câblage.....	22
2.4.1	Organisation générale.....	22
2.4.1.1	<i>Câblage fédérateur.....</i>	<i>23</i>
2.4.1.2	<i>Câblage secondaire.....</i>	<i>23</i>
2.4.1.3	<i>Remarques générales.....</i>	<i>25</i>
2.4.2	Les répartiteurs.....	25
2.5	Locaux techniques.....	31
2.6	Téléphonie.....	33
Titre 3	SPECIFICATIONS TECHNIQUES PARTICULIERES.....	34
3.1	Choix des composants de câblage.....	34
3.1.1	Les câbles.....	34
3.1.1.1	<i>Liaisons cuivres.....</i>	<i>34</i>
3.1.1.2	<i>Fibre Optique.....</i>	<i>34</i>
3.1.2	Les connectiques.....	35
3.1.2.1	<i>Connectique pour les câbles à paires torsadées.....</i>	<i>35</i>
3.1.2.2	<i>Connecteurs de fibres optiques.....</i>	<i>35</i>
3.1.3	Les cordons de brassage.....	35
3.1.3.1	<i>Cordons de brassage pour câble cuivre.....</i>	<i>35</i>
3.1.3.2	<i>Jarretières optiques pour fibres optiques.....</i>	<i>36</i>
3.1.4	Les baies et coffrets 19 pouces.....	36

Largeur 800 mm	36
3.1.5 Les panneaux de brassage RJ45.....	36
3.1.5 Les tiroirs optiques.....	37
3.1.6 La prise terminale	37
3.1.7 Les cordons des postes de travail.....	37
3.1.8 Les liaisons sans fil.....	38
3.2 Choix des supports	38
3.2.1 Remarques générales.....	38
3.2.2 Les chemins de câbles	38
3.2.3 Les goulottes et plinthes	38
3.2.4 Les tubes.....	39
3.2.5 Les perches et potelets.....	39
3.3 Les règles de mise en œuvre.....	39
3.3.1 Spécifications d'installation et de mise en œuvre des répartiteurs	39
3.3.2 Spécifications d'installation et de mise en œuvre des câbles.....	41
3.3.2.1 <i>Longueur des liaisons</i>	41
3.3.2.2 <i>Passage des câbles</i>	41
3.3.3 Spécifications d'installation et de mise en œuvre des chemins de câbles.....	42
3.3.3.1 <i>Pose des chemins de câbles</i>	43
3.3.4 Spécifications du mode de distribution des points d'accès.....	43
3.3.4.1 <i>Distribution par le plafond</i>	44
3.3.4.2 <i>Distribution dans les cloisons</i>	44
3.3.4.3 <i>Distribution par goulotte ou moulure</i>	44
3.3.4.4 <i>Distribution par perche</i>	44
3.3.4.5 <i>Distribution par le sol</i>	44
3.3.5 Spécifications d'installation et de mise en œuvre des prises terminales	45
3.3.6 Conditions pour la mise en œuvre de liaisons SANS-FILS	46
3.3.7 Spécifications des dispositions de protection contre les perturbations électromagnétiques.....	46
3.3.7.1 <i>Séparation entre Courants Forts et Faibles</i>	47
3.3.7.2 <i>Isolement des câbles Courants Faibles</i>	47
3.3.7.3 <i>Réalisation des plans d'Équipotentialité</i>	47
3.3.8 Spécifications de l'organisation des réseaux de Terre	48
3.3.9 Repérage et identification des composants.....	49
3.3.9.1 <i>Les baies et coffrets 19 pouces</i>	49
3.3.9.2 <i>Les panneaux de brassage</i>	49
3.3.9.2.1 Les tiroirs optiques	49
3.3.9.2.2 Les prises sur panneaux de répartition 19''	50
3.3.9.3 <i>Les cordons de brassage</i>	50
3.3.9.4 <i>Les commutateurs</i>	50
3.3.9.5 <i>Les prises terminales</i>	50
3.3.9.6 <i>Les câbles</i>	51
3.3.9.6.1 Rocades optiques entre répartiteur	51
3.3.9.6.2 Câbles de distribution secondaire	51
3.3.9.7 <i>Les chemins de câbles</i>	51
3.4 Les matériels actifs.....	52
3.4.1 Le choix du type de réseau	52
3.4.2 Spécification des équipements actifs Ethernet.....	52
3.4.2.1 <i>Généralités</i>	52
3.4.2.2 <i>Architecture du réseau Ethernet</i>	52
3.4.2.3 <i>Caractéristiques techniques des équipements réseau</i>	53
3.4.2.3.1 Les commutateurs Ethernet de niveau 3	53

3.4.3	Construction neuve.....	53
3.4.3.1	<i>Le châssis Fédérateur.....</i>	53
3.4.3.2	<i>Les Switch bâtiment et d'étage simples.....</i>	54
3.4.4	Réhabilitation et extension.....	55
3.4.4.1	<i>Le châssis fédérateur.....</i>	55
3.4.4.2	<i>Switch d'étage.....</i>	56
3.4.5	La sécurité des réseaux.....	57
3.4.5.1	<i>La constitution des Vlans.....</i>	57
3.4.6	Protection électrique des équipements actifs.....	58
3.4.7	Station et logiciel d'administration du réseau.....	58
3.4.7.1	<i>Station d'administration.....</i>	58
3.4.7.2	<i>Logiciel d'administration: Fonctions demandées.....</i>	58
3.4.8	Installation et mise en œuvre des équipements actifs.....	59
3.4.9	Formation.....	59
3.5	Travaux connexes.....	60
3.5.1	Travaux de Courants Forts.....	60
3.5.1.1	<i>Généralités.....</i>	60
3.5.1.2	<i>Principe d'alimentation des équipements des baies.....</i>	60
3.5.1.3	<i>Principe d'alimentation des points d'accès.....</i>	60
3.5.1.3.1	<i>Réseau de prises de courants spécifique.....</i>	60
3.5.1.3.2	<i>Prises de courants.....</i>	61
3.5.1.4	<i>Règles de mise en œuvre.....</i>	61
3.5.1.4.1	<i>Réseau de mise à la Terre.....</i>	61
3.5.1.4.2	<i>Cheminements.....</i>	61
3.5.2	Travaux de génie civil.....	62
3.5.2.1	<i>Pose de fourreaux enterrés.....</i>	62
3.5.2.2	<i>Cloisonnement de locaux techniques.....</i>	62
3.5.3	Cas d'une restructuration.....	62
3.6	Procédures de validation et de recette.....	63
3.6.1	Tests et réception du câblage informatique.....	63
3.6.1.1	<i>Recette des câbles à paires torsadées.....</i>	63
3.6.1.2	<i>Recette des fibres optiques.....</i>	64
3.6.2	Tests et réception du réseau informatique.....	64
3.6.3	Tests et réception du câblage courants forts.....	65
3.6.4	Documentation à fournir par l'entreprise.....	65
3.7	Garantie.....	66
Titre 4	GLOSSAIRE.....	67
Titre 5	LISTE DES FIGURES.....	69
Titre 6	ANNEXES.....	70
6.1	Annexe 1 : Tableau de localisation et définition des prises.....	70

PREAMBULE

Le présent document a pour objet de définir les recommandations générales à respecter en matière d'élaboration de câblage VDI (Voix, Données, Image) des établissements scolaires relevant de la compétence du Conseil Régional.

Ces recommandations s'appliquent à toute étude ayant pour objet la définition d'une solution technique propre dans le cadre d'un projet de construction, rénovation ou extension d'un établissement.

Ce document s'adresse:

1. aux "**programmistes**" qui ont en charge la pré-étude des projets de câblage et l'assistance à Maîtrise d'Ouvrage,
2. aux **Bureaux d'Etudes** qui assurent la Maîtrise d'Œuvre de la réalisation des opérations de câblage,
3. aux **Bureaux d'Etudes** qui assurent la Maîtrise d'Œuvre du câblage de toute opération de restructuration, extension, construction d'un lycée

Pour les **programmistes**, ce document constitue le cadre général à partir duquel est élaboré le programme décrivant la solution à réaliser.

Les usages sont nécessairement propres à chaque établissement. Ils feront l'objet d'une validation de la Région (préalable à tout câblage) en concertation avec les services académiques concernés. Ils décrivent les espaces à câbler ainsi que les usages que l'infrastructure mise en place doit permettre.

La solution technique générale proposée dans le programme doit donc être conforme à ce document.

Pour les **Bureaux d'Etudes Maîtres d'Œuvre des projets de câblage**, ce document constitue les bases techniques générales qui, associées au programme technique propre au câblage d'un établissement remis par le programmiste, permettra d'élaborer les différents documents entrant dans la constitution des Avant-Projets Sommaires (APS), Avant-Projets Définitifs (APD), Cahier des Charges (CCTP-PRO).

Pour les **Bureaux d'Etudes Maîtres d'Œuvre des projets de restructuration, extension, construction**, ce document constitue les bases techniques générales qui, associées au programme global de l'opération, permettra d'élaborer les différents documents entrant dans la constitution des Avant-Projets Sommaires (APS), Avant-Projets Définitifs (APD), Cahier des Charges (CCTP-PRO) pour ce qui concerne le câblage.

Les documents produits par les Bureaux d'Etudes doivent être conformes à ce référentiel pour le câblage des lycées, ainsi qu'au programme élaboré par le programmiste.

Remarque importante:

Bien que ce document traite essentiellement des règles de câblage des courants faibles (informatique, téléphone, vidéo), il est fait aussi mention de la nécessité d'évaluer, dès le stade du programme, les besoins en matière d'alimentation électrique pour le fonctionnement des postes de travail.

De plus si une spécification entre en contradiction avec une autre spécification définie précédemment dans ce document, on veillera à appliquer la spécification la plus contraignante afin de garantir la qualité du câblage.

Le présent document est constitué de trois parties, formant un ensemble cohérent. La première partie est à utiliser pour la phase programmation d'un projet et les deux suivantes pour la phase de conception et de réalisation :

- Partie 1 : Projet de câblage VDI.
- Partie 2 : Recommandations techniques générales.
- Partie 3 : Spécifications techniques particulières.

La première partie définit un programme générique optimal qui doit servir de base au travail de programmation réalisé lors du lancement de toute opération. Ce programme générique n'a pas vocation à se substituer au travail réalisé par les établissements et le cabinet de programmation mais lui fournit un cadre de référence.

Les deux autres parties du document concernent la réalisation et sont destinées au Maître d'Œuvre, dans un premier temps pour la définition de l'avant-projet et du dossier de consultation des entreprises et dans un second temps pour les travaux proprement dits. La seconde partie définit l'architecture technique du câblage VDI et la troisième partie fournit spécifications techniques des équipements ainsi que les règles de mise en œuvre.

Les lots courants faibles et courants forts spécifiques à chaque établissement ne doivent en aucun cas déroger aux exigences techniques décrites dans ces documents. Par contre, le projet architectural devra définir l'implantation précise des prises ainsi que celle des locaux techniques, en respectant les règles définies ci-après. Ce point ne doit pas être négligé par le Maître d'Œuvre car il conditionne la facilité d'utilisation ultérieure du câblage VDI.

Titre 1 PROJET DE CÂBLAGE VDI

1.1 Cadre d'un projet de câblage

1.1.1 Déroulement d'un projet

1.1.1.1 Cas d'un projet spécifique de câblage

La définition d'un câblage a pour but de traduire en termes techniques les besoins exprimés par un utilisateur pour ce qui concerne le transport d'informations du type voix, données, images.

La Région considère que, compte tenu de la diversité, il est impossible d'appliquer un schéma unique pour les enseignements spécialisés.

Le chapitre 1.3 précise les besoins fonctionnels pour les fonctions communes à la majorité des établissements. Il constitue une référence pour l'élaboration des besoins des locaux répertoriés dans ce chapitre 1.3.

L'inventaire des besoins intégrant les fonctions particulières du lycée est conduit comme un véritable projet. Il se fait d'une manière précise, structurée et globale, en essayant de se projeter dans les 5 à 10 ans à venir, à partir d'un dossier type, et donne lieu à la rédaction d'un " projet d'usage " propre à chaque établissement. Ce projet d'usage est défini par le personnel de chaque établissement puis validé par le Maître d'Ouvrage et les services concernés du Rectorat. Il sert de base à l'élaboration d'une solution technique adaptée et propre au site concerné.

Généralement, la solution technique découlant du projet d'usage, est définie en plusieurs étapes :

- d'abord la phase de programme, qui donne lieu à un audit détaillé du site par le "programmiste", et qui va répertorier l'existant en matière de câblage et d'équipements de communication. Parmi cet existant, il va déterminer ce qui est à conserver ou à supprimer. Le programme va ensuite déterminer la densité précise des prises (informatiques, téléphoniques, alimentation électrique) dans chacun des lieux de l'établissement, puis va proposer l'architecture générale du câblage et des réseaux.
- ensuite la phase de l'étude technique détaillée. Cette étude est menée par un Bureau d'Etudes qui jouera le rôle de Maître d'Œuvre et qui aura donc à sa charge la réalisation du projet. Pour ce faire, il devra produire différents documents (APS, APD, CCTP-PRO). Pour définir sa solution, le Maître d'œuvre s'appuiera donc sur " le programme de câblage " fourni par le programmiste et validé par le Maître d'Ouvrage. L'étude technique devra aboutir à un Cahier des Charges techniques (CCTP) suffisamment précis pour ne laisser aucune ambiguïté au niveau de la réalisation.

En phase de réalisation des travaux de câblage, le Maître d'Œuvre devra porter une attention particulière sur les prestations intellectuelles que doivent réaliser les entreprises titulaires des marchés (ces prestations sont définies au paragraphe « 1.1.2 Périmètre d'un projet »).

En fin de chantier, le Maître d'Œuvre doit effectuer l'Assistance à la Réception des Travaux de câblage.

1.1.1.2 Cas d'un câblage lors d'une restructuration, extension ou construction

Ce document constitue la base technique générale des études conduites par le Maître d'Œuvre. Il est à associer au programme général de l'opération.

1.1.2 Périmètre d'un projet

Quel que soit le projet d'usage à traiter, l'étude devra définir une infrastructure suffisamment extensible pour répondre non seulement aux usages indiqués, mais également à la nécessité de préserver des usages futurs et la possibilité d'irriguer des zones non couvertes par le projet initial. Dans la plupart des cas, la solution technique proposée pour la réalisation doit comprendre la description de tous les composants nécessaires à la constitution d'un réseau informatique et téléphonique (courants faibles), des composants nécessaires à l'alimentation électrique de tous les équipements (courants forts), ainsi que des règles de mise en œuvre de tous ces composants.

Plus particulièrement, les projets de câblage des lycées devront prendre en compte les travaux liés :

- aux aménagements des locaux et dispositifs de répartition,
- à la mise en œuvre des cheminements et supports des câbles,
- à la mise en œuvre des câbles,
- à l'installation et paramétrage des matériels actifs (et uniquement ceux qui sont décrits dans le présent document),
- à la mise en œuvre des prises de connexion et cordons de connexion des terminaux,
- à l'installation et paramétrage de la console de supervision réseau et des outils logiciels associés,
- à la mise en œuvre des armoires de distribution, câbles et prises d'alimentation électrique.

Les travaux d'électricité collatéraux au déploiement du réseau doivent permettre non seulement l'alimentation des équipements actifs du réseau, mais aussi de tous les équipements informatiques associés : serveurs, postes de travail, imprimantes,.....

De même, les éventuels travaux de génie civil devront être définis.

Ne sont pas pris en compte la fourniture des postes de travail, serveurs, postes de téléphone et autres équipements terminaux.

De plus, les projets de câblage des lycées devront prendre en compte les prestations intellectuelles liées :

- aux essais et mise en service des installations,
- à la formation du personnel pour l'exploitation et la maintenance des installations,
- aux opérations de réception des installations,
- à l'établissement d'un mémoire technique de l'offre entreprise comprenant :
 - Cadre de bordereau de prix (quantités et prix unitaires précisés)
 - Descriptif de la structure humaine et technique de l'entreprise
 - Descriptif de la solution technique et descriptif des équipements
 - Note méthodologique sur le déroulement des travaux
 - Planning des opérations et courbe de charge des effectifs
- à l'établissement du « Dossier d'exécution » comprenant :
 - Les plans d'implantation des équipements, cheminement des réseaux
 - Les synoptiques
 - Les schémas et vue de face détaillés des armoires.
 - Les carnets de câble
 - Les diverses notes de calcul
 - La nomenclature, notice technique et certificat des matériels

-
- o Planning des opérations
 - à l'établissement du « Dossier d'Ouvrages Exécutés » (DOE) comprenant :
 - o Les documents du dossier d'exécution mis à jour
 - o Les certificats de pose des installations
 - o Les fiches d'autocontrôle avec les réglages mis en place
 - o Les fiches de recettes de liaisons VDI cuivre et fibre optique
 - o Les notices d'entretien, de montage et démontage, d'utilisation, de fonctionnement avec documentation et illustration de tous les matériels
 - o Les certificats de garantie des matériels mis en œuvre
 - o Les procès verbaux de formation du personnel
 - o Le dossier avec les gammes de maintenance.

L'ensemble de ces documents seront transmis :

- En version informatique : au format Autocad 2004 et PDF pour les plans et schémas, format Word pour les notices d'exploitation et format PDF pour les autres éléments.
- En format constructeur et pdf pour les recettes de câblage (.flw,..)
- En version papier selon un listing établi par le Région.(Pas pour tout le monde (Préserveons la nature !)

Une fiche de suivi de l'opération sera établie par le Maître d'œuvre et sera remis à l'AMO et au Maître d'ouvrage à la fin des travaux.

Nota : Les Maîtres d'Œuvres devront porter une attention particulière sur contenu des formations, le type d'intervenants qui les dispensent (Qualifications), ainsi qu'aux personnes à qui elles s'adressent (personnel interne aux lycées, service d'assistance du Rectorat –DSI3/SAE service DRTIC de l'Enseignement Agricole).

1.1.3 Applications Courants Faibles futures

Les réseaux de communication ont connu un développement notoire durant la dernière décennie. Aujourd'hui, de nombreux constructeurs proposent des systèmes à usage divers s'appuyant sur des technologies et des infrastructures communes et convergentes.

Ainsi, le Conseil Régional souhaite la mutualisation de ses infrastructures de câblage des lycées pour des applications diverses autres que des applications informatiques et téléphoniques.

Les concepteurs et les réalisateurs devront au cours de leurs études de projet de câblage, attacher une attention particulière à ces besoins futurs notamment :

- lors d'un déploiement d'un système de Gestion Technique Centralisée : de nombreux systèmes du marché utilisent des solutions ouvertes composés d'organes communiquant avec des protocoles de communication utilisés en informatique sur des infrastructures VDI.
- Lors d'un déploiement d'un système de Sécurité : de même que pour la GTC, les systèmes de sécurité actuels permettent de déployer la vidéosurveillance, le contrôle d'accès et la détection d'intrusion dans un établissement sur une infrastructure VDI. Ainsi dans le cadre d'un projet, les concepteurs devront intégrer les besoins de ces nouveaux usages dans leurs analyses.
- Lors de la mise en œuvre d'un système de télédistribution : les exploitants auront la possibilité de distribuer la télévision via l'infrastructure VDI dont ils disposent. Dans ce cas, un système appelé IPTV devra être mis en place au sein de l'établissement.
- Etc...

Les conséquences directes qui découlent de cette optique de mutualisation seront une diminution des coûts de déploiement des systèmes, l'apport de services numériques innovants et ludiques aux usagers, l'apport de services de gestion et de sécurité aux exploitants des établissements.

1.2 Aspects fonctionnels

1.2.1 Principes généraux

Le Conseil Régional a engagé une politique active pour permettre aux jeunes de se familiariser avec les nouvelles technologies de l'information et de la communication (informatique, Internet...) et contribuer ainsi à l'égalité des chances face à des outils appelés à se répandre très largement. Cette politique se traduit par un projet global d'informatisation des lycées initié par la Région.

L'action régionale se développe selon trois axes complémentaires :

- équiper les lycées d'ordinateurs performants et en nombre suffisant,
- promouvoir la création de réseaux au sein des établissements, notamment grâce au câblage VDI des lycées,
- permettre aux lycées de communiquer entre eux, avec les entreprises et d'accéder à l'Internet.

Dans ce cadre, la Région souhaite mettre en œuvre le câblage banalisé VDI des lycées pour fournir un support aux différents médias utilisés (informatique, téléphone, vidéo numérique...) et notamment aux réseaux informatiques qui se généralisent dans les parties pédagogique, administrative et vie scolaire des établissements.

La mise en œuvre de ces réseaux informatiques a notamment pour objectifs de :

- offrir aux enseignements technologiques et professionnels des outils informatiques en phase avec les référentiels des diplômes et des programmes scolaires,
- permettre l'utilisation de moyens pédagogiques informatiques et multimédias dans les enseignements général et spécialisé,
- faciliter la communication dans les établissements, notamment dans le secteur de la vie scolaire,
- servir de support à une large diffusion des nouvelles technologies de l'information et de la communication, notamment Internet, dans les établissements.

Pour être réellement utilisable, ce câblage VDI doit posséder trois qualités essentielles :

- **la systématisation** : tout l'établissement doit être desservi par le câblage VDI
- **l'intégration** : la possibilité de transmettre sur un même type de câble de la voix, des données et des images,
- **l'adaptabilité et flexibilité**, c'est-à-dire la facilité de modification de l'usage d'un câble ou de la structure du réseau,

Ce chapitre présente de façon succincte les utilisations prévues sur le câblage VDI et les programmes correspondants d'équipement des locaux. Quelques principes techniques fondamentaux du câblage VDI sont rappelés ci-dessous pour une meilleure compréhension.

Les bâtiments doivent être équipés d'une **infrastructure de câblage unique** supportant :

- la téléphonie,
- l'informatique.

Cependant, cette infrastructure peut s'étendre à des applications :

- de télédistribution,
- de Gestion Technique Centralisée (GTC),
- de Sécurité.

Ce câblage VDI est de type paires torsadées cuivres complété par des liaisons en fibres optiques entre les locaux techniques de répartition.

Une distribution électrique spécifique doit être associée au déploiement du câblage VDI. Cette distribution doit être séparée de la distribution générale en tête de l'installation. Les prises correspondantes doivent être munies de détrompeurs. Dans la suite de ce document, les prises de courant mentionnées seront ces prises détrompées. Chaque prise RJ45 est associée à une ou plusieurs prises électriques.

1.2.2 Définition des points d'accès terminaux

Le bloc de prises destiné à alimenter un poste de travail est appelé Point d'Accès (PA). Sa composition peut être modulée selon les usages qui seront définis en phase de programmation.

Cependant, différents points d'accès types avec le nombre de prises de courant 10/16 A + T à prévoir en relation avec le nombre des prises RJ45 (ceci constituant un poste de travail) peuvent être définis de manière générale suivant les usages des différents secteurs d'activité.

Désignation	Usage	RJ45	VGA	PC « Ondulées »	PC « Normales »	Symbole
PAI	Point d'accès à usage unique : informatique	1		0	2	
PAT	Point d'accès à usage unique : téléphonique	1		0	1	
PVP	Prise pour vidéoprojecteur avec une liaison HDMI		1	0	1	

Seule l'administration sera détrompée.

Nota : Les concepteurs et les réalisateurs d'un projet de câblage devront mettre en œuvre à minima une liaison type HDMI depuis le poste de travail gérant le vidéoprojecteur vers le vidéoprojecteur en plafond. Cependant ils veilleront à la compatibilité des matériels informatiques notamment au niveau des interfaces Sortie de l'ordinateur et Entrée du vidéoprojecteur (possibilités de mise en œuvre de liaisons VGA suivant le matériel retenu par le conseil régional). De plus, le câblage d'un report de commande mural du vidéoprojecteur sera prévu.

Pour chaque type de local rencontré dans un lycée est défini le type et le nombre de points d'accès. Le tableau récapitulatif du paragraphe 1.3.4 indique les points d'accès à affecter selon le type de locaux.

Ces indications sont faites pour une bonne compréhension fonctionnelle, mais il est rappelé que les câbles et prises utilisés pour les différents médias sont identiques et que chaque prise est donc ré affectable à n'importe quel média. La nature des prises est donc spécifiée dans un souci de précision de programme et pour assurer un dimensionnement correct des rocades, mais **le même type de câble et la même connectique sont utilisés pour tous les médias.**

Le positionnement des prises dans la zone de travail constitue l'un des points délicats du câblage et doit être défini dès la phase de conception détaillée.

Le problème à résoudre impose la prise en compte de plusieurs paramètres :

- garantir la sécurité et la fiabilité du raccordement,
- laisser sa flexibilité au poste de travail,
- permettre le raccordement court et direct du terminal,
- être facilement accessible sans que les câbles soient apparents.

D'autre part, un facteur tel que l'ensoleillement d'un bâtiment a une incidence sur l'éclairage et le contraste d'un écran, et donc sur la localisation du poste de travail et de la prise.

Concernant les salles à forte densité de points d'accès, par exemple les salles informatiques, le schéma d'implantation devra être particulièrement étudié pour que l'installation soit réellement utilisable. Il faudra notamment obtenir une répartition relativement uniforme des prises et éviter des distances trop importantes entre les prises et postes de travail.

Différentes solutions techniques sont envisageables (goulottes, poteaux, plancher technique...) mais la fonctionnalité du résultat reste le principal critère de qualité de l'implantation (Cf schémas d'implantation des points d'accès au paragraphe 1.3.5).

Concernant les rénovations, le niveau d'équipement devra être adapté à la taille maximale effectivement constatée des divisions, qui est aussi fonction de la taille des salles.

Il faudra aussi vérifier systématiquement la faisabilité des solutions de distribution et du niveau d'équipement.

Enfin, la programmation des locaux doit intégrer la présence d'un local technique principal et de locaux techniques secondaires, dont les caractéristiques sont précisées dans la partie II. Seule une étude technique détaillée de câblage VDI permettra de définir le nombre et l'emplacement exacts de ces locaux, mais leur existence, leur nombre et leurs caractéristiques techniques doivent impérativement faire partie du programme de construction ou de rénovation.

1.3 Besoins dans l'enseignement

Plusieurs pôles d'activité sont à différencier :

- Secteurs pédagogiques
 - Enseignement général
 - Enseignement tertiaire
 - Enseignement technique/industriel
- Secteur de la vie scolaire
 - Centre Documentation et Information
 - Foyer des élèves
 - Locaux professeurs
 - Infirmerie
 - Internats
- Secteur administratif et de la gestion

1.3.1 Secteurs pédagogiques

1.3.1.1 Enseignement général

L'utilisation des technologies de l'information et de la communication peut se concevoir selon différentes modalités, par exemple :

- pendant les cours, démonstration par le professeur grâce à des moyens vidéo numérique et/ou informatiques,
- formation dans des espaces multimédia,

-
- travaux en salle informatique,
 - soutien aux élèves dans une salle équipée de micro-ordinateurs en réseau,
 - utilisation ponctuelle par les élèves d'ordinateurs situés en fond de salle,
 - travaux pratiques en sciences expérimentales.

Il faut systématiquement prévoir 2 points d'accès informatique dans toutes les salles, banalisées ou spécialisées (physique, chimie...) au niveau du bureau du professeur.

Par ailleurs, l'utilisation de plus en plus fréquente d'ordinateurs en sciences expérimentales impose, pour une partie des salles de travaux pratiques, un point d'accès par paillasse double. La position précise de ce point d'accès sur la paillasse doit être définie en fonction de l'organisation retenue pour la salle (existence ou non de paillasses latérales, forme de la paillasse...).

Pour les salles informatiques non spécialisées, il convient de prévoir un point d'accès par poste de travail et un point d'accès supplémentaire pour une imprimante réseau.

Les salles de travaux de communication (Espace langue) auront une configuration particulière en adéquation avec le choix de l'établissement.

1.3.1.2 Enseignement tertiaire

L'enseignement tertiaire utilise essentiellement deux types de locaux : des salles de cours et des salles informatiques. Ces salles informatiques sont équipées de micro-ordinateurs en réseau, permettant d'accéder à des ressources internes à l'établissement ou externes, par exemple Internet.

Suivant le programme du lycée et les équipements à prévoir dans les locaux tertiaires, le nombre de prises pourra être adapté, sans en diminuer la densité : par exemple, le nombre de points d'accès informatiques doit au minimum être égal au nombre de postes de travail prévu dans la salle, en plus de l'équipement de base (point d'accès pour le professeur). (donc 2 prises RJ une pour le PC de l'enseignant et une prise supplémentaire pour une imprimante réseau.

1.3.1.3 Enseignement technique/industriel

L'évolution des référentiels des formations de Sciences et Technologies Industrielles (S.T.I.) montre que l'on s'oriente vers une utilisation de plus en plus importante de l'informatique dans les sections industrielles (modélisation, CAO, DAO, CFAO, Productique...).

Quelques points méritent d'être signalés :

- le dimensionnement et la localisation des accès au réseau sont totalement dépendants de la structure des ateliers et des équipements qui y seront installés,
- le nombre de points d'accès doit être suffisant par rapport au nombre de postes de travail prévu pour l'équipement de ces sections.

Il est nécessaire de prévoir au minimum un local technique câblage VDI spécifique dans la zone des ateliers dans le cas d'un établissement à composante industrielle, notamment pour faciliter la pose de nouveaux points d'accès.

1.3.2 Secteur de la vie scolaire

1.3.2.1 Centre Documentation et Information

Le CDI est le centre de ressources pédagogiques de l'établissement. C'est un pôle d'activités multiples, accessible à l'ensemble des acteurs de l'établissement. Les équipements informatiques mis en place doivent notamment permettre de :

- assurer la gestion des différents supports d'information présents ou accessibles (livres, cassettes...),
- accéder à des banques de données internes ou externes,
- diffuser et distribuer des informations et des données disponibles sur support numérique,
- permettre le travail autonome ou en petit groupe en bénéficiant de toutes les ressources du CDI.

Cela signifie que tous les locaux constituant le CDI doivent être équipés à un bon niveau.

1.3.2.2 Autres activités

Diverses applications doivent être accessibles aux personnels administratifs, CPE, conseillers d'orientation, personnel médical, professeurs et élèves :

- listes d'élèves et informations associées,
- gestion des absences,
- gestion des notes et des bulletins,
- inscriptions aux examens,
- enquêtes diverses,
- messagerie (par exemple élèves/professeurs).

1.3.3 Secteur administratif et de la gestion

Un ensemble de logiciels de gestion des établissements scolaires et de leurs acteurs est mis systématiquement en place pour assurer les fonctions d'intendance et de gestion des ressources de l'établissement scolaire. Ces logiciels fonctionnent sur micro-ordinateurs en réseau local.

Il faut donc des points d'accès pour chaque poste de travail de la partie administration de l'établissement. Le nombre de points d'accès par bureau est défini dans le tableau du paragraphe 1.3.4.

1.3.4 Tableau récapitulatif des points d'accès par secteur

Cod	Désignation des locaux	PAI	PAT	PVP	Remarques
A. Secteurs pédagogiques					
A.1 Enseignement général					
A.1.1	Salle banalisée (18, 24 ou 36 élèves)	2		1	2 PAI prof + 1 PAT pour 4 salles
A.1.2	Salle multimédia 18 postes	20	1	1	18 PAI élèves + 2 PAI prof
A.1.3	Salle multimédia 24 postes	26	1	1	24 PAI élèves + 2 PAI prof
A.1.4	Salle multimédia 36 postes	38	1	1	36 PAI élèves + 2 PAI prof
A.1.5	Salle de langue	2		1	Prévoir sonorisation
A.1.6	Espace langue	14	1	1	Prévoir sonorisation
Enseignement artistique					
A.1.7	Salle d'Arts Plastiques	8		1	A adapter au cas par cas
A.1.8	Salle de Musique	2		1	A adapter au cas par cas
Enseignement scientifique					
A.1.9	Salle de cours théorique (35 élèves)	2		1	
Pôle SVT					
A.1.10	Salle de TP SVT (24 élèves)	14		1	1 PAI pour 2 paillasses et 2 PAI prof
A.1.11	Salle de préparation SVT	4	1		
A.1.12	Collection SVT	2	1		
Pôle Physique/Chimie					
A.1.13	Salle de TP EXAO Physique Chimie (24 élèves)	14		1	1 PAI pour 2 paillasses et 2 PAI prof
A.1.14	Salle de TP Physique Chimie (24 élèves)	14		1	1 PAI pour 2 paillasses
A.1.15	Salle de TP EXAO Physique Chimie (18 élèves)	11		1	1 PAI pour 2 paillasses
A.1.16	Salle de TP Physique Chimie (18 élèves)	11		1	1 PAI pour 2 paillasses
A.1.17	Salle de préparation Physique Chimie	4	1		
A.1.18	Collection Physique Chimie	2	1		
A.2 Enseignement tertiaire					
A.2.1	Salle tertiaire de cours	2		1	
A.2.2	Salle professionnelle informatique 18 élèves	20	1	1	
A.3 Enseignement technique – industriel					
A.3.1	Salle de CAO, DAO, FAO, N élèves	N+2	1	1	
A.3.2	Salle d'électrotechnique, électronique et maintenance	N+2	1	1	
A.3.3	Bureau chef des travaux	2	1		
A.3.4	Atelier	2	1		A adapter au cas par cas en fonctions des systèmes à connecter
A.4 Education sportive					
A.4.1	Gymnase	2	1		
A.4.2	Bureau professeur	2	1		

Cod	Désignation des locaux	PAI	PAT	PVP	Remarques
B. Secteur de la vie scolaire					
B.1 Centre de Documentation et d'Information					
B.1.1	Espace Accueil	4	1		PAI documentaliste et AED
B.1.2	Bureau documentaliste	4	1		Si existant une PAI supplémentaire pour le Wifi afin de conserver 2 postes libres)
B.1.3	Documentation	8			Adapter au cas par cas
B.1.4	Pôle informatique CDI N élèves	N+2			
B.1.5	Salle de travail	2			
B.1.6	Archives / Reprographie	2	1		
B.1.7	Conseiller d'Orientation Pédagogique	2	1		
B.2 Locaux professeurs					
B.2.1	Salle de détente	2	1		
B.2.2	Salle des professeurs	6	1		10 PAI si absence de salle de travail
B.2.3	Salle de travail	2	1		1 par tranche de 10 m ²
B.2.4	Reprographie	6	1		A adapter selon taille du lycée (3 à minima)
B.3 Locaux vie scolaire					
B.3.1	Bureau CPE	2	1		
B.3.2	Accueil Bureau surveillants	4	2		
B.3.3	Salle de permanence / études et devoirs	2	1	1	A compléter en fonction des besoins une PAI supplémentaire pour le Wifi afin de conserver 2 postes libres)
B.3.4	Foyer / Cafétéria des élèves	8		1	
B.3.5	Salle d'activité club	2	1		
B.4 Infirmerie					
B.4.1	Salle de soins / bureau infirmière	2	1		
B.4.2	Chambre d'isolement		1		Prévoir prise TV
B.4.3	Chambre de repos		1		Prévoir prise TV
B.4.4	Médecin scolaire	2	1		
B.4.5	Assistance sociale	2	1		
B.5 Internat					
B.5.1	Chambre Maître internat	1	1		
B.5.2	Poste de travail	1			Emplacement et nombre à définir selon projet
C. Secteur administratif et de la gestion					
C.1 Services administratifs					
C.1.1	Hall d'accueil	2	1		
C.1.2	Bureau d'accueil (loge)	4	1		

C.1.3	Bureau Proviseur + espace réunion	4	1		
C.1.4	Bureau Proviseur-adjoint	4	1		
C.1.5	Bureau des examens	4	2		
C.1.6	Secrétariat Proviseur	2	1		
C.1.7	Secrétariat Proviseur (bureau double)	6	3		
C.1.8	Secrétariat Proviseur adjoint	2	1		
C.1.9	Bureau Intendant	2	1		
C.1.10	Bureau comptabilité	2	1		
C.1.11	Bureau Achats	2	1		
C.1.12	Secrétariat Intendance (2 pers)	6	3		
Cod	Désignation des locaux	PAI	PAT	PVP	Remarques
C.1.13	Salle de réunion interne (15 pers)	2	1		
C.1.14	Dépôt / Reprographie	2			
C.2 Service informatique					
C.2.1	Bureau Responsable informatique	6	1		
C.2.2	Local serveurs informatiques	1	16		
C.3 Autres locaux					
C.3.1	Salle de réunion (CA,...)	4	1	1	Prévoir sonorisation
C.4 Service de restauration					
C.4.1	Chef cuisine	2	1		
C.4.2	Self Borne	1			1 par borne
C.4.3	Cuisine	2	1		
C.5 Services généraux					
C.5.1	Ateliers	1	1		
C.5.2	Chaufferie	1	1		
C.5.3	Locaux techniques	1			
C.5.4	Bureau Agent Chef	2	1		
C.5.5	Salle de détente Agents	1	1		
C.6 Logements					
C.6.1	Appartement	1	1		+Prises téléphones privées + prises TV

Concernant le raccordement des logements de fonction :

- Raccordement privé (câblage prévu, mais prises sur **Vlan** privé)
- Prévoir uniquement une prise téléphonique sur le réseau de l'établissement.

Concernant les gymnases :

- Raccordement sur le réseau de l'établissement.
- Sur le **Vlan** pédagogique.

Concernant l'internat :

- Raccordement sur le **Vlan** Wifi des POP (à valider)
- Wifi.

Nota : certains locaux bénéficieront d'un système de sonorisation. Pour chacune de ces salles, le concepteur devra prévoir l'infrastructure dimensionnée pour un système de sonorisation permettant la diffusion de la parole et de bande son (musiques, présentation). Ainsi 2 ou 4 liaisons basse impédance (pour 2 ou 4 HP) seront prévues depuis la position des prises HP murales jusqu'à la position estimée de l'amplificateur.

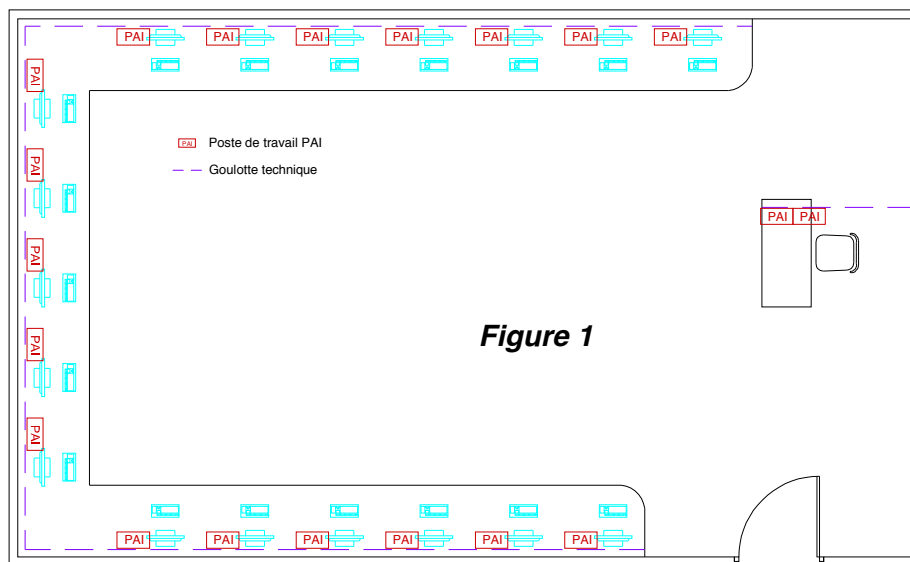
1.3.5 Salles multimédia

Un projet de câblage VDI comprend l'aménagement des salles de classe multimédia. Des configurations définies ci-dessous sont conseillées afin d'optimiser les cheminements du câblage. Le « programmeur » ainsi que le Maître d'Œuvre devront prendre toutes les précautions afin que l'aménagement des salles réponde aux exigences de la réglementation concernant l'accessibilité handicapé.

Derrière le bureau de l'enseignant au même endroit que le PAI, prévoir un ensemble de prises murales comprenant :

- Une prise VGA (DVI,HDMI,.. à définir suivant l'installation du vidéoprojecteur
- Une prise audio (Jack à brancher sur l'ampli 2x40w).
- Une prise composite (RCA,...) pour le lecteur DVD

Configuration 1 : aménagement en périmétrie



Configuration 2 : aménagement des postes de travail face au professeur

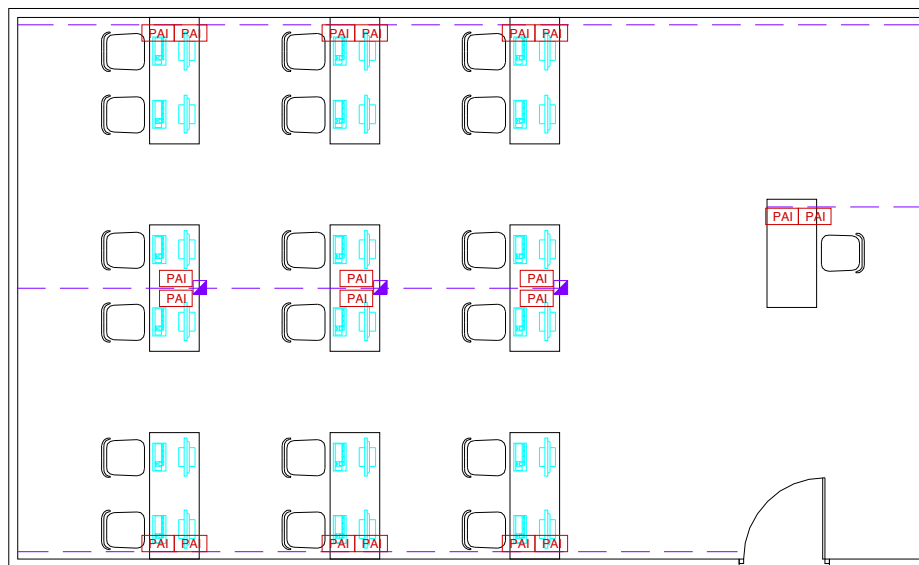


Figure 2

- PAI Poste de travail PAI
- - - Goulotte technique
- Potelet

Configuration 3 : aménagement mixte en périmétrie avec ilot central

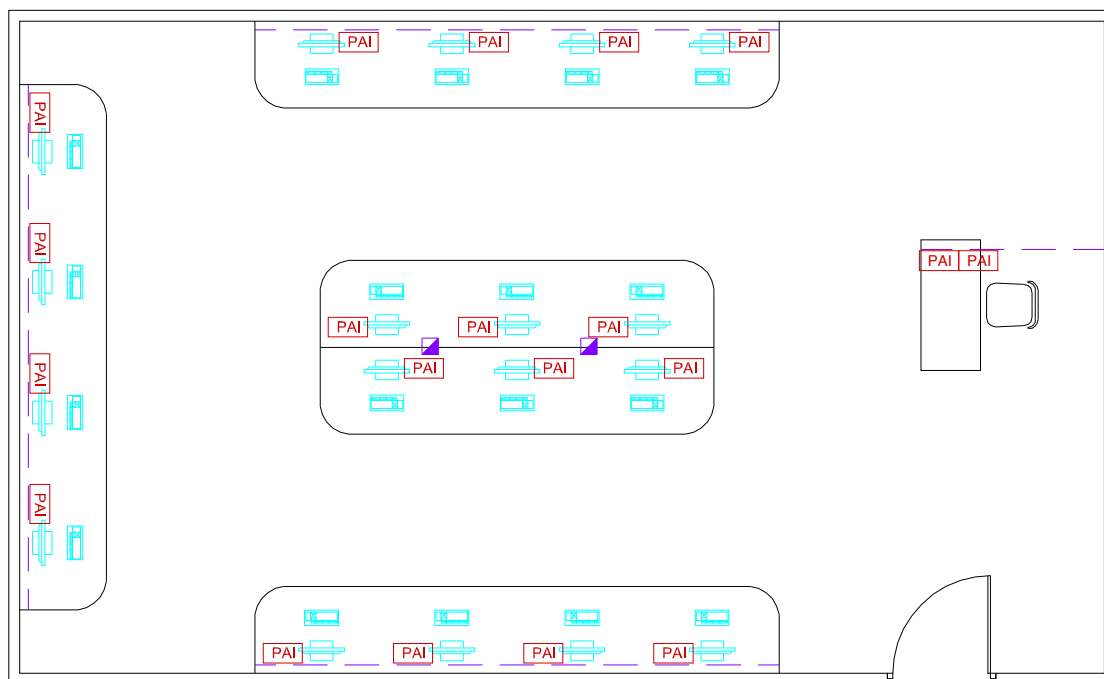


Figure 3

- PAI Poste de travail PAI
- - - Goulotte technique
- Potelet

Titre 2 RECOMMANDATIONS TECHNIQUES GENERALES

2.1 Généralités

La réalisation d'un câblage VDI dans un établissement représente un certain investissement dont la pérennité doit être assurée.

Pour ce faire, ce câblage doit être banalisé au maximum afin de ne pas être remis en cause avec l'évolution du parc informatique.

Afin d'obtenir une souplesse optimale d'utilisation, ce doit être un câblage le plus systématique possible et qui doit permettre toutes les configurations et reconfigurations souhaitables pour un coût acceptable.

Pour les bâtiments neufs, le câblage doit être prévu en plénum de faux-plafonds inférieurs afin d'alimenter les postes par le sol.

Pour les bâtiments en réhabilitation, en cas d'impossibilité, le câblage sera prévu en potelets.

Le câblage d'un établissement doit prendre en compte :

- l'arrivée de terminaux intégrant de plus en plus les fonctions téléphoniques et informatiques, de traitement de l'image,
- l'accroissement du nombre de stations de travail et de leur puissance,
- la numérisation et l'augmentation des débits,
- la diversité des offres réseaux,
- l'hétérogénéité des matériels,...

Le système de câblage répondant à ces évolutions doit donc être un système ouvert, c'est à dire un câblage non spécifique à une utilisation donnée (voix, données, images, ...).

2.2 Normes et Règlements

Toutes les installations doivent être conformes aux règles de l'art et impérativement satisfaire aux prescriptions des normes, règlements et décrets en vigueur, et plus particulièrement aux prescriptions des documents suivants :

- Les prescriptions du présent document,
- Tous les décrets, arrêtés, règlements et normes concernant les systèmes de câblage qui seront en vigueur à la date de la soumission,
- Les normes d'installations ;
- Les normes internationales et leurs équivalences françaises et européennes définissant l'architecture et les composants des réseaux structurés.
- Les normalisations techniques portant sur les différents protocoles informatiques existants.

2.3 Performances d'un câblage

Un projet de câblage VDI d'un établissement s'intègre soit dans une opération de construction ou d'extension de bâtiment, soit dans une opération de restructuration d'un câblage existant. Dans ce dernier cas, les intervenants peuvent être confrontés à différents types de câblage. Les tableaux suivants définissent les niveaux de performances des différents supports afin d'évaluer le niveau de vétusté des infrastructures existantes.

2.3.1 Les liaisons cuivres

Les câbles à paires symétriques ainsi que la connectique associée sont classés par catégorie de performances croissantes. Les chaînes de liaison sont répertoriées par classe d'application.

	Cat 5 Classe E	Cat 6 Classe E	Cat 6a Classe Ea	Cat 7 Classe F
Fréquence d'utilisation max	100 MHz	250 MHz	500 MHz	600 MHz
10G base T	55m	55m	100m	100m
1000 base T	100m	100m	100m	100m
100 base T	100m	100m	100m	100m

Ce tableau ci-dessus définit le niveau de performance des différents câblages. Le programmeur devra utiliser celui-ci afin de vérifier si les infrastructures existantes relevées sur les différents sites peuvent admettre des débits acceptables pour de futures applications multimédias. Tout autre type de câblage doit être considéré comme obsolète.

2.3.2 Les liaisons Fibres Optiques

	OM1 62.5/125um	OM2 50/125um	OM3 50/125um	OS1 9/125um
Type	Multimode	Multimode	Multimode	Monomode
Bande passante (MHz/km)	200/500	500/500	1500/500	
Protocoles				
10 Gigabits (Base S/L)	33m	82m	300m pour 2000 MHz*km en Bande Passante	10 000 m
Giga Ethernet (Base LX)	550m	550m	550m pour 500 MHz*km en Bande Passante	2000 m
Giga Ethernet (Base SX)	275m	550m	550m	
Fast Ethernet	2000m	2000m	2000m	2000 m

Ce tableau ci-dessus définit le niveau de performance des différents types de fibre optique.

2.4 Architecture de câblage

2.4.1 Organisation générale

L'architecture de l'infrastructure VDI s'organise suivant 2 sous-systèmes :

- Câblage fédérateur ou primaire
- Câblage horizontal ou secondaire

Cette infrastructure VDI est le support de communication à des applications informatiques, téléphoniques et à des usages divers notamment pour d'éventuels systèmes de sûreté ou de Gestion Technique Centralisée (GTC).

L'architecture préconisée dans le cadre d'un projet de construction, extension ou rénovation du câblage VDI, sera une distribution en étoile pour chaque sous-système.

Cependant, il est possible selon les contraintes économiques et opérationnelles de multiplier certains liens afin d'assurer la continuité de service en cas de dégradation d'une liaison. Il est recommandé d'appliquer ce principe au niveau du câblage fédérateur.

2.4.1.1 Câblage fédérateur

On appelle câblage fédérateur le câblage permettant d'interconnecter les locaux de sous-répartitions au local de répartition général (voir figure 1).

Le répartiteur général est la source des applications multimédias. Les serveurs et le cœur de réseau dédiés aux applications informatiques ainsi les arrivées télécoms et l'autocommutateur pour la téléphonie résident dans ce répartiteur.

Les liaisons inter-répartiteurs sont assurées par des rocares Fibres Optiques pour l'informatique et par des rocares Cuivres ou Fibres Optiques pour la téléphonie (selon la technologie adoptée, soit téléphonie classique, soit téléphonie sur IP).

Il ne doit pas y avoir plus de 2 niveaux hiérarchiques maximum dans le câblage primaire, pour limiter la dégradation des signaux dans des systèmes passifs.

Le pré-câblage respectera les normes de compatibilité électromagnétique :

- EN 55022 (EMC) : Norme relative à l'émission de l'équipement.
- EN 55024 (EMC) : Norme relative à l'immunité de l'équipement.

Le réseau sera de type ETHERNET selon la norme ISO/CEI DIS 11.801 Ed.2 ou supérieur pour les applications de classe EA pour la catégorie 6A ou supérieur suivant la date d'exécution du marché

La distance entre le répartiteur général et les sous-répartiteurs ne doit pas être supérieure à 550 m. La distance maximale de 300 m entre le répartiteur général et les sous-répartiteurs peut être étendue lorsqu'on utilise un câblage en fibre optique monomodale.

Depuis le répartiteur général vers le sous-répartiteur, les longueurs cumulées des jarretières sur une chaîne de liaison ne doivent pas être supérieures à 20 m.

Le nombre de sous- répartiteurs devra être optimisé.

Dans le cas des réhabilitations, il pourra être préconisé en priorité la fibre OM3-6 brins en fonction des contraintes (équipements existants, goulottes, ...).

2.4.1.2 Câblage secondaire

L'usage de la fibre optique exclusivement est préconisé.

On appelle câblage secondaire (ou câblage capillaire), le câblage qui va des locaux de répartition jusqu'aux points d'accès (prises terminales).

La longueur maximale du câble secondaire doit être de 90 m, et la longueur minimale de 15m quel que soit le type de média utilisé. Il s'agit de la longueur du câble qui va de la terminaison mécanique du câble dans le sous-répartiteur jusqu'aux prises terminales.

Il est admis une longueur totale de 10 m pour les câbles de la zone de travail et les cordons de brassage des locaux de répartition. Cette longueur peut être distribuée différemment en fonction des besoins.

Architecture de l'infrastructure VDI

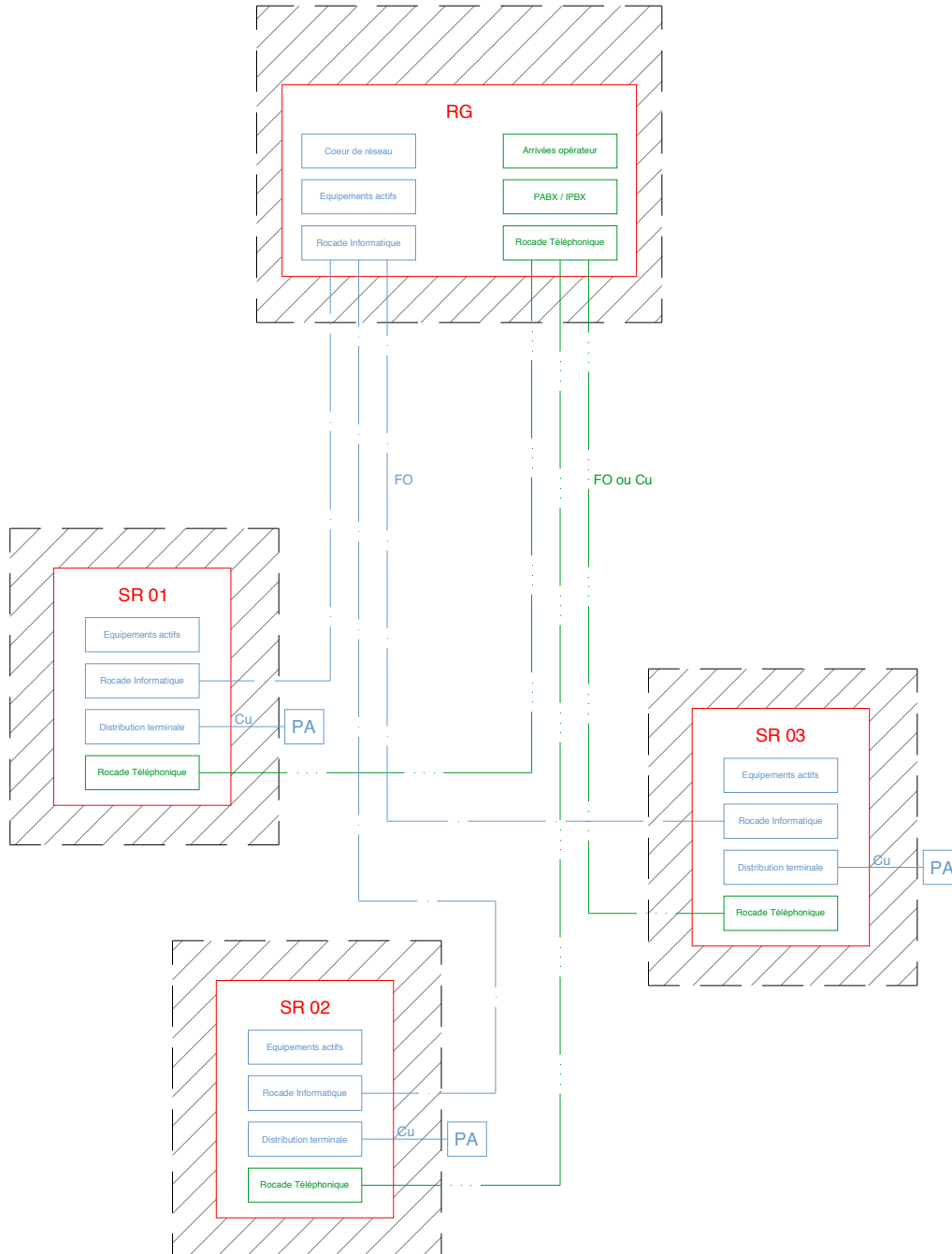


Figure 4

2.4.1.3 Remarques générales

Les câbles Cuivre ayant des impédances nominales différentes ne doivent pas être mélangés dans une liaison de câblage. Il est recommandé de ne pas mélanger de tels câbles au sein d'un même répartiteur.

Des fibres optiques de différents diamètres ne doivent pas être mélangées dans une liaison de câblage.

Si c'est le cas, il est préconisé de déposer les câbles en-dessous de la norme. Tous les projets seront prévus en IP.

2.4.2 Les répartiteurs

Les répartiteurs constituent les postes d'aiguillage du réseau. Ils reçoivent les panneaux RJ45 de connexion aux prises de la zone qu'ils distribuent ainsi que les panneaux RJ45 et tiroirs optiques des différentes roades de la distribution primaire (téléphonie et informatique).

Le nombre de prises raccordées à un même sous-répartiteur doit rester, si possible, inférieur à 500 afin que la gestion en soit aisée. Deux baies de distribution seront nécessaires au-delà de 250 prises.

On distinguera deux types de répartiteur :

- Le Répartiteur Général (RG)
- Les Sous Répartiteurs de zone (SR)

Les répartiteurs sont, en règle générale, composés de baies 19" dans lesquelles viennent se fixer des panneaux RJ45. L'emplacement des baies est à privilégier dans des locaux annexes.

Les équipements préconisés devront respecter la norme au niveau du bruit généré.

En partie haute, les baies 19" accueillent les connexions des roades optiques.

En dessous seront mises en place des étagères pour accueillir le matériel actif du réseau informatique puis les panneaux RJ45 de la distribution horizontale.

La ventilation avec des actifs devra être prévue entre les panneaux de brassage.

Enfin, en bas de baie seront installés les panneaux RJ45 haute densité des roades téléphoniques.

Le Répartiteur Général (RG)

Le répartiteur général est le cœur des réseaux de communication. Il comprend un ensemble de baies permettant d'accueillir les ressources informatiques, les ressources téléphoniques, les équipements de liaisons avec les sous-répartiteurs et le matériel d'irrigation de sa zone.

Il est demandé, lorsque la topologie et la fonctionnalité de l'établissement le permettent, de regrouper dans un même local technique suffisamment grand (10 m² minimum), les équipements actifs du réseau informatique, l'autocommutateur, les serveurs informatiques et autres courants faibles. La température maintenue dans le Répartiteur Général et le local des serveurs doit impérativement être inférieure à 25°C (la puissance dissipée est estimée à 5 kW).

On distingue ainsi dans un même volume (se reporter à la figure 5 en fin de paragraphe) :

- Les ressources téléphoniques avec l'autocommutateur et les départs des rocares (Répartiteur Général Téléphonique).
- Les ressources informatiques avec le cœur de réseau et les départs des rocares en fibre optique (Répartiteur Général Informatique),
- Les équipements de la distribution banalisée de sa zone d'innervation.

Le Répartiteur Général Informatique (RGI)

Le RGI a généralement la fonction de recevoir le cœur de réseau informatique (équipements actifs centraux), les équipements d'interface WAN/LAN (par exemple une passerelle internet, un routeur pour la connexion internet) et les serveurs centraux.

Le RGI sera composé d'une ou plusieurs baies 19" équipées :

- de panneaux optiques pour les rocares informatiques optiques vers les autres répartiteurs,
- d'équipements actifs de réseau informatique,
- de panneaux RJ45 pour la connexion des prises de la zone qu'il distribue.
- d'une étagère de 2U pour accueillir le routeur ou la connexion Internet
- d'un onduleur online de 1Kva
- de panneaux passe fil à anneau en nombre équivalent aux panneaux de brassage et aux tiroirs optiques + 1 par matériel actif

Le Répartiteur Général Téléphonique (RGT)

Le RGT constitue le point de départ du réseau téléphonique à partir duquel partent des rocares téléphoniques vers les Sous Répartiteurs de zone.

Ce répartiteur accueillera également, les arrivées de ligne du réseau public, ainsi que l'autocommutateur de l'établissement.

Le RGT sera composé d'une baie 19" équipée :

- d'un châssis répartiteur 19" 1 rail horizontal recevant :
 - o les connexions au réseau de l'opérateur Télécom,
 - o les connexions aux entrées du PABX.
- De panneaux RJ45 haute densité accueillant les connexions des départs de rocade vers les locaux Sous Répartiteurs.

Le RG sera équipé :

- d'un écran-clavier sur tiroir extractible,
- de tablettes pour les serveurs.

Une armoire sera prévue pour les onduleurs des serveurs, celle-ci sera couplée avec l'armoire des serveurs.

Pour l'autocommutateur, 2 cas de figure sont à envisager :

- S'il s'agit d'un autocommutateur dont les sorties sont sur ports RJ45, l'autocommutateur doit alors être intégré dans une des baies constituant le Répartiteur Général Téléphonique.
- S'il s'agit d'un autocommutateur mural « classique », ses sorties devront être câblées sur des panneaux RJ45 haute densité qui seront intégrés dans une des baies constituant le Répartiteur Général Téléphonique.

La téléphonie classique sera abolie (coût de la rocade trop importante, flexibilité moindre, ...).

Dans le cas des réhabilitations, la vétusté de l'autocommutateur sera intégrée dans l'étude de diagnostic afin de déterminer en connaissance de cause l'opportunité d'un remplacement éventuel.

Le Sous Répartiteur de zone (SR)

Le Sous Répartiteur de zone constitue un nœud à partir duquel sont reliés :

- les postes de travail de la zone qu'il distribue,
- les rocares informatiques, téléphoniques et autres courants faibles provenant du Répartiteur Général,

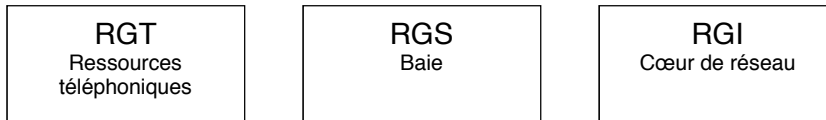
Chaque Sous Répartiteur de zone sera composé d'une ou plusieurs baies 19" équipées (se reporter à la figure 6 en fin de paragraphe) :

- de panneaux optiques (connecteurs LC ou SC Duplex) pour les rocares informatiques et autres courants faibles optiques vers le répartiteur général (cependant, dans le cadre d'une intervention sur de l'existant, les concepteurs et réalisateurs d'un projet veilleront au type de connecteurs FO utilisés afin d'homogénéiser l'installation neuve avec cet existant),
- de câblage 12 brins – 6 liaisons,
- connectique Fibre SC pour limiter les types de jarretières (SC/SC ou SC /LC)

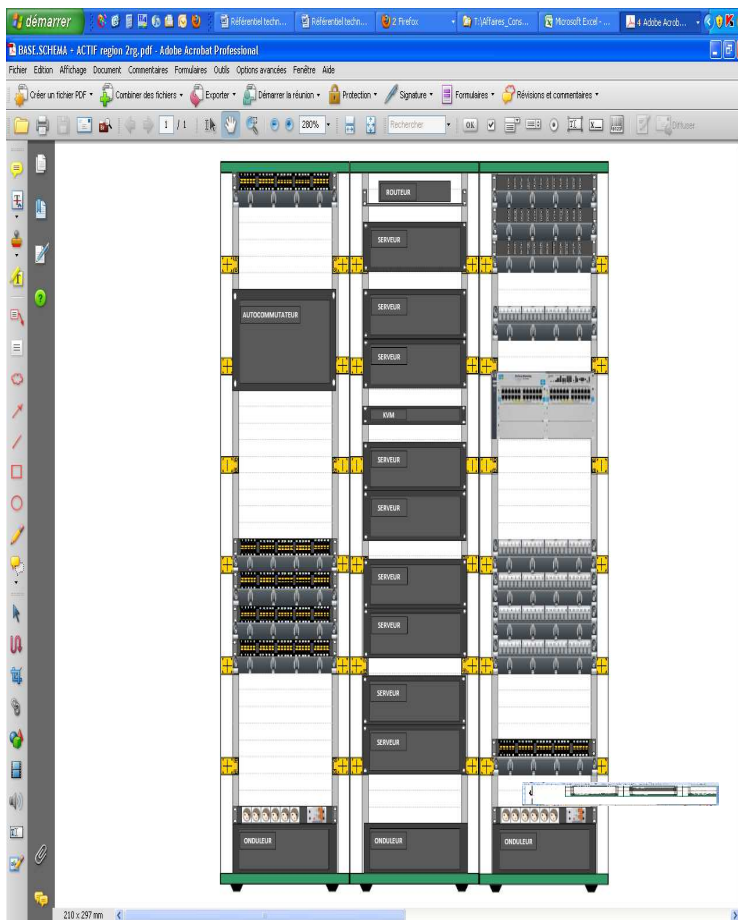
- les panneaux RJ45 pour la connexion des prises de la zone qu'il distribue,
- les équipements actifs de réseau informatique,
- les panneaux RJ45 pour la connexion des rocares téléphoniques.

Répartiteur Général (RG)

Face avant



Panneau haute densité :
raccordement des arrivées opérateur téléphoniques



Tiroirs optiques :
raccordement des rocares informatiques vers SR

Panneau RJ45 :
raccordement des ressources informatiques depuis baie serveurs

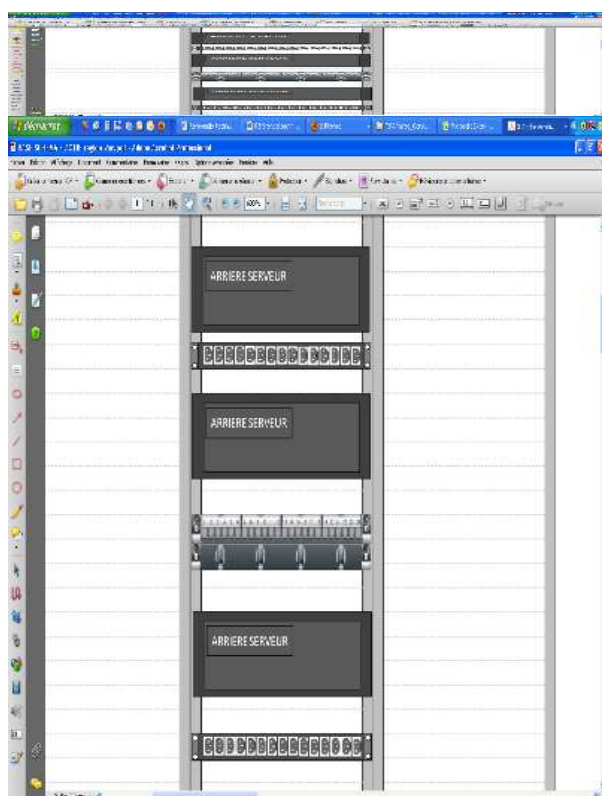
Cœur de réseau

Panneaux RJ45 :
distribution des points d'accès

Panneau haute densité :
raccordement des rocares téléphoniques

Figure 5

Répartiteur Général (RG) Face arrière



Bandeau de prises PDU : pour alimentation des serveurs et du KVM

Panneaux RJ45 :
Brassage des liaisons cuivre des serveurs vers le cœur du réseau informatique

Figure 6

Sous-Répartiteur (SR)

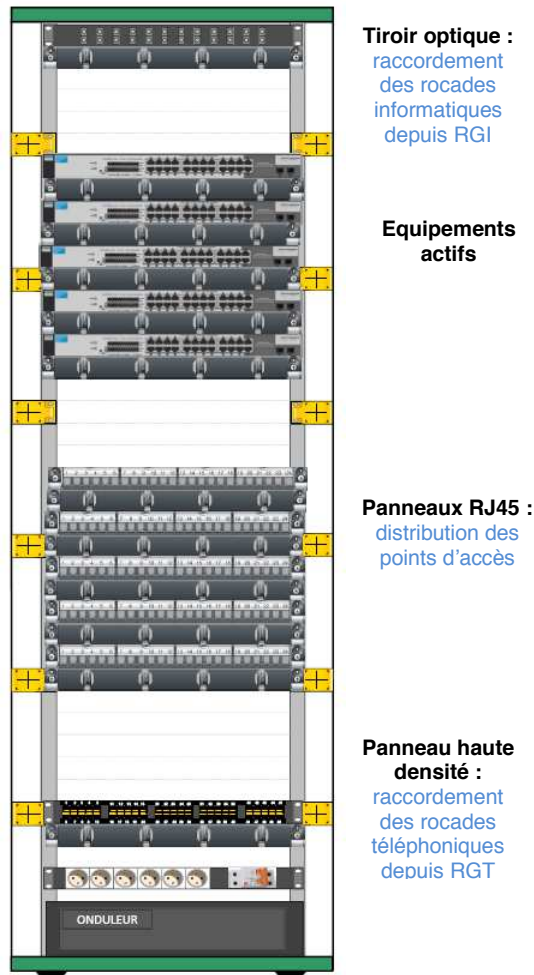


Figure 7

Pour une distribution de plus de 96 prises HP prévoir un châssis afin d'éviter les cascades entre Switch trop nombreuses.

Dans le cas d'une armoire secondaire prévoir une arrivée fibre optique sur chaque châssis afin d'optimiser les performances.

2.5 Locaux techniques

L'implantation, le dimensionnement et l'équipement des locaux de communication constituent des problèmes qui doivent être examinés :

- pendant la phase de conception du bâtiment dans le cas d'immeubles neufs ou rénovés
- pendant la phase de conception du câblage dans le cas d'immeubles anciens

Les locaux de communication doivent pouvoir recevoir les fermes, modules de raccordement, châssis ou baies de brassage constituant les différents répartiteurs (répartiteur général et sous-répartiteurs), ainsi que les équipements actifs du réseau (commutateurs, routeurs, PABX,...). Ces locaux peuvent aussi recevoir des équipements informatiques qui sont généralement gérés à distance à partir de postes d'administration, et qui nécessitent une certaine sécurité d'accès (serveurs, systèmes de sauvegarde,...).

Le nombre de locaux de répartitions doit être optimisé afin de diminuer la quantité de liaisons primaires ainsi que les dimensions des équipements centraux des réseaux.

Les recommandations sont les suivantes :

- Ces locaux devront être situés de préférence dans la partie centrale du bâtiment de façon à pouvoir desservir directement toutes les prises du bâtiment en respectant une longueur maximale de liaison de 90 mètres.
- Les locaux de communication devront être à proximité des colonnes montantes des bâtiments (colonnes utilisées pour le cheminement des câbles verticaux). Par contre, ils devront être éloignés des cages d'ascenseur, groupes électrogènes en raison des vibrations induites et des perturbations électromagnétiques.
- Ils seront suffisamment dimensionnés pour accueillir des baies 19" accessibles par l'avant et par l'arrière.
- Les baies de répartition devront être situées de préférence dans des locaux techniques dédiés et non dans des salles de classe ou multimédia ou CDI.
- Ils devront être climatisés ou au minimum ventilés afin de pouvoir garantir une température de 25 °C maximum, nécessaire au bon fonctionnement des équipements électroniques des systèmes informatiques, téléphoniques et systèmes tiers.
- Ces locaux contiennent des équipements électroniques, ce qui nécessitent toujours des alimentations électriques (plusieurs prises, si possible sur le réseau secouru). La puissance électrique disponible sera d'au moins 1 kVA.
- Dans chaque local sera mis en œuvre une borne de raccordement à la terre principale. L'équipotentialité des terres des différents locaux devra être respectée.
- Ces locaux sont exclusivement réservés aux matériels informatiques, téléphoniques ou autres courants faibles.
- Ces locaux doivent être équipés d'un accès sécurisé.
- Un éclairage de 200 lux au minimum est conseillé. Les tubes fluorescents sont à éviter sauf si les contraintes d'environnement sont respectées (éloignement de 50 cm minimum). Eclairage LED.
- Le bureau de l'administrateur réseau sera équipé de PAI et 1 PAT répartis sur un même pan de mur. Le nombre de PAI sera défini suivant les besoins de l'établissement.
- Tous les matériels susceptibles d'apporter des perturbations électriques sont proscrits dans les locaux techniques.
- Des mesures de protection seront prises pour éviter les risques de fuites et de dégâts provoqués par les ruptures de canalisation (aucun fluide ne doit passer dans un local technique ; de même toute servitude est à proscrire).
- La superficie sera de **10 m² minimum** pour le local technique du répartiteur général.
- La superficie du bureau de l'administrateur sera de **9 m² minimum**, pour les autres locaux techniques, en fonction des équipements à recevoir.
- Le revêtement de sol devra être antistatique et anti-poussière.
- Les portes d'accès au local devront être coupe-feu une heure minimum.

- Prévoir l'installation d'un digicode

Prévoir la Sécurité incendie qui s'impose en la matière (détecteur de fumée, extincteurs).

Important : le répartiteur général de l'établissement devra être suffisamment dimensionné car il sera susceptible de recevoir tous les équipements principaux pour l'informatique (serveurs, matériels actifs, routeurs, modems), le téléphone (PABX) et les autres courants faibles (Vidéo, Sûreté ou GTC...).

La position du Répartiteur Général devra être de préférence centrale et sa superficie sera de 10 m² minimum s'il accueille l'ensemble des médias du lycée.

Vue en plan du local Répartiteur Général et du bureau de l'administrateur

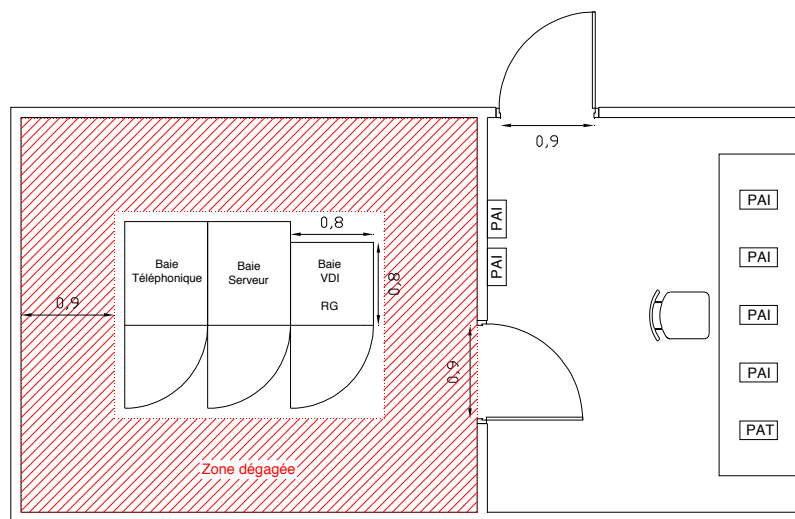


Figure 8

Les concepteurs et les réalisateurs devront prendre en compte les serveurs actuels des établissements. En effet, la plupart des établissements sont équipés de serveurs non rackables. Ainsi il devra être prévu de mettre à disposition de prises murales en nombre suffisant pour mettre en place les serveurs actuellement en service.

Pour les salles d'enseignement, dans le cas des réhabilitations, une étude spécifique du cas spécifique sera réalisée afin de permettre au service concerné de statuer sur les solutions à appliquer.

Pour la salle serveur, il est demandé de prévoir au minimum 11 prises (10 Réseaux + 1 téléphone).

2.6 Téléphonie

La téléphonie se rapproche des réseaux informatiques, elle est représentée par deux grandes familles :

- Téléphonie traditionnelle (analogique ou numérique)
- Téléphonie IP (ToIP)

Le principal objectif d'un projet de câblage VDI pour un établissement est la mise en œuvre d'une infrastructure pérenne qui puisse à la fois être le support du réseau informatique et du réseau téléphonique. Cependant, dans la plupart des cas, un réseau téléphonique existant est déployé sur site, ainsi les programmistes et les Maîtres d'Œuvre doivent concevoir des solutions capables d'intégrer les systèmes existantes mais aussi les systèmes futurs.

L'organe central du réseau téléphonique est l'autocommutateur (PABX pour la téléphonie traditionnelle et IPBX pour la téléphonie sur IP). Cet équipement doit être modulaire, rackable dans une baie 19 pouces et hybride ; capable de gérer à la fois des postes terminaux classiques (analogiques et numériques) et IP.

Titre 3 SPECIFICATIONS TECHNIQUES PARTICULIERES

3.1 Choix des composants de câblage

Le Maître d'Œuvre et l'installateur devront choisir un système de câblage homogène, les chaînes de liaisons (câbles, connecteurs, cordons de brassages, prises terminales) seront réalisées avec des composants d'un seul et même constructeur dans un souci d'assurer la compatibilité des matériels et de garantir les performances et la pérennité du câblage.

Dans le cas d'une restructuration, seul les matériels mis en œuvre devront respecter cette contrainte homogénéité.

Cependant, il est nécessaire de respecter la technologie d'écrantage choisie, pour être homogène dans tout l'établissement.

Il sera prévu du F/FTP. Dans le cas de présence d'U/UTP, une étude spécifique devra être réalisée avant validation des services.

Les projets de câblage dans les lycées devront être réalisés à partir de composants **de catégorie 6a, aboutissant à des liaisons de type classe Ea au sens des normes ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10 et ISO/IEC 11801 édition 2**, et permettant le support de liaisons en 10 Gb/s.

Cependant, cette catégorie ainsi que leurs performances pourront être modifiées suivant des évolutions techniques à venir.

3.1.1 Les câbles

3.1.1.1 Liaisons cuivres

Rocade cuivre téléphonique : Cat .3, Cat.5

Liaison capillaire : 4 paires ou 2x 4 paires cuivre. Câble de classe Ea – catégorie 6a impédance 100 ohms, type F-UTP, U/FTP ou F/FTP.

Prendre en compte le fait qu'aucune rocade cuivre en catégorie 3 ou 5 n'est prévu pour cheminer en souterrain entre deux bâtiments

3.1.1.2 Fibre Optique

Fibre multimode 50/125µm OM3 à gradient d'indice : pour des liaisons < 300m

Fibre monomode 9/125µm OS1 : pour des liaisons > 300m

Dans le cadre de pose de fibre inter bâtiments en gaine enterrée, la gaine du câble sera zéro halogène PEHD et LSOH, sans métal (préserve des problèmes d'équipotentialité des masses). Le câble sera à structure **libre avec gel** et renforcée (gaine de protection extérieure anti-rongeur en fibre de verre).

Tous les raccordements optiques devront être obligatoirement réalisés en fusion.

3.1.2 Les connectiques

3.1.2.1 Connectique pour les câbles à paires torsadées

Elle sera identique côté prise terminale et côté brassage dans les répartiteurs. Elle sera composée type RJ45 à 9 contacts (8 + 1 latéral) (Norme ne correspond pas aux connecteurs)

- Catégorie 6a, blindée et compatible avec le câble S/FTP
- Connexion autodénudante
- Repérage des broches par couleur standard ou numérotation

La prise terminale, permettant la connexion de tous les types d'équipements prévus dans l'établissement, sera du type **RJ45 blindé catégorie 6_A ou supérieur suivant la date d'exécution du marché**, normalisée **ISO 8877**. Le point très important réside dans la qualité de la reprise d'écran. En effet l'entière qualité de l'immunité aux perturbations électromagnétiques du système de câblage dépend principalement de la reprise d'écran. Elle doit être réalisée à 360° et sans l'aide du drain. (Cf. NF EN 50174-2)

3.1.2.2 Connecteurs de fibres optiques

Les connecteurs seront de type LC ou SC Duplex.

La connectique Fibre en SC sera limitée pour limiter les types de jarretières (SC/SC ou SC /LC).

3.1.3 Les cordons de brassage

3.1.3.1 Cordons de brassage pour câble cuivre

Cordons RJ45-RJ45 réalisés avec un câble 4 paires 100 ohms, catégorie 6a S/FTP. Ces cordons devront impérativement provenir du même constructeur que celui du système de câblage pour des questions de performances et de garantie.

Les cordons de brassage doivent être installés par titulaire du lot câblage.

Leur longueur sera calculée en fonction de la configuration des différentes baies :

Les longueurs des cordons peuvent être différentes en fonction de la densité et de la position des éléments mais doivent être dans tous les cas optimisées.

Leur nombre doit être au moins égal au nombre de prises RJ45 montées sur les panneaux de brassage.

L'entreprise devra, avant signature du marché, produire les échantillons du matériel qu'elle prévoit d'installer. Le même constructeur doit être prescrit sur la chaîne des liaisons.

Le cordon de brassage reliant un port sur le panneau de brassage à un port du commutateur, a une longueur qui varie selon la distance entre le panneau de brassage et le commutateur dans le répartiteur. Plus il y a de panneaux de brassage, plus la distance avec le commutateur est grande.

La solution consiste à intercaler un commutateur entre 2 panneaux de brassage. Les cordons doivent être suffisamment longs pour que les commutateurs puissent être intégrés avec les témoins de connexion visible sans grande manipulation. Prévoir des cordons de 1 mètre ou de 2 mètres.

Les cordons de liaison reliant le poste de travail à la prise sont de 2 à 5 m. Ils sont intégrés dans la commande de pré-câblage et remis au chef d'établissement lors de la réception des travaux de câblage.

3.1.3.2 Jarretières optiques pour fibres optiques

Les connecteurs seront de type LC ou SC Duplex, et seront à adapter si besoin au connecteur du matériel actif.

Les cordons optiques seront de type : multimode 50/125 μm à gradient d'indice.

Dans le cas où une fibre optique monomode serait déployée sur site, la jarretière devra avoir les mêmes caractéristiques que cette fibre et avoir une couleur différente pour la différencier d'avec la Multimode.

3.1.4 Les baies et coffrets 19 pouces

Les locaux de brassage recevront un équipement 19" dont la hauteur dépendra de la densité d'équipements à y installer. Dans tous les cas, ils devront permettre une extension du nombre d'équipements de l'ordre de 30%.

Une clé unique servira à l'accès des armoires et coffrets de l'établissement.

Caractéristiques des coffrets muraux 19" :

- Portes latérales amovibles
- Hauteur de 15 U minimum
- Profondeur 600 mm minimum
- Largeur 600 mm

Caractéristiques des baies de distribution :

- Portes latérales amovibles
- Hauteur de 21 ou 42 U
- Profondeur 800 mm
- Largeur 800 mm

Caractéristiques des baies serveurs :

- Portes latérales amovibles
- Hauteur de 42 ou 47 U
- Profondeur 1000 mm

Largeur 800 mm

3.1.5 Les panneaux de brassage RJ45

Panneaux de 24 ports RJ45 maximum sur 1 U pour le brassage de l'informatique et autres courants faibles.

Un panneau passe cordons type « à anneaux » sera installé par panneau RJ45 de distribution.

Pour le raccordement des rocares téléphoniques dans les baies de brassage, on utilisera des panneaux haute densité de 48 ou 50 ports RJ45 sur 1 U. Les câbles multipaires de rocares téléphoniques y seront raccordés en 1 paire par prise RJ45.

La couleur des prises ou supports ou étiquettes dépendra de leur utilisation :

- **Bleu** : Distribution horizontale (postes)
- **Vert** : Distribution Verticale (Rocades Informatiques)

Quelle que soit la méthodologie et la méthode, la reprise du blindage sera réalisée sur 360° et la continuité sera assurée entre le câble, la prise et le panneau.

3.1.5 Les tiroirs optiques

Les tiroirs auront une capacité unique de 24 ports LC duplex ou 12 ports SC duplex et une hauteur de 1 U.

Privilégier les connecteurs SC duplex ou simplex.

Entre chaque tiroir sera installé un panneau passe cordons type « à anneaux », sauf pour ceux qui sont intégrés au tiroir.

3.1.6 La prise terminale

La prise terminale, permettant la connexion de tous les types d'équipements prévus dans l'établissement, sera du type RJ45 catégorie 6a blindée et compatible avec le câble S/FTP.

Elles seront conformes à la norme EN 50173-1 IS 11801, 2^{ème} Edition, ainsi qu'au draft

Système : 25 N 1096 FPDAM 1.1

Testé De-Embedded selon ANSI/TIA/EIA 568 B2.1 ET ISO/IEC 60603-7-5

Cette prise est constituée 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 même terre jusqu'au terminal. Elle doit être réalisée à 360° et sans l'aide du drain. (Cf. NF EN 50174-2).

La prise terminale, permettant la connexion de tous les types d'équipements prévus dans l'établissement, sera du type **RJ45 blindé catégorie 6_A ou supérieur suivant la date d'exécution du marché**, normalisée **ISO 8877**. Le point très important réside dans la qualité de la reprise d'écran. En effet l'entière qualité de l'immunité aux perturbations électromagnétiques du système de câblage dépend principalement de la reprise d'écran.

Elles seront montées sur des plastrons au format 45 X 45 mm ou 22,5x45 mm.

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

Les prises seront également équipées d'un système de marquage et d'identification des connecteurs. Un volet de protection transparent amovible protégera l'étiquette d'identification. Les étiquettes non protégées ne seront pas acceptées.

3.1.7 Les cordons des postes de travail

Ce sont des cordons RJ45-RJ45 réalisés avec un câble 4 paires F/UTP ou S/FTP, 100 ohms, catégorie 6a. Les prises RJ45 mâle seront blindées. Ces cordons devront impérativement provenir du même constructeur et de la même gamme que celui du système de câblage pour des questions de performances et de garantie.

Leur nombre doit être au moins égal au nombre de prises RJ45 installées. Leur longueur généralement utilisée dans les établissements est de 2m mais pour certaines configurations de salle, cette longueur sera à adapter en conséquence (2m à 5m)

3.1.8 Les liaisons sans fil

Dans certains cas particuliers et bien identifiés, il est possible d'utiliser des liaisons Ethernet hertziennes pour irriguer quelques postes de travail éloignés, ou même pour des liaisons inter-bâtiments.

On utilisera obligatoirement des appareils répondant aux normes IEEE 802.11n pour le WiFi.

L'utilisation de cette technologie au sein d'un EPLE est régie par la circulaire émanant du Directeur de la DPMA en date du 18 Mai 2006. Circulaire intitulée : « *Mise en œuvre des bornes WIFI ouvrant accès aux ressources internes du système d'information.* »

Toute utilisation de cette technologie dans un établissement doit être validée par le service TIC de la région et le service du Responsable de la Sécurité de Système d'Information du Rectorat (RSSI) qui vérifiera la sécurité, l'opportunité et la faisabilité de l'utilisation de cette technologie.

Dans le cas de liaisons inter-bâtiments, des matériels de type optique sans-fil comme les liaisons « laser » peuvent être utilisées.

3.2 Choix des supports

3.2.1 Remarques générales

Tous les supports devront offrir une **réserve de 30 % minimum** après installation de tous les câbles et du matériel actif.

La place nécessaire à l'intégration du matériel actif et des passe-fil devra être prévue.

Les actifs seront placés dans des gaines ventilées. Ils devront être éloignés des locaux occupés en permanence (bureaux, enseignement, ...).

3.2.2 Les chemins de câbles

Ils seront composés de dalles marines galvanisées à chaud après fabrication de type CES ou équivalent.

Deux types de montage sont préconisés :

- en pendard simple ou double,
- en appui mural (console).

Les chemins de câbles courants faibles seront séparés de **30 cm minimum** des chemins de câbles courants forts et de **50 cm minimum** des tubes fluorescents.

Dans le cas où il ne serait pas possible de respecter localement les distances de séparation entre les courants forts et les courants faibles, il faudra réaliser un blindage efficace (ex : chemin de câbles capoté).

3.2.3 Les goulottes et plinthes

Elles sont en règle générale utilisées pour la distribution des postes de travail dans les salles de classe ou bureau.

Elles auront les caractéristiques suivantes :

- structure aluminium (obligatoire pour les goulottes de sol) ou PVC,
- largeur 160 mm minimum,
- épaisseur 55 mm minimum,
- trois compartiments et trois couvercles. La partie centrale sera vide de tout câble et réservée à l'appareillage,

- indice de protection IP4X au niveau de l'appareillage. Pour cela, des clips de sécurité seront installés de part et d'autre de chaque prise (ou bloc de prises) RJ45 et prise de courant,
- La goulotte et les accessoires devront provenir du même fournisseur et seront du même type chez ce même fournisseur,
- degré de protection minimum IK09 pour la goulotte et IK08 pour l'appareillage,
- ouverture des couvercles uniquement à l'aide d'un outil.

Remarques :

- tous les accessoires associés aux goulottes (angles intérieurs / extérieurs variables, angles plats, T de dérivation, joints de couvercles, joints de socles, clips de sécurité) devront être disponibles dans la gamme du constructeur et fournis par l'entreprise,
- l'application de joints silicone est interdite au niveau des découpes.

3.2.4 Les tubes

Ils seront impérativement utilisés pour les cheminements horizontaux secondaires et pour les liaisons fibre optique. Ils seront également utilisés pour la protection des câbles lors de la traversée de réservations, trémies, cloisons ou dalles béton.

Ils auront les caractéristiques suivantes :

- de type IRO ou ICO dans les cas standards,
- de type MSB OU MRB pour les cheminements soumis à des rayonnements B.F. ou H.F. importants.

Remarque : tous les fourreaux ou tubes utilisés pour la traversée de trémies ou dalle béton devront être rebouchés afin de préserver l'intégrité coupe-feu des éléments.

3.2.5 Les perches et potelets

Ils seront utilisés pour les cheminements des postes de travail amovibles ou inaccessibles par la périphérie de la pièce.

Ils auront les caractéristiques suivantes :

- de structure aluminium,
- compartimentées pour la séparation des câbles VDI et courants forts (2 faces minimum),
- tenue mécanique garantie dans le temps.

Remarques :

- les potelets pourront accueillir un maximum de 2 points d'accès,
- les perches pourront accueillir 2 points d'accès maximum pour une double face et 4 points d'accès maximum pour une quadri face.

3.3 Les règles de mise en œuvre

3.3.1 Spécifications d'installation et de mise en œuvre des répartiteurs

Support des matériels de connexion : baies et coffrets 19 pouces :

- Baie 800x1000 pour accueillir des ressources informatiques et téléphoniques.
- Baie 800x800 pour accueillir des équipements de répartition.
- Coffret 600x600 pour accueillir des équipements de répartition.

La hauteur des châssis des baies et coffrets sera dimensionnée suivant les besoins d'un établissement. Cependant, afin de garantir un système de câblage extensible, le Maître d'Œuvre ainsi que l'entreprise devront intégrer la contrainte de 30% de réserves lors du dimensionnement des supports.

De plus, Il convient que les supports présentent des dégagements suffisants pour faciliter l'accès et le logement des câbles et cordons.

Installation des câbles et du brassage dans les répartiteurs :

La manière et le soin avec lequel le câblage est réalisé au niveau des locaux de communication et des répartiteurs est un facteur très important pour le comportement et la facilité de gestion des systèmes de câblage installés.

Les précautions d'installation et de gestion des câbles qu'il convient d'observer comprennent, entre autres :

- l'élimination des contraintes sur le câble causées par des tractions,
- l'élimination des courbures excessives,
- éviter des faisceaux de câbles trop serrés,...

L'arrivée des câbles jusqu'au niveau du répartiteur doit être réalisée grâce à des goulottes ou chemins de câbles appropriés.

Le matériel de connexion des répartiteurs doit être installé pour permettre une altération minimale des signaux, et une efficacité de l'écran (quand un câblage écranté est utilisé) par une préparation adéquate du câble, les pratiques de terminaisons (conformes aux instructions du fabricant) et par une gestion bien organisée des câbles.

Le brassage horizontal des cordons et jarretières s'effectue par des panneaux passe-cordons type « à anneaux » pour leur rangement. Ainsi, ces cordons sont renvoyés sur les côtés des châssis. Les concepteurs devront prévoir **des supports pour le brassage vertical**.

Compatibilité des câbles :

La compatibilité entre les câbles utilisés dans la même liaison doit être maintenue sur l'ensemble du système de câblage. Par exemple :

- des connexions ne doivent pas être faites entre des câbles cuivre ayant des impédances caractéristiques différentes,
- les jarretières optiques doivent avoir les mêmes propriétés physiques que les liaisons FO.

Connectique

Le soin apporté au raccordement des câbles sur les matériels de connexion est un élément sur lequel une attention particulière devra être accordée.

Il convient que la longueur dépairée d'un élément de câble soit la plus courte possible. Seule la longueur de gaine nécessaire au raccordement doit être retirée. De plus, pour des liaisons formées de composants de catégorie 6a, il convient de respecter une longueur maximale de 13 mm de détorsadage des câbles.

Traitement des écrans des câbles et matériels de connexion

Dans le cas où des câbles ou unités de câbles écrantés sont utilisés, les recommandations de base suivantes sont à respecter.

Les procédures nécessaires pour obtenir une mise à la terre adéquate, à la fois pour la sécurité électrique et le comportement CEM sont sujet à des normes européennes et sont liées à une bonne qualité d'installation.

Il convient de noter qu'une mauvaise mise en œuvre des écrans peut dégrader le comportement du système de câblage et influencer sur la sécurité.

Un câblage écranté nécessite que tous les composants du câblage soient écrantés et satisfassent aux prescriptions d'impédance de transfert données dans la norme EN 50173.

Il est recommandé que tous les écrans de câbles soient raccordés à la terre à chaque armoire de télécommunication. Normalement, les écrans sont reliés aux baies des équipements qui sont à leur tour reliées à la terre.

Une borne principale de terre doit être prévue dans le local de communication. La résistance entre le châssis de support de connectique et la borne principale de terre doit être inférieure à 2 ohms.

Toutes les terres des différents systèmes d'un bâtiment doivent être reliées entre elles pour réduire les effets des différences de potentiel du sol.

3.3.2 Spécifications d'installation et de mise en œuvre des câbles

Les performances de transmission, la fiabilité du réseau et la facilité d'exploitation, dépendent essentiellement du respect des normes, tant du point de vue de l'ingénierie que de l'installation. Les méthodologies de raccordement et d'outillage préconisées par les constructeurs ainsi que les exigences particulières en termes de tirage de câble et de rayons de courbure seront également respectées.

3.3.2.1 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 demande, pour les câblages horizontaux et verticaux de classe D, E, Ea et F **qu'une distance entre une prise terminale et son répartiteur d'étage ne doit pas être inférieure à 15 m, ni dépasser une longueur maximale de 90 m.** Au-delà, des liens optiques doivent obligatoirement être mis en œuvre.

3.3.2.2 Passage des câbles

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

Afin de minimiser au mieux ces contraintes, l'installateur prendra les précautions suivantes lors du tirage des câbles et de leur connexion :

- respecter le rayon de courbure des câbles (rayon minimum autorisé = 8 fois le diamètre du câble à poser)
- éviter les vrillages du câble, l'utilisation d'un dérouleur de touret est obligatoire,
- protéger les câbles par des fourreaux pour le passage des trémies ou réservations (tous les fourreaux devront être rebouchés),
- veiller à effectuer le tirage des câbles 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 conseillé de les placer dans les chemins de câble sur leur côté.

- lors de la pose de colliers de serrage (3 par mètre), veiller à les serrer modérément à la main, le rétrécissement des isolants modifiant l'impédance des câbles, ce qui favorise la diaphonie.

Infrastructure de distribution des câbles

L'infrastructure de distribution des câbles doit être particulièrement flexible de façon à :

- pouvoir ajouter facilement tout câble que l'on jugerait nécessaire
- pouvoir déplacer facilement - et dans des proportions raisonnables- tout élément du système de câblage. Prévoir, aux extrémités des câbles, des longueurs non utilisées ("mous" ou lovages) suffisants
- éviter les contraintes d'encastrement dans les planchers ou cloisons.

En conséquence, il convient de sur-dimensionner les passages de câbles (environ 30% de réserves).

Rayon de courbure

Pour faciliter la pose, et surtout respecter les caractéristiques des câbles, les rayons de courbure doivent être aussi grands que possible. Les rayons mini acceptables dépendent de la constitution et des dimensions des câbles. Pour les câbles horizontaux (à 4 paires symétriques) reliant les répartiteurs d'étage aux prises, il est recommandé de ne jamais imposer un rayon de courbure inférieur à 8 fois le diamètre extérieur du câble ; dans tous les cas il ne doit être inférieur à 50 mm. Pour les câbles à fibres optiques, il est recommandé de ne jamais imposer un rayon de courbure inférieur à 10 fois le diamètre extérieur du câble ; dans tous les cas un rayon inférieur à 100 mm peut poser des problèmes.

Ecrasement et traction

L'écrasement, ou des tractions excessives, sur les câbles optiques ou cuivre peut également provoquer des détériorations et des dysfonctionnements. On évitera donc de soumettre les câbles à de telles contraintes, qu'elles soient momentanées (en cours d'installation) ou durables (après l'installation).

Perturbations électromagnétiques

Les sources de perturbations électromagnétiques peuvent être d'origine interne au bâtiment ou externe. L'installateur devra prendre toutes les précautions afin d'éviter ces sources (cf paragraphe 3.3.7).

3.3.3 Spécifications d'installation et de mise en œuvre des chemins de câbles

L'implantation, le dimensionnement et la protection des chemins de câbles constituent des problèmes qui doivent être examinés :

- pendant la phase de conception du bâtiment dans le cas d'immeubles neufs ou rénovés
- pendant la phase de conception du câblage dans le cas d'immeubles anciens.
- Lors de la phase de conception du câblage, on doit veiller à ce que l'implantation des chemins de câbles, colonnes verticales, permettra de respecter les règles de mise en œuvre du câblage, en particulier :
 - éloignement suffisant par rapport aux sources de perturbations électromagnétiques,
 - l'espace réservé aux chemins de câbles doit être suffisant pour qu'ils restent parfaitement accessibles pour les opérations de maintenance ou d'extensions,
 - cet espace réservé aux chemins de câbles doit permettre le respect des rayons de courbure des câbles,
 - il est souhaitable que le dimensionnement des chemins de câbles permette de passer l'ensemble des câbles prévus et en laissant une réserve d'au moins 30% pour la distribution,
 - les chemins de câbles doivent impérativement être protégés contre les risques d'intrusion par des tiers, notamment en évitant des installations exposées au public, particulièrement dans les parties communes de locaux scolaires,

- les chemins de câbles doivent être de métal afin de constituer une cage de Faraday offrant une protection contre les parasites électromagnétiques. Ils doivent donc être mis à la terre régulièrement.
- les chemins de câbles percent fréquemment les cloisons anti-feu. Il est donc nécessaire de reconstruire ces cloisons après installation des chemins de câbles.
- les chemins de câbles ne doivent pas être placés dans des passages ou des canalisations non adaptées (conduits de fumée, chauffage, gaz, eau,....)

D'autre part, toutes les liaisons entre immeubles doivent être souterraines pour des problèmes de terre et de foudre.

3.3.3.1 Pose des chemins de câbles

La conception des parcours des chemins de câbles devra tenir compte :

- des rayons de courbures minimaux des câbles cuivre et optique qui seront supportés,
- des installations existantes afin de ne pas gêner l'accès aux organes de maintenance des autres installations,
- des sources de perturbations électromagnétiques

L'entreprise utilisera tous les accessoires nécessaires tels que coudes, tés, remontées, croix, éclisses articulées, ... Les supports seront répartis conformément aux prescriptions du constructeur, adaptés au poids de l'ensemble et aux parois sur lesquelles ils seront fixés.

La continuité des masses sera assurée sur la totalité du parcours du chemin de câbles. Chaque tronçon du chemin de câbles sera raccordé par un câble en cuivre nu de 16mm² de section, au moyen de bornes à connexions directes prévu à cet effet. Le chemin de câbles devra être connecté au réseau de masse qui sera lui-même relié à la terre.

Les chemins de câbles seront étiquetés tous les 10m, à chaque traversée de paroi et changement de direction.

Les câbles sont posés en nappes, côte à côte, en évitant tout croisement. Ils seront fixés au support par des colliers RILSAN (un au mètre en circulation verticale et un tous les 3 m en circulation horizontale). L'entrepreneur veillera à ce que ces colliers n'écrasent pas les câbles et n'engendrent pas une contrainte mécanique de nature à perturber les caractéristiques électriques de ceux-ci.

3.3.4 Spécifications du mode de distribution des points d'accès

La distribution des points d'accès doit obéir à certaines règles :

- le point d'accès situé au niveau du tableau devra être situé à gauche ou à droite de ce dernier (jamais en dessous) et les prises seront installées à une hauteur de 1,10m environ (sauf dans le cas de goulottes utilisées en plinthe),
- dans les salles totalement équipées, la distribution se fera soit en goulotte en allège (à une hauteur de 1,10m environ) en périphérie de la salle, soit dans le mobilier (par exemple arrivée des câbles par le sol au niveau de chaque paillasse), soit par des perches ou potelets pour alimenter des postes de travail en partie centrale,
- dans les salles semi-équipées, la distribution se fera généralement en goulotte en allège à 1,10m du sol en fond de classe.

La position des prises dans les goulottes devra être conforme à ce qui suit :

- position horizontale
 - appareillage dans le compartiment central,
 - prises courants forts à gauche,
 - couvercle de 10 cm,
 - prises VDI à droite,

-
- o couvercle de 10 cm,
 - o les câbles courants forts et VDI doivent arriver de chaque côté (à gauche pour les courants forts et à droite pour les VDI),
 - o clips de sécurité de chaque côté de chaque bloc de prises courants forts et VDI.
 - position verticale
 - o appareillage dans le compartiment central,
 - o prises courants forts en bas,
 - o couvercle de 10 cm,
 - o prises VDI en haut,
 - o couvercle de 10 cm,
 - o les câbles courants forts et VDI doivent arriver de chaque côté (en bas pour les courants forts et en haut pour les VDI),
 - o clips de sécurité de chaque côté de chaque bloc de prises courants forts et VDI.

TRES IMPORTANT :

L'entreprise devra impérativement réaliser des plans d'implantation en collaboration avec le Maître d'Œuvre et l'établissement afin mettre en place une installation cohérente et fonctionnelle.

3.3.4.1 Distribution par le plafond

Le cheminement des câbles dans les faux-plafonds doivent être mis dans des gaines ou chemins de câble et leur passage doit prendre en compte le positionnement des éclairages avec des tubes fluorescents.

3.3.4.2 Distribution dans les cloisons

Certaines cloisons sont creuses et permettent la descente des câbles jusqu'au poste de travail. L'utilisation de fourreaux est obligatoire. Le guidage des câbles actuels et surtout futurs en sera facilité et la séparation avec les câbles courants forts également (la longueur de cheminement à prendre en compte est celle du départ du chemin de câbles jusqu'au point d'accès).

3.3.4.3 Distribution par goulotte ou moulure

La différence entre une goulotte et une moulure est l'épaisseur. Avec la première, la capacité en nombre de câbles va être plus importante et le point d'accès pourra y être encastré. Le choix des deux types de composants devra être fait en fonction des besoins spécifiques de chaque établissement.

Ce type de distribution (par goulotte ou moulure) s'applique plus particulièrement aux bureaux dont les cloisons sont fixes ou incapables de recevoir des câbles.

3.3.4.4 Distribution par perche

Ce type de distribution est exclusivement réservé aux bureaux ou aux salles équipés de faux-plafonds ou comportant un espace paysager. L'avantage de ce principe est le positionnement de la colonne à l'endroit désiré.

3.3.4.5 Distribution par le sol

Il y a trois possibilités :

-
- Soit la zone à pré câbler est équipée d'un faux-plancher et dans ce cas les câbles chemineront dans celui-ci en respectant les contraintes d'environnement (séparation courants forts / courants faibles).
 - Soit la zone possède un vide sanitaire,
 - Soit la distribution se fait par le plafond de l'étage inférieur à condition que ce dernier soit équipé d'un faux-plafond

3.3.5 Spécifications d'installation et de mise en œuvre des prises terminales

L'installation des prises doit, pour les prises murales, respecter la norme NF C 15-100, qui prévoit de les placer à plus de 0,05 m du sol.

Le support de la prise doit pouvoir assurer l'arrivée du secteur en séparant courant fort et courant faible. Si possible, l'arrivée des câbles électriques se fera par un accès distinct de celui des courants faibles.

Convention de Raccordement de la Prise RJ 45

L'entreprise devra impérativement respecter les consignes et recommandations de mise en œuvre données par le constructeur du système de câblage pour le raccordement des connecteurs aux deux extrémités.

3.3.6 Conditions pour la mise en œuvre de liaisons SANS-FILS

On pourra utiliser des liaisons sans-fils pour irriguer quelques postes de travail situés dans des zones ou des bâtiments distants et éloignés de l'infrastructure principale du Lycée, ceci, par exemple, afin d'éviter des travaux lourds de génie civil ou de création de liaisons optiques coûteuses. Ces liaisons sans-fils pourront, soit irriguer des postes de travail "sans fil" à partir d'un point d'accès WIFI situé sur le réseau câblé, soit interconnecter 2 réseaux filaires grâce à 2 ponts radio ou laser.

Ces liaisons sans-fils pourront être utilisées à condition de respecter les précautions suivantes :

- réaliser une étude de faisabilité, prenant en compte la topologie des lieux afin de vérifier la bonne transmission des informations, ainsi que la conformité à la législation des Télécommunications. Cette étude de couverture doit déterminer le nombre de bornes nécessaires ainsi que leur positionnement sur le site pour minimiser les interférences entre bornes. Dans tous les cas, si cette liaison traverse le domaine public, elle est soumise à l'autorisation de l'ART (Autorité de Régulation des Télécommunications).
- les postes de travail distants ne doivent pas être demandeurs de débits importants : les salles multimédia, les postes recevant de la vidéo ou des téléchargements volumineux,....ne doivent pas être connectés par ce type de liaison
- tous les moyens de sécurité et de confidentialité disponibles autour de ces solutions (cryptage, contrôle des adresses MAC, authentification des utilisateurs, chiffrement WPA2,...) doivent être mis en œuvre afin d'éviter les intrusions malveillantes sur le réseau de l'établissement.
- Dans le cas d'un déploiement de plusieurs bornes pour couvrir une zone l'utilisation de bornes légères avec centralisation de la gestion devra être préférée.

L'utilisation de cette technologie au sein d'un EPLE est régie par la circulaire émanant du Directeur de la DPMA en date du 18 Mai 2006. Circulaire intitulée : « *Mise en œuvre des bornes WIFI ouvrant accès aux ressources internes du système d'information.* »

Toute utilisation de cette technologie dans un établissement doit être validée par le service TIC de la Région et le service du Responsable de la Sécurité de Système d'Information du Rectorat (RSSI) qui vérifiera la sécurité, l'opportunité et la faisabilité de l'utilisation de cette technologie.

3.3.7 Spécifications des dispositions de protection contre les perturbations électromagnétiques

Les sources de perturbations électromagnétiques peuvent être d'origine interne au bâtiment ou externe. L'installateur devra prendre toutes les précautions afin d'éviter ces sources qui peuvent être :

- le réseau de distribution d'énergie électrique, il est presque toujours porteur de parasites hautes fréquences,
- les moteurs électriques à collecteur
- les tubes fluorescents avec leurs starters
- les postes de transformation électrique
- les appareils électroniques avec alimentation à découpage

- le réseau téléphonique analogique qui émet un champ parasite lors de l'émission du courant de sonnerie.

Mais, il devra se prémunir de protection contre d'éventuelles sources externes notamment :

- les radars,
- les émetteurs radio,
- les lignes haute-tension,
- les lignes de chemin de fer,...

3.3.7.1 Séparation entre Courants Forts et Faibles

Les distances de séparation ci-dessous sont admises comme suffisantes :

- Les cheminements des câbles cuivre verticaux et horizontaux dans les couloirs doivent être distants des câbles d'alimentation électrique d'au moins 0,3 m.
- Ils doivent être écartés d'au moins 0,6 m des tubes fluorescents.
- Pour la distribution dans les bureaux, le cheminement parallèle avec les câbles d'alimentation électrique est admis à condition de maintenir une distance minimale entre câbles égale à 0,01 m par mètre de cheminement parallèle, avec un minimum de 0,02 m.

En milieu fortement perturbé, on aura intérêt à utiliser des câbles à paires avec écrans en plus de l'écran du câble, et à veiller à l'utilisation et à la mise en œuvre de connecteurs adéquats pour câbles avec écrans, ou à utiliser des câbles à fibres optiques.

La distance minimale de séparation par rapport au ballast des appareils d'éclairage fluorescent est de 60 cm.

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

3.3.7.2 Isolement des câbles 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 le nom de diaphonie ou Next (paires voisines) ou Alien Crosstalk (câbles voisins), 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 des câbles.

L'installateur veillera à respecter toutes les recommandations de la part du constructeur concernant les raccordements et les passages de câbles.

3.3.7.3 Réalisation des plans d'Équipotentialité

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 mm².

Bien entendu, plus la tresse sera large, meilleure sera son efficacité de drainage (longueur < largeur x 5).

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.

La connexion des tresses devra être réalisée par sertissage ou boulonnage.

3.3.8 Spécifications de l'organisation des réseaux de Terre

La mise à la terre des divers équipements constituant le câblage doit faire l'objet d'attentions particulières, il doit être conforme aux normes IEC 364-5, EN60950 et TIA/EIA-607.

D'une manière générale, le traitement des terres doit respecter les règles suivantes :

- Toutes les pièces métalliques susceptibles d'être portées à un potentiel dangereux, doivent être mises à la terre
- Toutes les terres d'un bâtiment, courants forts, courants faibles et liaisons équipotentiellelles doivent être raccordées entre elles et reliées le plus près possible de l'origine (puits de terre unique disponible dans le bâtiment). Les terres indépendantes sont interdites.
- Il sera constitué un réseau de masse maillé, s'attachant à réduire au maximum les surfaces de boucles.

Ces principes généraux seront appliqués aux projets de câblage, et ceci d'autant plus que les systèmes mis en œuvre doivent respecter les normes de compatibilité électromagnétique (NF EN55022). En particulier, l'utilisation des câbles à paires torsadées F/UTP

nécessite des précautions très rigoureuses quant au traitement des écrans des câbles. Si ce n'est pas le cas, les perturbations électromagnétiques peuvent engendrer des erreurs de fonctionnement du réseau (nombre de reprises d'émission trop important, diminution des performances, saturation du réseau), l'écrantage F/UTP s'avérant inutile, voire néfaste.

L'installateur devra donc s'attacher à minimiser au maximum les effets des perturbations électromagnétiques.

3.3.9 Repérage et identification des composants

La facilité d'exploitation doit être un aspect essentiel du câblage générique. Sa flexibilité ne peut être exploitée complètement que si le câblage est géré correctement. Gérer implique d'identifier et d'enregistrer tous les composants qui font partie du système de câblage aussi bien que les chemins de câbles, les répartiteurs, les baies de télécommunication et autres espaces où ils sont installés. De même, toutes les modifications sur le câblage doivent être enregistrées dès qu'elles sont réalisées.

Les étiquettes de marquage doivent être :

- lisibles,
- indécollables et ineffaçables,
- Visibles sans manipulation de l'objet repéré.

Le repérage et l'identification concernent :

- Les câbles de liaison et de brassage
- Les supports de cheminement
- Les baies et panneaux de répartition
- Les prises terminales de raccordement
- Les infrastructures (chambres de tirage)

D'une manière générale, l'étiquetage est fait de telle façon qu'un exploitant puisse reconnaître un élément quelconque de la chaîne de liaison en l'absence de toute documentation (qui reste absolument obligatoire par ailleurs).

3.3.9.1 Les baies et coffrets 19 pouces

Les locaux techniques de répartition sont repérés par 2 ou 4 caractères répartis en 2 champs :

- *Type de local* : RG = local de Répartition Général (celui qui contient le centre de l'étoile de distribution primaire)
SR = local de Sous-Répartition
- *Numéro de sous-répartiteur* : 2 caractères

Dans le cas d'utilisation de valeur numérique, les zéros non-significatifs devront être renseignés.

Exemples :

RG : Local de répartition général
SR12: Local de répartition secondaire n°12

De plus, le répartiteur général devra contenir une carte (plan de masse) de l'établissement indiquant l'emplacement de tous les sous-répartiteurs auxquels il est relié avec leur emplacement (bâtiment, étage, salle). Ce plan sera collé sur une porte d'une des baies du RG.

3.3.9.2 Les panneaux de brassage

3.3.9.2.1 Les tiroirs optiques

L'identification inscrite en clair sur la face avant de la platine comportera :

- L'identification du local technique de répartition vers lequel se dirige ce câble
- Le type de câble (nombre de fibres, type OM3, OS1, ...)

Le numéro d'ordre de la fibre devra apparaître à côté du connecteur correspondant

Exemple :

SR02-12fo : Câble 12 fibres optiques partant vers le local de répartition secondaire n°02

3.3.9.2.2 Les prises sur panneaux de répartition 19”

Chaque prise des panneaux de répartition sera repérée par l'identification de la prise terminale desservie avec un code entre 6 et 8 caractères sur 2 champs séparés par un tiret :

- Numérotation du Panneau : 1 caractère
- Identification de la salle : 3 à 6 caractères
- Numéro de la prise : 2 caractères

Exemple :

E025-A11 : Port du panneau A11 allant à la salle E25 sur la Prise A11 numérotée RG-A11

CDI-D01 : Port du Panneau D01 à destination de la prise n°01 dans le CDI numérotée CDI-D01

De plus il ne doit pas avoir de séparation entre les prises pour la téléphonie et les prises pour l'informatique. C'est un câblage banalisé.

3.3.9.3 Les cordons de brassage

Pour repérer et identifier les cordons de brassage dans les baies, deux solutions seront appliqués en fonction de la mise en place de la gestion de VLAN au sens de la norme 802.1q.

- 802.1q mis en œuvre : Dans ce cas les cordons de brassage n'ont pas besoin d'être identifiés. Par contre le brassage doit être effectué rigoureusement comme suit : Les 24 premières prises du panneau de brassage doivent correspondre aux 24 prises du premier Switch, les 24 suivantes aux 24 du second Switch etc... Toutes les prises seront brassées et la distinction administratif, pédagogique ou autres se fera ensuite avec les Vlan.
- 802.1q non-utilisée : Dans ce cas les cordons de brassage doivent être repéré et identifié à chaque extrémité avec un identifiant unique sur le site et le brassage ne doit pas forcément respecter un ordre particulier. Non implémenté.

3.3.9.4 Les commutateurs

Le nom des éléments devra permettre de savoir dans quel local de répartition ils se trouvent et dans quel ordre ils sont disposés (du plus haut au plus bas).

Exemple :

SR2-SW01 : le commutateur est placé en première position dans le sous-répartiteur 2 de l'établissement.

RG-SW00 : le commutateur est le cœur de réseau situé au répartiteur général du site. Aucun autre commutateur ne pourra s'appeler SW00.

3.3.9.5 Les prises terminales

Chaque prise terminale doit être étiquetée conformément à l'étiquette de la prise sur le bandeau côté répartiteur. Voir numérotation plus haut numérotation différente sur le bandeau et sur la prise

L'étiquetage des prises sera fait à l'aide d'étiquettes autocollantes installées dans le logement prévu à cet effet sur le plastron de la prise.

La localisation des prises sera indiquée dans le tableau de définition et localisation des prises qui permet le paramétrage et le suivi de l'installation (cf annexe 1).

Le numéro des prises commence par "01" dans chaque salle et sera incrémenté dans le sens des aiguilles d'une montre.

3.3.9.6 Les câbles

Chaque câble doit être étiqueté tous les 10m tout au long de leur cheminement.

3.3.9.6.1 Rocades optiques entre répartiteur

Les câbles de distribution primaire seront repérés sur leur parcours :

- A tous les changements de direction
- A toutes les traversées de parois
- Dans chaque chambre de tirage

Le repérage associera 2 indications séparées par un / :

- Identification local de répartition d'origine
- Identification local de répartition de destination

Exemple :

RG/SR08 : fibre d'interconnexion d'origine le répartiteur général et à destination du local de répartition secondaire n°08

3.3.9.6.2 Câbles de distribution secondaire

Les câbles de distribution secondaire seront repérés sur leur parcours :

- A tous les changements de direction
- A toutes les traversées de parois
- Dans chaque chambre de tirage

Le repérage associera 3 indications séparées par un / :

- Identification local de répartition d'origine
- Identification salle de destination

Le numéro du câble considéré

Exemple :

SR04/A015/07 : Câble n° 7 d'interconnexion d'origine le local de répartition secondaire n°04 et à destination de la salle A15

3.3.9.7 Les chemins de câbles

Les chemins de câbles seront repérés tous les 5 mètres par une étiquette de dimension 70 mm x 30 mm avec inscrit :

CHEMIN DE CABLES VDI

Le repérage devra démarrer à partir des locaux de brassage. Une étiquette sera systématiquement installée de chaque coté des traversées de cloison.

3.4 Les matériels actifs

3.4.1 Le choix du type de réseau

Le choix du type de réseau informatique consiste, entre autres, à déterminer quels vont être les méthodes d'accès au support physique (le câblage), c'est à dire les protocoles pour transporter les données sur le câble. Ces protocoles correspondent aux couches 1, 2 et 3 du modèle OSI.

Le choix actuel pour les lycées se portera sur l'utilisation des protocoles couches basses de type Ethernet (Niveau 2 minimum).

Les lycées agricoles feront usage de protocoles de la couche 3 du modèle OSI.

3.4.2 Spécification des équipements actifs Ethernet

3.4.2.1 Généralités

La mise en œuvre des équipements actifs a pour but de constituer un réseau Ethernet dont les fonctionnalités attendues sont les suivantes :

- Connexion de postes de travail suivant les Vlans paramétrés sur le réseau.
- Connexion 1 Gb/s voire 10 Gb/s des serveurs ayant pour fonctions des services de partage de fichiers, distribution d'applications bureautiques, sauvegardes, partage d'imprimantes,
- Connexion de serveurs pour le partage de CD-ROM, de base de données du fonds documentaire, parfois de serveurs de vidéo numérique,
- Constitution d'au moins 8 réseaux virtuels,
- Permettre l'accès des postes de travail aux ressources externes au lycée :ressources numérique pédagogique, services académique ou régionaux,..,
- Certains serveurs pourront servir à plusieurs catégories d'utilisateur différentes.

3.4.2.2 Architecture du réseau Ethernet

Le réseau devant être constitué aura une topologie en étoile :

- Au niveau du réseau primaire (rocares inter-locaux de répartition), il sera réalisé un réseau Ethernet sur fibres optiques pouvant accepter un débit allant jusqu'à 10Gb/s (Ethernet 10GBase-SX). Le centre de l'étoile optique étant situé dans le local de répartition générale. Les équipements actifs constituant les nœuds de ce réseau fibres optiques seront de type commutateur Ethernet de type 1000Base-T ou de type 1000Base-SX et pouvant supporter le te 10GBase-SX avec modules, et administrables.
- Au niveau du réseau secondaire, on utilisera des liaisons Ethernet sur paires torsadées à 100, ou 1000 Mb/s (Ethernet 100Base-T et Ethernet 1000Base-T)

3.4.2.3 Caractéristiques techniques des équipements réseau

Le matériel actif proposé devra être des commutateurs de niveau 2 minimum et, dans la mesure du possible, issu du même constructeur, ceci afin de garantir une homogénéité et une compatibilité complète, aussi bien au niveau fonctionnement qu'au niveau administration et exploitation.

Selon le type d'établissement, notamment les lycées agricoles, les commutateurs devront être de niveau 3.

3.4.2.3.1 Les commutateurs Ethernet de niveau 3

Les commutateurs Ethernet de niveau 3 (ou routeurs LAN) assurent la commutation des paquets au niveau 3 de la couche OSI. Dans les réseaux locaux, ils sont utilisés pour effectuer le routage entre différents sous-réseaux et pour en contrôler les accès. Certains établissements notamment les lycées agricoles seront équipés de ce type de matériel afin d'effectuer le routage au niveau de la couche 3. Pour les autres lycées, seuls les commutateurs du cœur de réseau seront de niveau 3 mais la fonction de routage de niveau 3 sera désactivée.

Ces équipements seront rackables dans les baies et coffrets 19 pouces. Ils doivent être composés de cartes réseau gigabit 1000 Mbps et 10 Gbps pour le raccordement des serveurs ainsi que pour le raccordement des rocares fibres optiques des sous-répartiteurs.

3.4.3 Construction neuve

Dans le cas d'une construction neuve, le châssis fédérateur et les Switch d'étage seront obligatoirement de technologie POE.

3.4.3.1 Le châssis Fédérateur

Placé au Répartiteur général de l'établissement, cet élément fournira notamment la distribution en 1Gb/s (Pouvant supporter le 10Gb/s) vers l'ensemble des bâtiments

Il disposera des caractéristiques minimum suivantes :

Désignation du modèle de base
<ul style="list-style-type: none">• Minimum 6 logements de modules• LED pour signalement logement utilisé• 1 Port console• Hot swappable• Standards supportés :• Alimentation redondante• spanning tree IEEE 802.1d ; RSTP (rapid convergence spanning tree) IEEE 802.1w ; multiple spanning tree IEEE 802.1s ;• protocole lacp (link aggregation control protocol) IEEE 802.3ad ; ansi/lldp med (media endpoint discovery) tia-1057 ;• Qos : priorité diffserv rfc 2474• IEEE 802.1AB Link Layer Discovery Protocol• authentification réseau IEEE 802.1x ;• Power over Ethernet (PoE) IEEE 802.3af

Désignation du modèle de base
<ul style="list-style-type: none">• Marquage vlan IEEE 802.1q ; gvrp IEEE 802.1q ; priorité IEEE 802.1p ;• Rackable 19" et Fourniture du kit de montage 19"• Alimentation redondante de 1500W (mini)• Température de fonctionnement : 0° à 55 °C (mini)
Commutation <ul style="list-style-type: none">• De niveau 2 minimum• Matrice de commutation 380 Gbps minimum• Temps de latence < 3,7 micro secondes 1Gb/s < 2,1 micro seconde en 10gb/s• Taille de table d'adresse : 10000 entrées minimum
Administration <ul style="list-style-type: none">• SNMP : Support Version V1/V2c/V3• RMON : V2 / Sflow v 5• Gestion des Vlan minimum 20 Vlan/ports• Port Console RS232• Interface de ligne de commande : Navigateur Web• Upgrade Software/Config : Possibilité d'upgrade à distance du fichier de configuration et de l'image
Modules supportés : <ul style="list-style-type: none">• Modules Gigabits ou Modules 10 Gigabits fibre optique pour la connexion de uplink une capacité de 12 ports mini en vue de la desserte des Répartiteurs avec les cartes d'interfaces nécessaires ;• Modules 10/100/1000 pour la connexion des serveurs et postes de travail
Evolutivité <ul style="list-style-type: none">• Garantie à vie, assuré localement par un revendeur agréé.

3.4.3.2 Les Switch bâtiment et d'étage simples

Désignation du modèle de base
<ul style="list-style-type: none">• 24 ou 48 Ports 1000BaseTx RJ45 (mini) et ports double fonction 1000Base Tx ou Sx• Support de module fibre 1gb/s• LED pour signalement ports utilisés et état de la liaison• 4 ports « dual personality » cuivre ou fibre• 1 Port console• Gestion Full Duplex sur tous les ports• Autosense 10/100/1000• Standards supportés : 802.3, 802.3u, 802.3x, 802.x, radius, ssh (v2)• spanning tree IEEE 802.1d ; rstp (rapid convergence spanning tree) IEEE 802.1w ; multiple spanning tree IEEE 802.1s ;• protocole lacp (link aggregation control protocol) IEEE 802.3ad ; ansi/lldp med (media endpoint discovery) tia-1057 ;• Qos : priorité diffserv rfc 2474• IEEE 802.1AB Link Layer Discovery Protocol

Désignation du modèle de base
<ul style="list-style-type: none">• authentification réseau IEEE 802.1x ;• Power over Ethernet (PoE) IEEE 802.3af• Température de fonctionnement 0 à 45°
Commutation <ul style="list-style-type: none">• De niveau 2 minimum• Matrice de commutation 12.8 Gbit/s minimum• Temps de latence < 1.9 micro secondes en 100M < 1,5 en 1 Gb/s• Taille de table d'adresse : 16000 minimum
Fonctions évoluées <ul style="list-style-type: none">• Agrégation de liens (trunk) 802.3ad• Protocole Spanning tree 802.1d• LACP• Qos : 802.1p/Cos
Administration <ul style="list-style-type: none">• au minimum administrable SNMP avec MIB II• Support de RMON (RFC 1757 : groupe 1, 2, 3 et 9) avec interface web (html).• Sflow• Stacking logiciel : Gestion mini de 16 Switchs avec une adresse IP• Gestion des Vlan : 802.1q, minimum 20Vlan/ports
Evolutivité <ul style="list-style-type: none">• Garantie à vie, assuré localement par un revendeur agréé.

3.4.4 Réhabilitation et extension

L'opportunité de la mise place de la technologie POE sera validée par la maîtrise d'œuvre et le service TIC de la Région . Dans le cas où cette technologie ne serait pas retenue le châssis fédérateur et les switchs d'étage devront correspondent aux caractéristiques ci-dessous.

3.4.4.1 Le châssis fédérateur

Le châssis fédérateur aura au minimum les caractéristiques suivantes :

- Châssis Modulaire Multi slots, rackable 19''
- Hot Swappable : Ce châssis devra permettre le changement à chaud de l'ensemble des composants (Alimentation dans une configuration avec alimentation redondante, modules, etc.)

Désignation du modèle de base	Caractéristiques à préciser dans l'offre
<ul style="list-style-type: none"> Minimum 4 logements LED pour signalement logement utilisé 1 Port console Standards supportés : 802.3, 802.3ad, 802.3u, 802.3x, 802.1d Fourniture du kit de montage 19" 	La taille du châssis en U Le nombre de logement
Commutation <ul style="list-style-type: none"> De niveau 2 minimum Matrice de commutation 38,4 Gbps minimum Temps d'attente < 6 micro secondes Taille de table d'adresse : 8000 entrées minimum 	La vitesse/taille théorique du bus de commutation Le mode de commutation Le niveau de commutation La taille de la table d'adresses mac La taille de la mémoire tampon La capacité de la mémoire
Administration <ul style="list-style-type: none"> SNMP : Support Version V1/V2c/V3 RMON : V2 Gestion des Vlan minimum 20 Vlan/ports Port Console RS232 Interface de ligne de commande : Navigateur Web Upgrade Software/Config : Possibilité d'upgrade à distance du fichier de configuration et de l'image 	
Modules supportés : <ul style="list-style-type: none"> Modules Gigabits fibre optique pour la connexion de uplink1000 base SX pour une capacité de 4 ports en vue de la desserte des SR avec les cartes d'interface GBIC nécessaires ; Modules 10 Gigabits fibre optique pour la connexion de uplink10 Gigabit Modules 100/1000 avec une capacité de 24 ports pour la connexion des postes de travail. 	

3.4.4.2 Switch d'étage

Dans le cas où le sous répartiteur accueille plus de 96 prises ou plus de 4 rocades fibre optique, il sera nécessaire de prévoir un châssis fédérateur plutôt qu'un commutateur (cf. 2.1).

Désignation du modèle de base	Caractéristiques à préciser dans l'offre
<ul style="list-style-type: none"> Ports 100BaseTx RJ45 et ports double fonction 1000Base TX ou SX LED pour signalement ports utilisés et état de la liaison Les modules Fibre Optique seront du type 1000BaseSX (Mini GBIC) 1 Port console Gestion Full Duplex sur tous les ports Autosense 10/100/1000 et auto-mdix (adaptation câble croisé) Standards supportés : 802.3, 802.3u, 802.3x 	Le nombre de Port : RJ45, 1000basesx, port redondant et/ou de secours. Le type de connecteur du ou des Port(s) 1000Base SX (SC, Mini GBIC) Le type de switch

Désignation du modèle de base	Caractéristiques à préciser dans l'offre
Commutation <ul style="list-style-type: none"> De niveau 2 minimum Matrice de commutation 8,8 Gbit/s minimum 100 Mb Temps d'attente < 4,9 micro secondes 1000 Mb Temps d'attente < 2,9 micro secondes Taille de table d'adresse : 8000 minimum 	La vitesse/taille théorique du bus de commutation Le mode de commutation Le niveau de commutation La taille de la table d'adresses MAC La taille de la mémoire tampon La capacité de la mémoire
Fonctions évoluées <ul style="list-style-type: none"> Agrégation de liens (trunk) 802.3ad Protocole Spanning tree 802.1d 	Contrôle de broadcasts Filtrage de données: type de filtrage Agrégation de liens: le nombre
Administration <ul style="list-style-type: none"> au minimum administrable SNMP avec MIB II Support de RMON (RFC 1757 : groupe 1, 2, 3 et 9) avec interface web (html). Gestion des Vlan : 802.1q, minimum 20Vlan/ports 	
Evolutivité <ul style="list-style-type: none"> Alimentation redondante externe en option Garantie à vie, assuré localement par un revendeur agréé. 	Le mode d'extension : <ol style="list-style-type: none"> combinaison de plusieurs commutateurs (nombre de commutateurs empilables) ajout de modules (types, nombres) : 100Base-FX, 1000Base-SX, ...

3.4.5 La sécurité des réseaux

3.4.5.1 La constitution des Vlans

Dans tout établissement scolaire de l'Académie, les matériels actifs doivent être paramétrés afin de déclarer au moins 8 Vlans.

La technique de constitution des Vlans est de dissocier les réseaux de groupes d'utilisateurs ayant à leur disposition des ressources informatiques qui leur sont propres. L'intérêt est de sécuriser les informations sensibles d'un groupe d'utilisateurs d'un autre (par exemple : Il est évident que la partie "Administration" dispose d'informations sensibles de gestion et de comptabilité, qui doivent être protégées de tout acte de malveillance). Afin de réaliser un premier niveau de sécurité, on utilisera la technique de constitution des Vlans.

Il faut rappeler qu'au niveau physique, c'est à dire au niveau du câblage, il n'y a pas de distinction faite entre les Vlans. Les Vlans ne sont pas séparés physiquement.

D'une manière générale, on affectera 1 port du commutateur (c'est à dire une prise terminale) à un Vlan donné (pédagogique ou administration). Le Cahier des Charges (CCTP) du projet devra comporter le tableau des prises à installer, avec, pour chacune d'elles, son affectation à l'un ou l'autre des Vlans (cf annexe 1).

3.4.6 Protection électrique des équipements actifs

Tous les équipements actifs doivent être alimentés par des onduleurs, ainsi ils seront protégés contre les surtensions ou autres défauts d'alimentation. On utilisera des onduleurs rackables de manière à les intégrer directement dans les baies de brassage.

3.4.7 Station et logiciel d'administration du réseau

Le prestataire devra proposer un système d'administration de réseau, comprenant la station PC et le logiciel, et répondant aux caractéristiques suivantes :

3.4.7.1 Station d'administration

La station doit permettre de faire fonctionner dans de bonnes conditions de performances et d'ergonomie le logiciel d'administration. Cette station sera de type PC, écran 17" minimum, et système d'exploitation déjà utilisé dans l'Établissement.

3.4.7.2 Logiciel d'administration: Fonctions demandées

Ce logiciel d'administration doit être capable de gérer et superviser tous les équipements actifs présents sur le site ainsi que les équipements fournis lors de la réalisation d'un projet de câblage. Ce logiciel possédera une licence sans limitation dans le temps. Ce logiciel devra être ouvert, les codes d'accès pour son paramétrage afin d'intégrer de nouveau matériel seront transmis par le constructeur au personnel exploitant.

Monitoring

L'application devra fournir les services suivants :

- Outils de découverte automatique des équipements actifs du réseau,
- Représentation schématique des équipements reconnus et des liens,
- Etat de fonctionnement des équipements et de leurs composants (ports, ventilateurs,...)
- Etat du trafic par équipement ou liens

Sauvegarde et restauration de configuration

Configuration

Le logiciel d'administration permettra de configurer l'ensemble des équipements administrables, et ceci à distance.

Pour la mise en œuvre des réseaux virtuels Vlans, l'administrateur pourra configurer les commutateurs à partir de la station d'administration.

Alarmes

Le logiciel devra permettre de déclarer des seuils d'alarmes sur chacun des objets gérés (équipement, utilisateur ou port d'équipement). Les alertes pourront être signalées vers la station d'administration et/ou vers d'autres moyens : SMS, e-mail,...

Rapports et suivi

Les outils associés au logiciel d'administration devront pouvoir fournir des rapports sur l'inventaire des équipements du réseau et sa topologie.

3.4.8 Installation et mise en œuvre des équipements actifs

Le prestataire aura à sa charge l'installation des équipements actifs dans les baies des différents locaux techniques, selon la répartition indiquée dans le tableau précédent.

Le prestataire devra effectuer le paramétrage des équipements actifs de manière à constituer un réseau logique conforme aux indications du CCTP.

Pour le paramétrage du matériel actif, il faut paramétrer les Vlan, qui sont de base au nombre de 5, mais ils peuvent être plus nombreux suivant les besoins de l'établissement :
(Ces recommandations peuvent évoluer dans le temps, il est préférable de prendre l'attache de la DSI (sae) du rectorat ou de la DSI de la Région).

- 1. **ADMIN** : Le Vlan de l'administration Vlan par défaut
Le Vlan de gestion du matériel actif (supervision) sur lequel il y aura un port d'un switch afin d'y connecter un PC pour gérer le matériel actif et les alertes
- 2. **PEDAGO** : Le Vlan de la pédagogie
- 3. **DMZ PUBLIC** : Le Vlan de la DMZ (Pour des services web accessibles de l'extérieur)
- 4. **DMZ PRIVE** : Le Vlan pour la Toip, la Vidéo; LA GTC, ..., les bornes WIFI-5. **WIFI** : Le Vlan pour les accès WIFI

1. VLAN data : pour les stations de travail 'administratif' ;
2. VLAN data : pour les stations de travail 'pédagogie' ;
3. VLAN Dmz publique :
4. VLAN (DMZ privé) : voix et data ; ,pour les terminaux téléphonique IP (besoin futur) et pour tout autre type d'équipement IP (GTC et autres).
5. VLAN WIFI : p

Le paramétrage des switchs doit se faire au **niveau 1, par port**.

Dans le cas où des matériels actifs sont présents sur site, il faudra prendre en compte les vlan paramétrés ou prévoir un reparamétrage complet de tous les matériels afin d'assurer une cohérence globale au niveau du paramétrage et de l'exploitation des réseaux informatiques.

De plus, dans le cadre d'un projet de câblage sur un établissement type multi-sites, le concepteur et le réalisateur du projet devra attacher une attention particulière à la cohérence des matériels actifs déployés sur les différents sites.

3.4.9 Formation

L'entreprise devra effectuer la formation des futurs exploitants et administrateurs du réseau. Cette formation devra être dispensée par des personnes qualifiées de l'entreprise ou par un organisme de formation agréé. La formation doit être validée par la Région.

Cette formation doit leur permettre de réaliser une maintenance de premier niveau sur les équipements installés. Cette formation sera faite sous la forme d'un transfert de compétences

techniques qui sera principalement destiné aux équipes informatiques d'assistance académique (Correspond en EPLE,RECTORAT DSI3 et DRTIC). L'administrateur réseau de l'établissement sera présent pour la formation.

Elle portera sur :

- la présentation de l'architecture du réseau installé,
- la présentation des fonctionnalités des équipements actifs, en insistant sur celles mises en œuvre sur le site,
- généralités sur les protocoles Ethernet utilisés, la commutation niveau 2,
- les méthodes de paramétrage et d'administration des équipements, la description du paramétrage utilisé sur le site,
- les méthodes générales de diagnostic de pannes,
- la présentation de la plate forme d'administration et son utilisation, les principes de l'administration SNMP et RMON.

La formation doit être réalisée sur le site par un même organisme et avant les opérations de réception.

3.5 Travaux connexes

3.5.1 Travaux de Courants Forts

3.5.1.1 Généralités

La distribution du courant fort doit être spécifique suivant les équipements informatiques à alimenter. En effet, les dispositions que doivent prendre en compte l'installateur sont les suivantes :

- Alimentation ondulée des équipements des baies
- Réseau de prises de courants spécifiques pour l'alimentation des points d'accès
- Règle de mise en œuvre

3.5.1.2 Principe d'alimentation des équipements des baies

L'alimentation des équipements des baies sera ondulée. En conséquence, l'installateur devra mettre en œuvre un onduleur, voire plusieurs onduleurs si le site bénéficiant des travaux de câblage s'effectue dans un site étendu.

Les principales caractéristiques de cet onduleur ou des onduleurs sont :

- Alimentation issue du TGBT
- Durée d'autonomie de 15 minutes
- Réserve de puissance de 20%
- Emplacement : au plus près des installations de câblage, si possible intégrés dans les baies VDI.

De plus, il permettra de filtrer les harmoniques du réseau électrique ainsi que la fluctuation de la tension.

3.5.1.3 Principe d'alimentation des points d'accès

3.5.1.3.1 Réseau de prises de courants spécifique

Les prises de courant dédiées aux points d'accès (PAI) auront leur propre réseau de distribution ainsi que leurs propres dispositifs de protection.

La protection des prises de courant s'effectuera suivant le principe d'un disjoncteur 4x32A différentiel 30mA SI associé à trois disjoncteurs 2x16A protégeant chacun 6 prises de courant.

3.5.1.3.2 Prises de courants

Les prises de courants des points d'accès (PAI) seront avec détrompeur (sur onduleurs centralisés).

3.5.1.4 Règles de mise en œuvre

3.5.1.4.1 Réseau de mise à la Terre

Un circuit de distribution de terre, "spécifique au câblage" (ou nommé aussi "terre informatique"), sera créé. Il sera issu du puits de terre du bâtiment considéré. Il aboutira dans chaque local de répartition sur une plage de connexion des masses. Il sera réalisé avec un câble cuivre isolé de 25 mm² au minimum.

La mise en place des réseaux de terre informatique, depuis le puits de terre, est à la charge du prestataire réalisant les travaux de câblage multimédia.

Tous les éléments suivants devront être raccordés au réseau de masse "spécifique câblage":

- les baies et coffrets raccordés en étoile sur la borne de terre,
- les panneaux de brassage,
- les écrans de câbles,
- les chemins de câbles (et tout cheminement métallique) dont les dalles sont reliées 2 à 2 par un câble de masse.
- et d'une manière générale, tous les éléments métalliques du système de câblage, hormis les conducteurs des signaux à véhiculer.

Une liaison équipotentielle locale sera réalisée au niveau du local de répartition. Cette liaison interconnecte la terre électrique disponible au niveau du tableau d'alimentation du répartiteur à la plage de masse du circuit de terre "spécifique câblage". Cette liaison est réalisée par un câble cuivre de 6 mm² minimum.

Les modalités de mise à la terre et la résistance de la prise de terre doivent être conformes à la norme NFC 15-100.

Nota : Le titulaire aura à sa charge la vérification de la qualité de la terre par rapport aux normes

3.5.1.4.2 Cheminements

Les cheminements des câbles d'alimentation Courants Forts devront respecter les règles de mise en œuvre définies dans les chapitres précédents notamment :

- 3.3.3. Spécifications d'installation et de mise en œuvre des chemins de câbles
- 3.3.4. Spécifications du mode de distribution des points d'accès
- 3.3.7. Spécifications des dispositions de protection contre les perturbations électromagnétiques

3.5.2 Travaux de génie civil

Lorsqu'un projet de câblage requiert des liaisons câblées entre immeubles, l'entreprise devra effectuer des travaux de génie civil pour créer des liaisons souterraines.

3.5.2.1 Pose de fourreaux enterrés

Les liaisons entre les différents bâtiments d'un même site seront réalisées en VRD traditionnels. Les travaux devront être réalisés dans les règles de l'art :

- tranchées avec 0,60 m de charge au minimum, dispositif avertisseur (non corrodable placé à 0.10 m au-dessus des liaisons câblées)
- fourreaux de diamètre 50mm au minimum, rayon de cintrage égal ou supérieur à 2m
- 1 câble par fourreau, 2 fourreaux en réserve, fourreaux aiguillés
- chambres de tirage, chambres d'adduction aux bâtiments
- revêtements conformes à l'existant
- liaisons distantes d'au moins 0.50 m des autres canalisations (électricité, eau, gaz...) dans le cas où leurs cheminements sont parallèles (0.20 m si ils se croisent)

Dans tous les cas, on vérifiera si des VRD existants peuvent être réutilisés.

Il serait préférable que ces travaux de VRD fassent l'objet d'un Cahier de Charges (ou d'un lot) différent du câblage informatique et téléphonique (sauf éventuellement dans le cas de petits travaux).

3.5.2.2 Cloisonnement de locaux techniques

Dans le cas de non disponibilité de local adéquat, ou de nécessité de création d'un local technique dans un espace existant, les travaux de cloisonnement de ces locaux sont à prévoir.

3.5.3 Cas d'une restructuration

Dans le cas de restructuration d'un site, les équipements déjà présents (câbles, switchs, baies...) sur place peuvent être réutilisés à condition qu'ils respectent toutes les conditions et les normes définies auparavant afin de conserver les débits souhaités. On veillera également à ce que l'équipement réutilisé, soit repéré et identifié selon les règles définies dans ce document quitte à changer les étiquettes.

Il sera toléré la réutilisation de câbles cuivre de catégorie 5e et 6, si le résultat de la recette ainsi que la certification sont fournies avec le câblage. Dans tous les autres cas (catégories inférieures, certification non-présente, etc...), le câblage devra être refait comme défini ci-dessus.

Pour les câbles fibres optiques, ils pourront être réutilisés s'ils supportent des débits de 1 Gb/s au minimum ; sinon ils devront être remplacés. Si le câblage primaire est effectué à l'aide de liaisons câble cuivre, il devra être remplacé par des liaisons optiques.

3.6 Procédures de validation et de recette

Il s'agit de l'ensemble des essais effectués par l'installateur pour vérifier que les travaux réalisés sont conformes aux demandes du cahier des charges et, par la suite, pour présenter son installation à la recette.

Pour la réception des travaux, le Maître d'Œuvre devra effectuer une recette contradictoire sur un échantillon d'environ 10% des équipements installés qui inclura tous les types d'équipements (liaisons cuivre, liaisons fibre, équipements actifs...). De plus, ces travaux devront aussi bien inclure les équipements réutilisés que les nouveaux équipements dans le cas d'une restructuration de site.

Cette recette contradictoire devra être effectuée par un organisme différent que celui qui a effectué la recette complète du site.

3.6.1 Tests et réception du câblage informatique

3.6.1.1 Recette des câbles à paires torsadées

Après l'installation et le raccordement des différents éléments, le prestataire procédera à un test unitaire de toutes les liaisons (pour chaque paire raccordée).

Les résultats de ces tests devront certifier les liaisons en classe Ea au sens la norme **ISO/CEI JTC1 SC25 WG3** : Ed.2 (dernière version en vigueur), c'est-à-dire que les liaisons devront être validées 10 Gb/s.

Les tests seront effectués sur une bande de fréquence de 0 à 500 Mhz minimum, et porteront sur :

- la continuité des conducteurs,
- le schéma de câblage
- la longueur de la liaison,
- le temps de propagation,
- l'impédance caractéristique,
- la résistance de boucle en courant continu,
- l'affaiblissement de la liaison,
- l'écart paradiaphonique (ACR) et l'écart paradiaphonique cumulé (PS-ACR),
- l'affaiblissement paradiaphonique (NEXT) et l'affaiblissement paradiaphonique cumulé (PS-NEXT),
- l'affaiblissement télédiaphonique (FEXT),
- la différence entre l'affaiblissement télédiaphonique et l'affaiblissement de la liaison (ELFEXT) et cumulé (PS-ELFEXT)
- la paradiaphonie exogène (PSANEXT) cumulée pour les paires et mesurée au sein d'un faisceau de câbles
- la dispersion du temps de propagation (Skew)
- la perte par réflexion (Return Loss).

Par ailleurs, le prestataire fournira un bordereau de test synthétique dans lequel apparaîtront toutes les liaisons testées ainsi que les valeurs suivantes pour chacune de ces liaisons :

- Identification de la liaison (identification de la prise terminale dans le cas du câblage secondaire)
- Longueur moyenne mesurée sur les 4 paires
- Paradiaphonie minimum mesurée et la fréquence correspondante
- Atténuation maximum mesurée et la fréquence correspondante
- ACR minimum et la fréquence correspondante

Ces documents seront à fournir 5 jours ouvrables avant la date de réception de l'installation

Le prestataire testera les prises existantes selon la norme adaptée et procédera à un audit avant réception.

3.6.1.2 Recette des fibres optiques

Les mesures de réflectométrie seront systématiques, à 850 et 1300 nm en multimode et 1300 et 1500 pour la monomode), dans chaque sens, et porteront sur chaque fibre de chaque câble (même si la fibre n'est pas utilisée dans l'immédiat). Elles sont destinées à valider les longueurs et la qualité des fibres mises en place, ainsi que la qualité et l'affaiblissement des points de connexion.

Les résultats des mesures devront comporter :

- Les résultats de la procédure de calibrage du réflectomètre
- L'identification du câble (point de départ, point d'arrivée) et l'identification de la fibre dans le câble
- L'affaiblissement de la fibre après installation et mise en place des connecteurs
- La longueur de la fibre en mètres
- Les défauts éventuels qui résulteraient d'une mauvaise installation (rayon de courbure insuffisant ou contrainte mécanique sur la fibre)

Tous ces résultats sont consignés sur des fiches de test. A ces fiches seront ajoutées les sorties imprimantes des différentes courbes de réflectométrie obtenues.

Pour des économies de papier et le respect de l'environnement, les tests seront fournis au format natif du constructeur accompagné du logiciel de lecture du constructeur.

3.6.2 Tests et réception du réseau informatique

Après avoir installé, connecté et configuré les équipements actifs, le titulaire aura à sa charge la vérification du bon fonctionnement de l'ensemble du réseau, aussi bien au niveau des équipements installés que des équipements existants et conservés.

Ces tests seront réalisés avec l'aide de l'Administrateur du réseau de l'Établissement ou de l'équipe d'assistance informatique du Rectorat (DSI3 SAE et DRTIC).

Ils ont pour but de vérifier :

- l'accès de certains postes de travail aux différentes ressources Administration et Pédagogique, ceci en fonction des droits attribués par les Vlan,
- l'accès aux ressources extérieures (Internet, messagerie,...),
- le bon fonctionnement de l'administration du réseau et le paramétrage des équipements actifs.

L'entreprise est tenue d'établir et présenter le cahier de recettes comportant la description de ces différents tests, ceci avant la réception des installations par la Maîtrise d'Œuvre.

Le prestataire fournira, avant la date de réception des travaux, l'ensemble des documents nécessaires à la configuration et à l'exploitation du système, ainsi que les notices d'utilisation et l'ensemble des documents techniques du matériel fourni.

De même, le prestataire fournira le document décrivant les paramètres de configuration des équipements tels qu'ils ont été mis en œuvre sur le site. Ce document comportera un tableau indiquant l'affectation des réseaux Vlan à chacun des ports des équipements (cf annexe 1).

et un tableau récapitulatif indiquant la localisation du matériel actif , son numéro de série, sa Mac Adress, son @ IP, la version du firmware utilisé, indiqué le port de connexion des rocares et leurs destinations

Le prestataire devra s'assurer que la mise à jour des firmwares des switch est faite pour le jour de la réception .

L'ensemble des documents sera fourni en 3 exemplaires.

Un exemplaire reste sur le site et doit être mis à jour à chaque modification. Il permet d'assurer le suivi de l'installation au cours de la vie du site.

3.6.3 Tests et réception du câblage courants forts

A la fin des travaux, l'entreprise sera tenue de procéder aux essais spécifiques (définis par la norme NF C 15.100 et les documents COPREC) qui comprendront :

- mesure de résistance à la terre
- mesure d'isolement des canalisations et appareillage
- chute de tension
- fonctionnement des appareils de coupure
- vérification du fonctionnement des différents asservissements
- fonctionnement des différents appareils de sécurité

Lors de la réception, il sera effectué des essais et mesures concernant l'ensemble du matériel mis en œuvre.

En vue de la mise sous tension des installations, l'entrepreneur devra fournir une attestation de conformité des installations aux règlements et normes de sécurité en vigueur, établie par un organisme de contrôle agréé.

L'entreprise devra se soumettre à ces vérifications de conformité aux normes pour l'obtention du certificat de conformité d'un organisme de contrôle agréé.

La réception sera prononcée lorsque l'ensemble des travaux seront reconnus terminés, conforme aux plans d'exécution en bon ordre de marche et répondant aux normes.

3.6.4 Documentation à fournir par l'entreprise

La fourniture et la gestion de la documentation sont des aspects essentiels pour l'exploitation du système de câblage installé.

Cette documentation doit comprendre obligatoirement :

- le plan de masse avec l'implantation des locaux de télécommunication,
- les plans d'implantation des cheminements des câbles,
- les plans d'implantation des prises avec leur numérotation,
- le relevé des tests et mesures de chaque liaison, même si celle-ci n'est pas utilisée dans l'immédiat.

La documentation doit aussi comprendre :

- les plans d'implantation des matériels dans les locaux de télécommunication
- les plans d'implantation des matériels dans les baies
- les spécifications techniques des composants utilisés (câbles, connectique,...).

Cette documentation doit être comprise dans les Dossiers d'Ouvrages Exécutés (DOE) que l'installateur doit fournir en trois exemplaires à la fin du chantier.

Un exemplaire reste sur le site et doit être mis à jour à chaque modification. Il permet d'assurer le suivi de l'installation au cours de la vie du site.

3.7 Garantie

L'entreprise sera tenue de fournir une garantie sur les travaux qu'elle a effectués, ainsi qu'une garantie sur les équipements et les performances du câblage telles que décrites dans ce document.

L'entreprise devra une garantie de bon fonctionnement (ou de parfait achèvement) de l'ensemble d'un an minimum sur le système de câblage installé par elle-même ou par ses sous-traitants.

Afin de garantir la pérennité de l'installation, l'entreprise ainsi que ses intervenants devront obligatoirement posséder l'agrément du constructeur en tant que prestataire agréée.

Cet agrément devra permettre à l'infrastructure de communication VDI installée de bénéficier :

- d'une garantie « produits » de 10 ans sur l'ensemble des composants passifs du câblage,
- d'une garantie applicative de 10 ans assurant le maintien des performances du réseau telles que décrites dans ce document.

Pour justifier ces garanties, l'entreprise devra fournir dans son offre les pièces suivantes :

- Certificat d'agrément du constructeur des équipements de câblage,
- Contenu et modalités d'application des garanties,
- Références de réalisations équivalentes.

L'entreprise devra s'engager également à respecter toutes les procédures nécessaires pour le respect et l'application de ces garanties auprès des organismes concernés.

A la fin des travaux l'entreprise devra fournir un certificat de garantie du constructeur validant la conformité de l'installation de l'infrastructure réalisée.

Titre 4 GLOSSAIRE

BACKBONE : Il correspond au câblage primaire de l'infrastructure VDI. Il constitue le centre névralgique d'un réseau à haut débit. Littéralement épine dorsale. Dans le contexte des réseaux de télécommunications, désigne la partie qui supporte le gros du trafic, en utilisant les technologies les plus rapides et une grande bande passante sur des distances importantes.

BANDE PASSANTE : Capacité maximale de débit sur une liaison donnée, déterminée par les technologies de transmission mises en œuvre à l'aide des équipements situés à chaque extrémité de cette liaison. Différence entre les deux fréquences limites d'une bande de fréquences.

COMMUTATEUR (OU SWITCH) : équipement situé en un nœud de réseau pour assurer des connexions appel par appel entre voies de transmission selon les besoins des usagers. Dans les réseaux téléphonique, télégraphique ou de données (circuits ou paquets), les commutateurs sont presque tous automatiques.

DIAPHONIE : Brouillage d'une voie de transmission téléphonique par des signaux provenant d'une ou de plusieurs autres voies. Entre voies de transmission de signaux vidéo, on parle de diaphotie (cross-view et cross-colour).

FIBRE OPTIQUE : est un fil en verre ou en plastique très fin qui a la propriété de conduire la lumière et sert dans les transmissions terrestres et océaniques de données. Elle offre un débit d'informations nettement supérieur à celui des câbles coaxiaux et supporte un réseau « large bande » par lequel peuvent transiter aussi bien la télévision, le téléphone, la visioconférence ou les données informatiques.

GTC (GESTION TECHNIQUE CENTRALISEE) : Les systèmes GTB/GTC actuels du marché permettent d'atteindre plusieurs objectifs notamment la gestion des alarmes techniques des installations CVC, plomberie, électrique, sûreté ; le pilotage des installations techniques ; l'exploitation d'un site à travers d'analyses et d'édits de rapports et graphiques permettant la gestion des énergies, le comptage des temps d'utilisation des équipements, la maintenance des installations.

LAN : Local Area Network : système de communication permettant de relier quelques centaines d'ordinateurs et de périphériques dans un rayon de quelques kilomètres. Apparue dans les années 1970, le réseau local a connu un essor considérable avec le développement de la micro-informatique dans les années 1980 et l'avènement de la norme de communication ethernet. A l'inverse, le réseau étendu (WAN) peut regrouper des milliers d'ordinateurs séparés par des centaines, voire des milliers de kilomètres.

PABX/IPBX : ou autocommutateur téléphonique privé (en Anglais : Private Automatic Branch eXchange). Un PABX sert principalement à relier les postes téléphoniques d'un établissement (lignes internes) avec le réseau téléphonique public (lignes externes). Il permet en plus la mise en œuvre d'un certain nombre de fonctions, notamment relier plus de lignes internes qu'il n'y a de lignes externes, permettre des appels entre postes internes sans passer par le réseau public, programmer des droits d'accès au réseau public pour chaque poste interne ou proposer un ensemble de services téléphoniques (conférences, transferts d'appel, renvois, messagerie, appel par nom...).

POINT D'ACCES (PA) : correspond au bloc de prises destiné à alimenter un poste de travail. Sa composition peut être modulée selon les usages.

REPARTITEUR GENERAL : est le cœur des réseaux de communication. Il comprend un ensemble de baies permettant d'accueillir les ressources informatiques, les ressources téléphoniques, les équipements de liaisons avec les sous-répartiteurs et le matériel d'irrigation de sa zone.

RJ 45 : Un connecteur RJ45 est une interface physique souvent utilisée pour terminer les câbles de type paire torsadée.

ROCADE : est un lien de communication permettant de relier des répartiteurs entre eux. Elles constituent l'épine dorsale (backbone) du réseau de communication.

ROUTEUR : est un élément intermédiaire dans un réseau informatique assurant le routage des paquets. Son rôle est de faire transiter des paquets d'une interface réseau vers une autre, selon un ensemble de règles formant la table de routage. C'est un équipement de couche 3 du modèle OSI.

SERVEUR : Ordinateur qui exécute des opérations à la demande d'autres ordinateurs, surnommés clients. De ce fait, on parle d'architecture réseau client serveur. Un serveur HTTP fournit des pages web à la demande d'un navigateur par exemple.

SOUS-REPARTITEUR : Le Sous Répartiteur de zone constitue un nœud à partir duquel sont reliés les postes de travail de la zone qu'il distribue ainsi que les rocades informatiques, téléphoniques et autres courants faibles provenant du Répartiteur Général.

ToIP : correspond au système de téléphonie sur IP.

VGA : Un connecteur VGA est un connecteur permettant de connecter une carte graphique à un moniteur informatique en analogique. Il permet d'envoyer 3 signaux analogiques correspondant aux composantes RVB de l'image.

VLAN : Virtual Local Area Network : est un réseau informatique logique indépendant. De nombreux VLANs peuvent coexister sur un même commutateur réseau (Switch).

VPN : Réseau étendu privé établi en créant des liaisons permanentes spécialisées entre réseaux d'entreprises à travers des réseaux publics afin de répondre aux besoins en partage des ressources de ses utilisateurs. Principal avantage du système : l'intégration de mécanisme de chiffrement et d'authentification pour préserver le réseau virtuel des utilisateurs non-autorisés.

WAN : Wide Area Network : réseau généralement constitué de plusieurs sous-réseaux hétérogènes et s'étendant sur une région ou un pays entier. Ne s'utilise que pour les données. Pour le téléphone, on parle de réseau interurbain ou de réseau à grande distance (trunk network, toll network, long distance network).

WLAN : Wireless Local Area Network : réseau local sans fil utilisant les ondes radio pour assurer la circulation d'informations entre les machines (ordinateurs ou périphériques) ainsi reliées entre elles.

WIFI : est un ensemble de protocoles de communication sans fil régis par les normes du groupe IEEE 802.11 (ISO/CEI 8802-11). Un réseau WiFi permet de relier sans fil plusieurs appareils informatiques (ordinateur, routeur, décodeur Internet, etc.) au sein d'un réseau informatique.

Titre 5 LISTE DES FIGURES

- Figure 1 :** Configuration 1 : aménagement des postes de travail en périmétrie
- Figure 2 :** Configuration 2 : aménagement des postes de travail face au professeur
- Figure 3 :** Configuration 3 : aménagement mixte en périmétrie avec ilot central
- Figure 4 :** Architecture de l'infrastructure VDI
- Figure 5 :** Face avant du Répartiteur Général (RG)
- Figure 6 :** Face arrière du Répartiteur Général (RG)
- Figure 7 :** Sous-Répartiteur (SR)
- Figure 8 :** Vue en plan du local Répartiteur Général et du bureau de l'administrateur

Titre 6 ANNEXES

6.1 Annexe 1 : Tableau de localisation et définition des prises

Détails du tableau précédent :

Références architecturales				Références bâtiments						
Bâtiment	Niveau	Localisation et définition des Prises	N° archi	Bâtiment	Etage	Numéro de la salle	Catégorie	Libellé	Logotage des Prises	Type de Prises

Localisation et définition des Prises

Localisation de la répartition			VLAN							
LR	N° du Bandeau de Brassage	Position Bandeau de Brassage	Default	Supervision	Admin	Pédagogie	ZMI	DMZ	Internet	Public

Paramétrage de l'actif			
Nom du switch	N° Sortie	Adresse IP du switch	Masque pour actif