

**ET1 - EXIGENCES TECHNIQUES DE CABLAGE
POUR LES LYCEES DE LA REGION ILE DE FRANCE**

**REFERENCES REGIONALES
POUR LE CABLAGE MULTIMEDIA
DES LYCEES D'ILE-DE-FRANCE**

**Partie II
ARCHITECTURE TECHNIQUE
ET
MISE EN ŒUVRE**



ET1 - EXIGENCES TECHNIQUES DE CABLAGE POUR LES LYCÉES DE LA RÉGION ILE DE FRANCE

Avertissement

Ce document constitue les références en matière de câblage multimédia des établissements scolaires gérés par la Région Ile-de-France. Toute utilisation en dehors du cadre précédemment défini nécessite un accord exprès de la Région Ile-de-France. De plus, le document est protégé par le droit de la propriété intellectuelle et aucune partie, notamment les schémas, ne peut être réutilisée sans accord exprès du Maître d'Ouvrage. Toute demande concernant une éventuelle utilisation de ces références devra être effectuée auprès du Directeur Général des Services de la Région Ile-de-France.

ET1 - Partie II - Modifications majeures par rapport à la version du 8 avril 2016

Nature de la modification
Suppression du Boitier de Connexion Optique (BCO)
Suppression des câbles HDMI et USB
Deux bandeaux électriques (9 PC 220 V), à la place d'un seul, positionnés en partie centrale et arrière de chaque baie
Pour l'architecture CAMPUS, remplacement de la fibre 24 OM4 par 12 OS2 si L>400m
Augmentation de 4 à 5 PA par disjoncteur
Modification contenu baies distribution RG et SR
Passe cordons 2U dans baie distribution du RG
Chaque prise électrique pour classe mobile (PACM) protégée par son propre disjoncteur
Charge au sol admissible de 400Kg préconisée pour les RG
Pose fourreau entre goulotte murale et paillasse enseignant
Identification (F : Fibre, I : Informatique Cuivre, T : Téléphonie cuivre)
Ajout PDF aux formats des documents à fournir par entreprise

ET1 - EXIGENCES TECHNIQUES DE CÂBLAGE POUR LES LYCÉES DE LA RÉGION ILE DE FRANCE

SOMMAIRE partie II

II.1. INTRODUCTION	35
II.2. NORMES ET REGLEMENTS	35
II.3. GARANTIE DES OUVRAGES	36
II.4. DOCUMENTS ET PRESTATIONS A FOURNIR	37
II.4.1 LE MAITRE D'ŒUVRE.....	37
II.4.2 L'ENTREPRISE	37
II.5. ARCHITECTURE DU CABLAGE.....	38
II.5.1. ORGANISATION DU CABLAGE INFORMATIQUE ET AUTRES COURANTS FAIBLES	38
II.5.2. ORGANISATION DU CABLAGE TELEPHONIQUE	42
II.5.3. ORGANISATION DE LA DISTRIBUTION CAPILLAIRE	44
II.5.3.1. DISTRIBUTION DEPUIS LES RG, RP OU SR	44
II.5.4. LES REPARTITEURS	44
II.6. LES COMPOSANTS	49
II.6.1. LES CABLES	49
II.6.1.1. PAIRES TORSADEES.....	49
II.6.1.2. FIBRE OPTIQUE.....	50
II.6.2. LES CORDONS DE BRASSAGE	52
II.6.3. LES CORDONS DE STATION	54
II.6.4. LA PRISE TERMINALE.....	54
II.6.5. LES COFFRETS ET BAIES 19 POUCES	55
II.6.6. LES PANNEAUX RJ45	59
II.6.7. LES TIROIRS OPTIQUES	59

II.6.8. IDENTIFICATION.....	59
II.6.8.1. LES BAIES ET COFFRETS 19 POUCES.....	60
II.6.8.2. LES PANNEAUX DE BRASSAGE	60
II.6.8.3. LES PRISES	61
II.6.8.4. LES CABLES	62
II.6.8.5. LES CHEMINS DE CABLES.....	62
<u>II.7. LES REGLES DE MISE EN ŒUVRE.....</u>	63
II.7.1. LE RACCORDEMENT DES POSTES DE TRAVAIL.....	63
II.7.2. LES CONVENTIONS DE RACCORDEMENT.....	63
II.7.3. LA LONGUEUR DES LIAISONS.....	64
II.7.4. LE PASSAGE DES CABLES	64
II.7.5. LA POSE DES CHEMINS DE CABLES COURANTS FAIBLES	65
II.7.6. LA COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE.....	65
II.7.6.1. SEPARATION ENTRE COURANTS FORTS ET FAIBLES	65
II.7.6.2. ISOLEMENT DES CABLES COURANTS FAIBLES.....	66
II.7.6.3. REALISATION DES PLANS D'ÉQUIPOTENTIALITE	66
II.7.7. L'ORGANISATION DES RESEAUX DE TERRE	68
II.7.8. LA DISTRIBUTION COURANTS FORTS	70
<u>II.8. LES LOCAUX TECHNIQUES</u>	71
II.8.1. CONTRAINTE DE CHARGE UTILE AU SOL DANS LE LOCAL REPARTITEUR GENERAL (RG).....	71
II.8.2. CARACTERISTIQUES DES LOCAUX	73
<u>II.9. LES SUPPORTS.....</u>	75
II.9.1. LES CHEMINS DE CABLES	75
II.9.2. LES GOULOTTES ET PLINTHES.....	77
II.9.3. LES TUBES	77
II.9.4. LES PERCHES ET POTELETS.....	78
II.9.5. LES BOITIERS SAILLIE	78
II.9.6. REMARQUE GENERALE	78
<u>II.10. LES MODES DE DISTRIBUTION.....</u>	79

II.10.1 DISTRIBUTION DANS LES CIRCULATIONS	80
II.10.2 PASSAGE DANS LES BUREAUX.....	80
II.10.3. DISTRIBUTION PAR GOULOTTE OU MOULURE.....	80
II.10.4. DISTRIBUTION PAR PERCHE	82
II.10.5. DISTRIBUTION PAR LE SOL	82
<u>II.11. PROCEDURE DE VALIDATION ET DE RECETTE</u>	<u>83</u>
II.11.1. RECETTE PAIRE TORSADÉE.....	83
II.11.2. RECETTE FIBRE OPTIQUE	85
II.11.3. DOCUMENTATION A FOURNIR PAR L'ENTREPRISE	88

II.1. INTRODUCTION

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

Pour ce faire, ce câblage doit être **banalisé** afin de ne pas être remis en cause avec l'évolution des matériels connectés.

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

Câbler un Lycée consiste à le doter, lors de sa construction ou réhabilitation, d'un réseau de câbles et de connectiques permettant à ses futurs utilisateurs de connecter et d'utiliser n'importe où, n'importe quel type de matériel de communication du marché.

II.2. NORMES ET REGLEMENTS

Les installations seront exécutées suivant les règles de l'art, avec du matériel de qualité reconnue.

Les normes et règlements suivants sont à respecter et viendront en complément de ceux exigés par l'équipe de maîtrise d'œuvre lors de la constitution du dossier de consultation des entreprises.

Les normes et règlements à inclure sont les 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 règlements UTE en général,
- ✚ La norme NF C 15.100 et additifs, fixant les conditions d'exécution des installations électriques de première catégorie,
- ✚ Les DTU (prescriptions de mise en œuvre),
- ✚ Les normes internationales et leurs équivalences françaises et européennes définissant l'architecture et les composants des réseaux structurés et notamment les normes ISO 11801 2010 édition 2.2, EN 50173-3, EN 50174-3, EN 50167, EN 50168, EN 50169, EN 50288-7, EN 50289, EN 50290, EN 55022 et ANSI/EIA/TIA-568-C.
- ✚ Les normalisations techniques portant sur les différents protocoles informatiques existants à ce jour, notamment les protocoles 10 Base T, 100 Base T, ATM155 et 1000 Base T (gigabit Ethernet) et 10 gigabit Ethernet,
- ✚ Le système de câblage sera conforme aux protocoles de télé alimentation PoE, PoE+, PoE++, respectivement, IEEE 802.3af (13W), IEEE 802.3at (25W) et IEEE 802.3bt (90W).
- ✚ **Nota** : Toute nouvelle publication des normes ISO 11801 et EN 50173 entraînera son application.

II.3. GARANTIE DES OUVRAGES

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

Outre la garantie décennale sur tous les travaux exécutés, l'entreprise devra une garantie de bon fonctionnement 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 agréé et formé.

Cet agrément ou cette recette devra permettre à l'installation de câblage de bénéficier d'une garantie de la chaîne de liaison posée d'une durée de 20 ans sur l'ensemble des composants passifs du câblage incluant le maintien du niveau de performances classe EA et le fonctionnement de tous les protocoles définis par les standards à la date de l'installation,

Très important : pour éviter tout litige entre plusieurs constructeurs en cas de problème, le système de câblage devra obligatoirement être homogène. C'est-à-dire que les chaînes de liaison (câbles, connectique, cordons de brassage et de station) seront réalisées avec des composants garantis par un seul constructeur.

Pour justifier ces garanties, l'entreprise devra fournir 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.

Dès l'initialisation des travaux, l'installateur du système de câblage aura l'obligation de s'engager à fournir cette garantie pour l'ensemble des travaux de câblage multimédia à réaliser.

II.4. DOCUMENTS ET PRESTATIONS A FOURNIR

II.4.1 LE MAITRE D'ŒUVRE

Le dossier de consultation des entreprises (DCE) élaboré par le maître d'œuvre sera **impérativement** et **obligatoirement** constitué au minimum des éléments suivants :

- ✚ Le présent document,
- ✚ Un tableau récapitulatif des prises VDI par local (**à fournir dès l'APD**),
- ✚ Un synoptique de l'architecture du câblage avec dimensionnement des rocares,
- ✚ Des plans de principe d'aménagement des locaux de brassage à l'échelle,
- ✚ Des plans de principe de cheminements,
- ✚ Des plans de principe d'organisation des baies de brassage (schéma des faces avant),
- ✚ Un bordereau de prix **détaillé**.

II.4.2 L'ENTREPRISE

Présentation des actions dues par l'entreprise lors des travaux :

- ✚ Au début des travaux, en réunion de Maîtrise d'ouvrage, l'entreprise présentera sa solution de mise en œuvre (organisation, composants, locaux de brassage, garantie constructeur), celle-ci sera validée, après étude, par l'assistant technique. Une mise au point sur les équipements prévus dans chaque salle ou bureau sera réalisée en collaboration avec l'assistant technique. Pour cela, l'entreprise remettra à l'assistant technique la liste des locaux et le nombre de prises RJ45 prévues. Le planning sera présenté et l'entreprise avertira la Région lorsqu'elle aura effectué ses premiers raccordements (côté brassage et côté prise).
- ✚ En cours de chantier, régulièrement, l'assistant technique interviendra pour assurer le suivi des travaux réalisés par l'entreprise (validation des cheminements et de la pose des câbles, validation des premiers raccordements et de la procédure de recette etc.). **La présence d'un représentant de l'entreprise sera obligatoire lors de ces réunions de chantier.**

Afin de valider le paramétrage des outils de tests, l'entreprise apportera, à l'assistant technique son matériel et les cordons adéquats, ainsi que le certificat de calibration réalisé depuis moins d'une année.
- ✚ A la fin des travaux pour réceptionner l'installation. Une liste de réserves sera émise et devra être levée dans les délais définis au démarrage des travaux. Une seconde visite aura pour objet la levée de ces réserves.

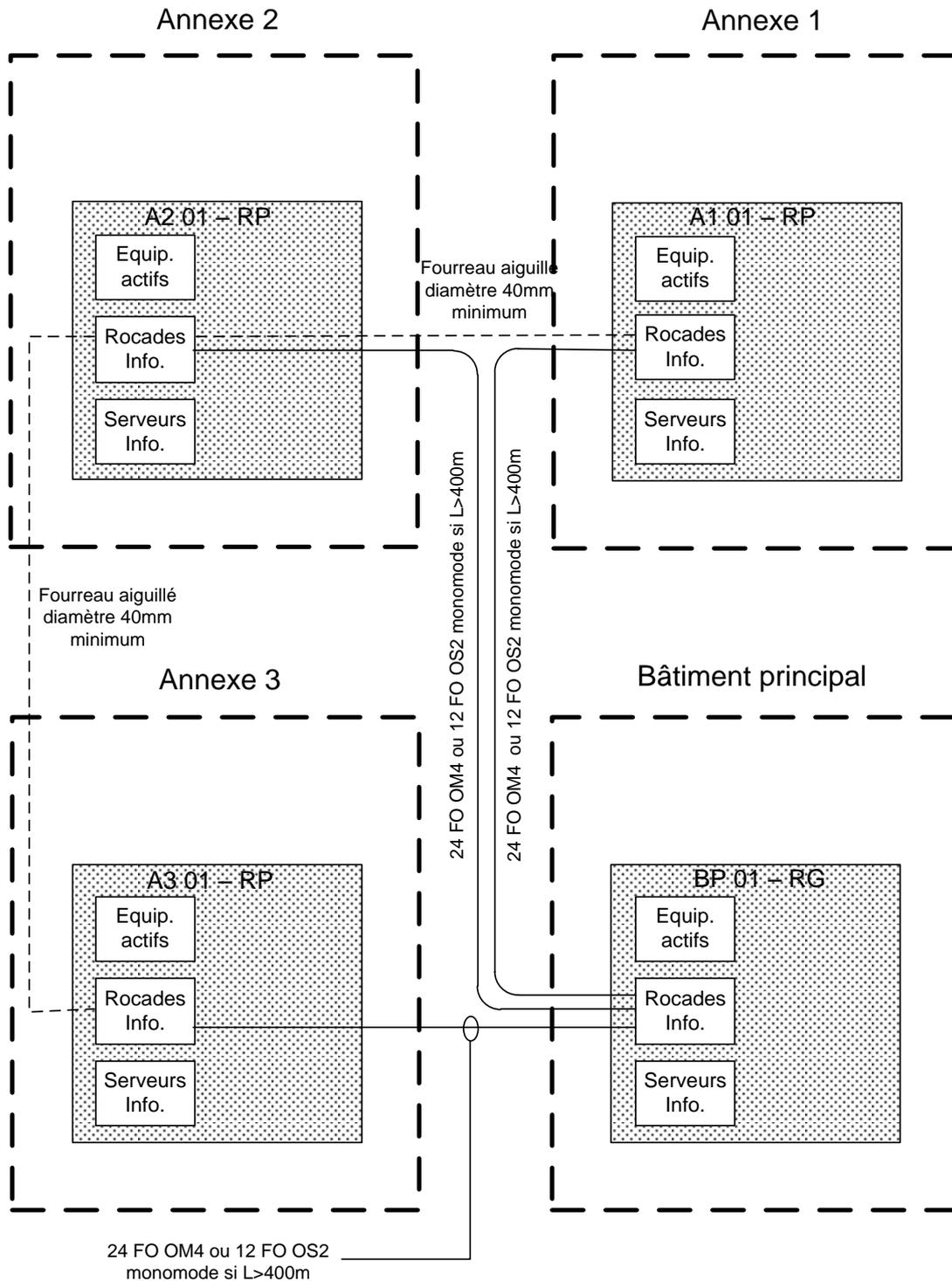
II.5. ARCHITECTURE DU CABLAGE

II.5.1. ORGANISATION DU CABLAGE INFORMATIQUE ET AUTRES COURANTS FAIBLES

Architecture CAMPUS (se reporter au schéma ci-dessous)

Entre les bâtiments, les Répartiteurs Principaux (RP) sont reliés :

- ✚ En étoile au Répartiteur Général (RG) par des rocares qui seront obligatoirement réalisées en fibre optique multimode (**24** brins 50/125 OM4 pour l'informatique et les autres courants faibles). Si les longueurs de ces liaisons sont supérieures à 400 mètres, elles seront remplacées par des câbles en fibre optique monomode 12 brins 9/125 OS2 pour l'informatique et les autres courants faibles,
- ✚ Entre eux, pour une sécurisation future, par des fourreaux aiguillés d'un diamètre minimum de 40 mm qui seront laissés libres de toute occupation.



Légende

- Rocide fibre optique
- - - Fourreau aiguillé
- Panneau de brassage optique en baie ou coffret 19 pouces
- RG Local serveurs et Répartiteur Général du bâtiment principal
- RP Répartiteur Principal des bâtiments annexes

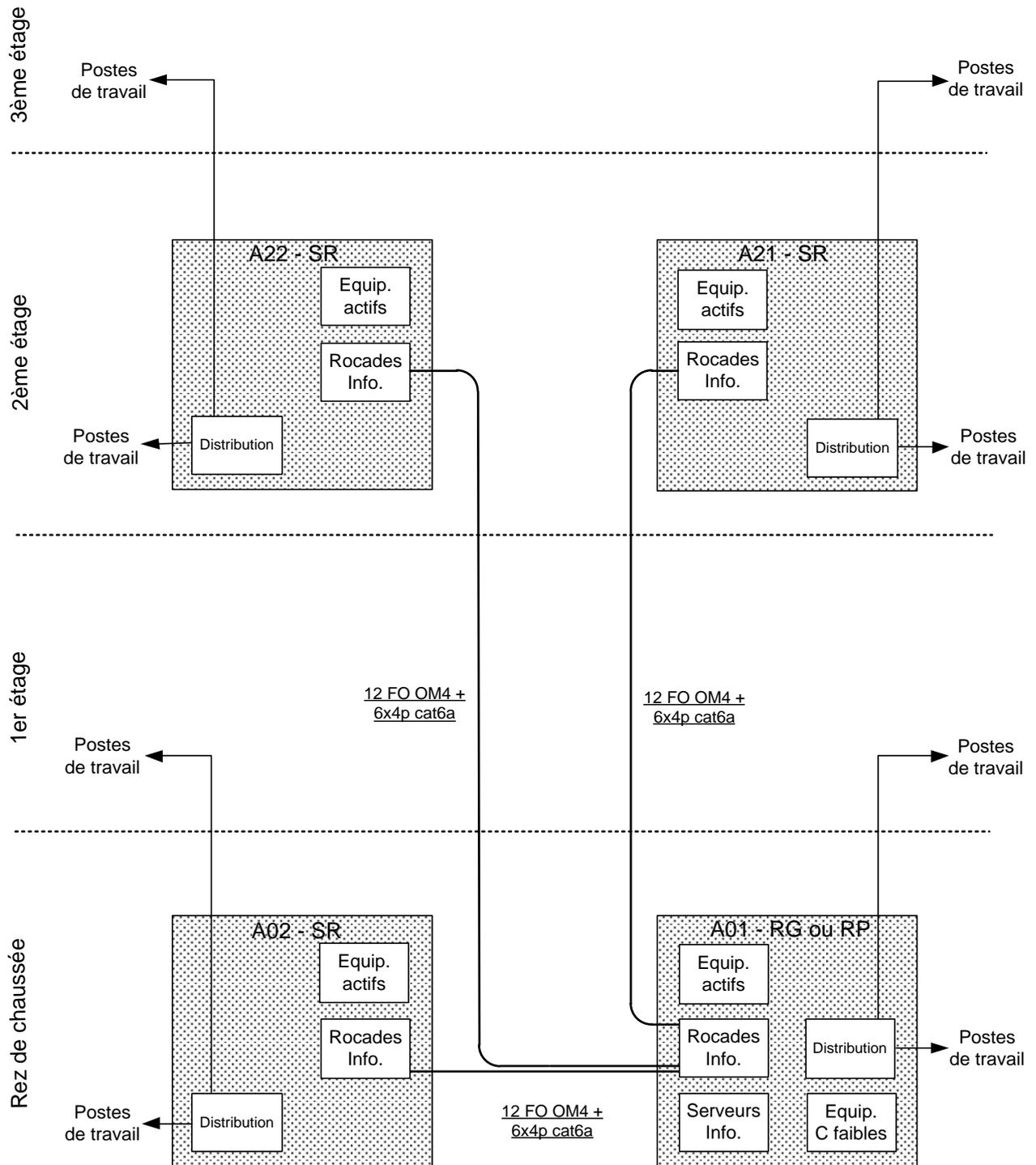
Architecture interne au BATIMENT (se reporter au schéma ci-dessous)

Dans un même bâtiment, les Sous-Répartiteurs (SR) sont reliés :

- ✚ En étoile au Répartiteur Général (RG) par des rocares composées de 6 câbles 4 paires catégorie 6a et d'un câble fibres optiques multimode 12 brins 50/125 OM4 pour l'informatique et les autres courants faibles,

A noter

Si certains serveurs sont installés dans un autre local que le RGI celui-ci sera considéré comme un SR.



Légende			
	Rocade informatique ou courants faibles	RG	Local serveurs et Répartiteur Général du bâtiment principal
	Distribution horizontale	RP	Répartiteur Principal des bâtiments annexes
	Baie ou coffret 19 pouces	SR	Sous Répartiteur de zone

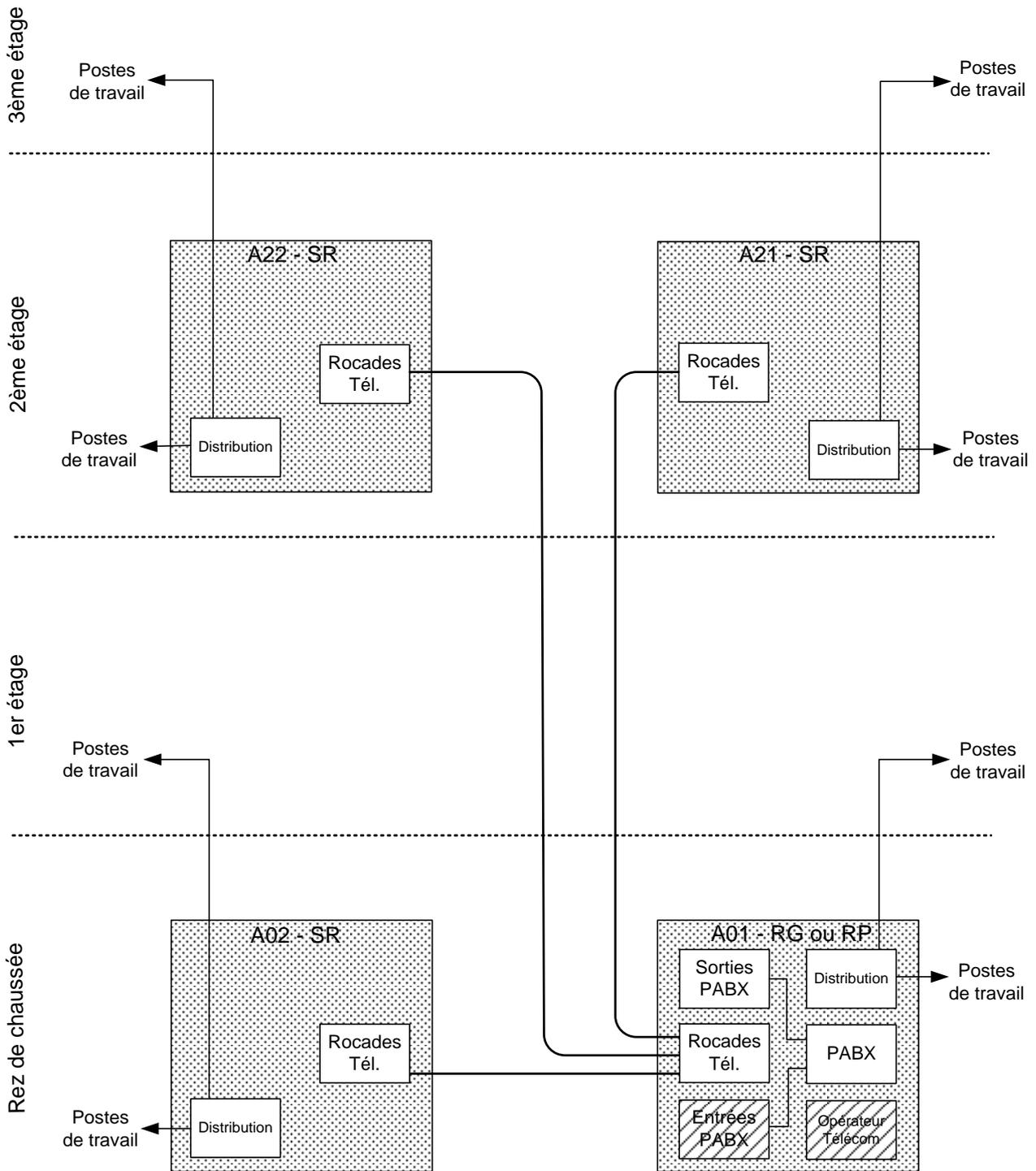
II.5.2. ORGANISATION DU CABLAGE TELEPHONIQUE

Se reporter au schéma ci-dessous

Tous les Sous Répartiteurs (SR) sont reliés en étoile au Répartiteur Général (RG) ou au Répartiteur Principal (RP) par des câbles de forte capacité (25 ou 50 paires). La base de calcul du dimensionnement des rocares téléphoniques est de prendre en compte 1 paire par prise téléphonique de chaque Sous-Répartiteur (SR) plus une réserve de 30%.

Exemple : si un Sous Répartiteur (SR) alimente 30 prises téléphoniques, le nombre de paires de la rocade sera de $30 \times 1,3 = 39$ paires soit un câble 50 paires. Dans tous les cas, la capacité de la rocade sera au minimum de 25 paires

Dans le cas de la Téléphonie sur IP (ToIP) ces rocares ne seront pas utilisées.



Légende			
	Rociade téléphonique	RG	Local serveurs et Répartiteur Général du bâtiment principal
	Distribution horizontale	RP	Répartiteur Principal des bâtiments annexes
	Module sur rails intégrés en baie 19"	SR	Sous Répartiteur de zone
	Panneaux RJ45 en baie 19 pouces		

II.5.3. ORGANISATION DE LA DISTRIBUTION CAPILLAIRE

II.5.3.1. Distribution depuis les RG, RP ou SR

Le câblage est organisé en étoiles autour de sous-répartiteurs (ou locaux de brassage).

Les étoiles sont composées d'un ensemble de câbles 1x4 paires reliant les points d'accès locaux au sous-répartiteur dont ils dépendent (distribution horizontale). La longueur des branches de l'étoile ne doit pas dépasser **90 mètres**.

Dans le cas d'alimentation d'équipements POE cette longueur devra être adaptée aux normes en vigueur.

Le nombre de prises raccordées à un même sous-répartiteur doit rester, si possible, inférieur à **480** afin que la gestion en soit aisée. Une baie de distribution ne pourra gérer que 240 prises, au-delà une seconde baie devra donc être ajoutée par pas de 240 prises.

II.5.4. LES REPARTITEURS

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 rocares de la distribution verticale.

On distinguera deux types de répartiteur :

- + Les Répartiteurs Généraux (RG) et Principaux (RP),
- + Les Sous Répartiteurs de zone (SR),

Les répartiteurs sont composés de baies de distribution du câblage multimédia 19" dans lesquelles viennent se fixer des panneaux RJ45 et fibre :

- + En partie haute, les baies 19" accueillent les connexions des rocares optiques et cuivres,
- + Les panneaux RJ45 de la distribution horizontale,
- + En partie basse, les baies 19" accueillent les panneaux RJ45 haute densité de la distribution verticale téléphonique (rocares).

Le Répartiteur Général (RG) ou Répartiteur Principal (RP)

Le répartiteur général ou répartiteur principal doit regrouper l'ensemble des ressources « multimédia » et courants faibles de l'établissement dans un local technique suffisamment grand (15 m² minimum).

La température maintenue dans les Répartiteurs Généraux doit impérativement être inférieure à 25°C (la puissance dissipée est estimée à 7 kW).

Un répartiteur général doit également distribuer les prises de sa zone d'innervation.

Le RG sera composé de trois baies 19" :

- ✚ Une baie de distribution du câblage multimédia,
- ✚ Une baie équipements réseau,
- ✚ Une baie serveurs.

La baie de distribution du câblage multimédia du RG sera composée :

- ✚ En haut de la baie de panneaux RJ45 pour les rocares informatiques cuivres vers les autres répartiteurs,
- ✚ De panneaux RJ45 pour la connexion des prises de la zone qu'il distribue,
- ✚ En bas de la baie de panneaux RJ45 Haute Densité pour les rocares téléphoniques vers les autres répartiteurs,
- ✚ De 2 bandeaux électriques (9 PC 220 V) positionnés en partie centrale et arrière de la baie.

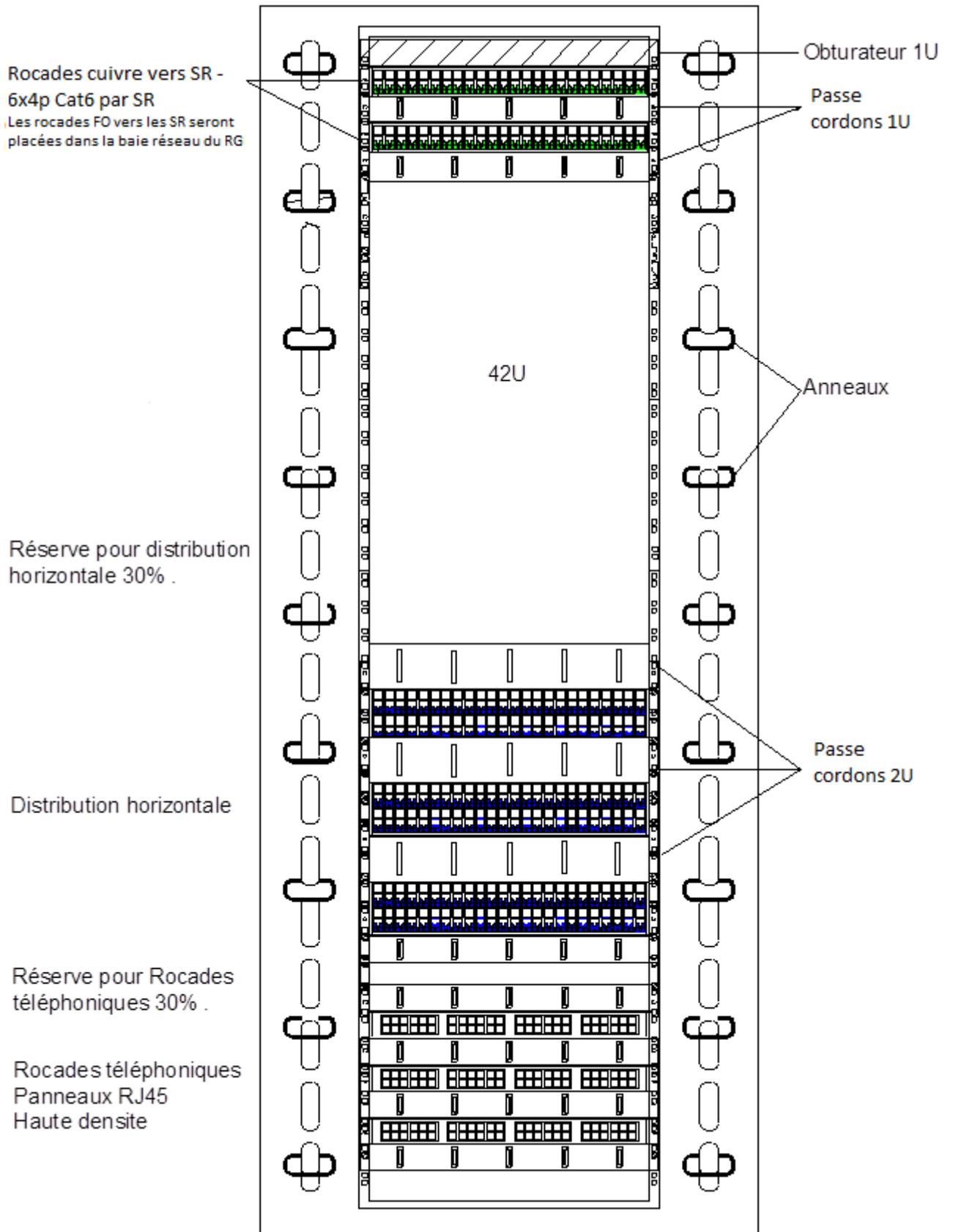
La baie équipements réseau du RG sera composée :

- ✚ En haut de la baie de panneaux optiques (connecteurs LC Duplex) pour les rocares informatiques optiques vers les autres répartiteurs,
- ✚ D'un panneau RJ45 pour les rocares informatiques vers la baie serveurs,
- ✚ Des équipements actifs du réseau (hors lot),
- ✚ Des équipements actifs des autres courants faibles (hors lot),
- ✚ De 2 bandeaux électriques (9 PC 220 V) positionnés en partie centrale et arrière de la baie,
- ✚ De l'autocommutateur téléphonique à placer en bas de la baie (hors lot).

La baie serveurs du RG sera composée :

- ✚ En haut de la baie, de l'arrivée opérateur téléphonie et de l'arrivée opérateur THD (2U)
- ✚ Au-dessous d'une réserve de 2U pour l'équipement THD,
- ✚ En face arrière, d'un panneau RJ45 pour les rocares informatiques vers la baie réseau,
- ✚ De 2 bandeaux électriques (9 PC 220 V) positionnés en partie centrale et arrière de la baie,
- ✚ Des serveurs (hors lot),
- ✚ Des onduleurs (hors lot).

Schéma de principe d'une baie distribution d'un RG



Le Sous Répartiteur de zone (SR)

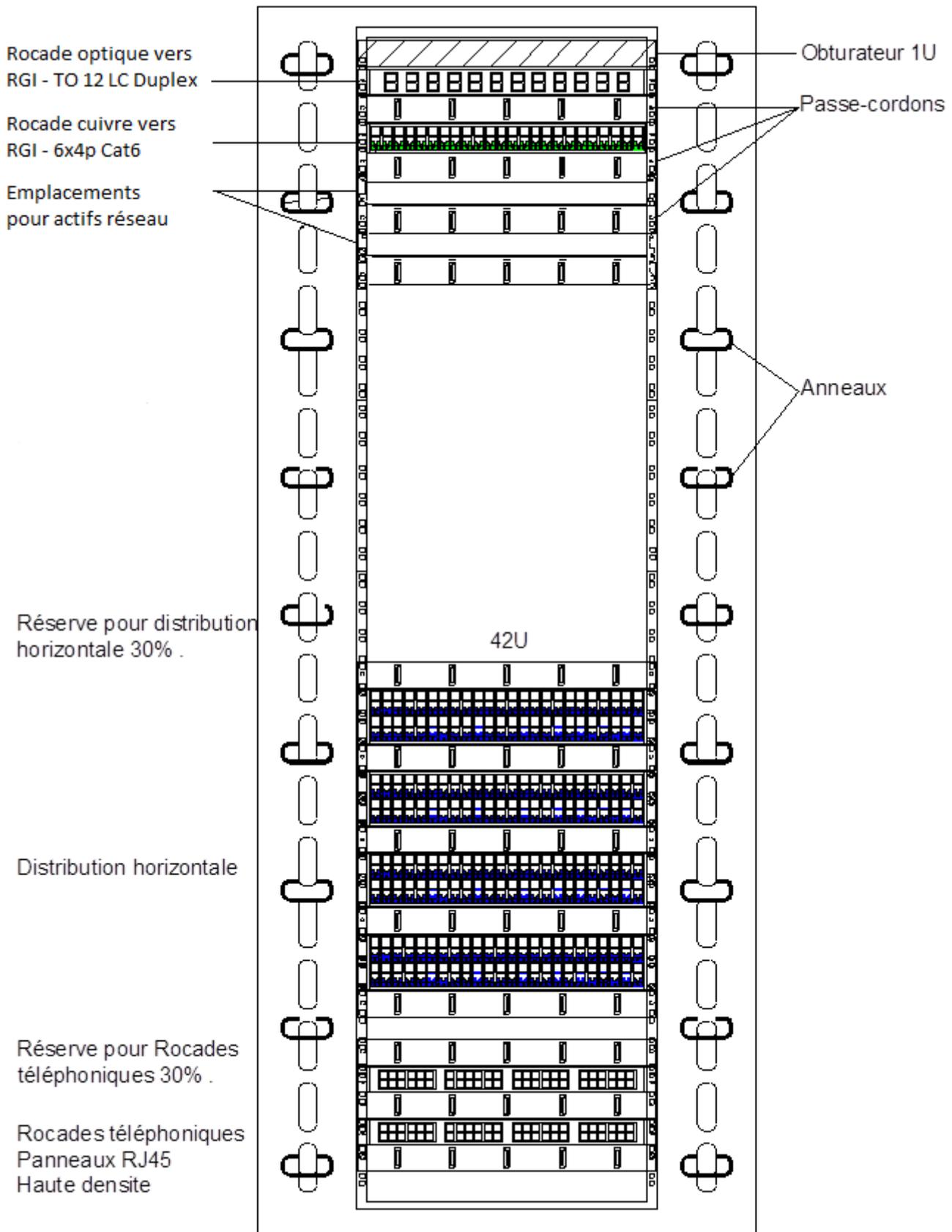
Le Sous Répartiteur de zone constitue un nœud à partir duquel sont reliés :

- ✚ Les postes de travail de la zone qu'il distribue,
- ✚ Les rocares informatiques, téléphoniques et autres courants faibles provenant des répartiteurs généraux.

Chaque Sous Répartiteur de zone sera composé d'une ou plusieurs baies 19" équipées :

- ✚ De panneaux optiques (connecteurs LC Duplex) pour les rocares informatiques et autres courants faibles optiques vers les autres répartiteurs,
- ✚ De panneaux RJ45 pour la connexion des rocares informatiques cuivre,
- ✚ Des équipements actifs de réseau informatique (hors lot),
- ✚ De panneaux RJ45 pour la connexion des prises de la zone qu'il distribue,
- ✚ De panneaux RJ45 pour la connexion des rocares téléphoniques,
- ✚ De 2 bandeaux électriques (9 PC 220 V) positionnés en partie centrale et arrière de la baie.

Schéma de principe d'une baie distribution d'un SR



II.6. LES COMPOSANTS

Le maître d'œuvre et l'installateur devront choisir une offre homogène comprenant des composants de qualité (câbles, prises, cordons) dans un souci d'assurer la compatibilité des matériels et de garantir les performances et la pérennité du câblage.

II.6.1. LES CABLES

II.6.1.1. Paires torsadées

Les câbles seront d'impédance **100 ohms** (F/FTP, SF/UTP ou S/FTP). La gaine des câbles devra impérativement être non propagateur de la flamme et zéro halogène (LSZH).

Distribution horizontale

Ils seront obligatoirement de catégorie 6a, 500 MHz. Ils auront une capacité de 4 paires. **Le câble scindex 2x4 paires est strictement interdit.**

Le câble sera conforme aux protocoles de télé alimentation PoE, PoE+, PoE++ respectivement, IEEE 802.3af (13W), IEEE 802.3at (25W) et IEEE 802.3bt (90W).

Le câble répondra également aux spécifications de la classe E_A pour le support du protocole 10GBase-T conformément à la norme 802.3 AN.

Code couleur des câbles 4 paires

Paire	Fil 1	Fil 2
1	Blanc/bleu	Bleu
2	Blanc/orange	Orange
3	Blanc/vert	Vert
4	Blanc/marron	Marron

Distribution verticale (rocodes)

Comme le câblage horizontal, les rocodes informatiques seront obligatoirement de catégorie 6a, 500 MHz. Elles auront une capacité de 2 câbles 4 paires. La gaine des câbles devra impérativement être non propagateur de la flamme et zéro halogène (LSZH). **Le câble scindex 2x4 paires est strictement interdit.**

Les rocodes seront conformes aux protocoles de télé alimentation PoE, PoE+, PoE++ respectivement, IEEE 802.3af (13W), IEEE 802.3at (25W) et IEEE 802.3bt (90W).

Les rocades répondront également aux spécifications de la classe E_A pour le support du protocole 10GBase-T conformément à la norme 802.3 AN.

Pour le téléphone, elles auront une capacité de 25 ou 50 paires de catégorie 3 à minima et conforme aux normes en vigueur. La gaine des câbles devra impérativement être non propagateur de la flamme et zéro halogène (LSZH).

II.6.1.2. Fibre optique

Elle est utilisée pour les liaisons (Rocades) :

- ✚ Inter-bâtiments,
- ✚ Entre le Répartiteur Général (RG) et les Répartiteurs Principaux (RP),
- ✚ Entre les Répartiteurs Principaux (RP),
- ✚ Entre le Répartiteur Général (RG) et les Sous Répartiteurs de zones (SR),

Fibre Multimode

Le choix retenu est un câble optique composé de fibres 12 ou 24 brins multimodes 50/125 OM4 à gradient d'indice, double fenêtre (voir synoptiques). Ce type de fibre supporte :

- ✚ A 850nm le protocole Gigabit Ethernet 1000Base-Sx sur 550m et le protocole 10 Gigabit Ethernet 10GBase-SR/SW sur 400m,
- ✚ A 1300nm le protocole Gigabit Ethernet 1000Base-Lx sur 550m.

La gaine des câbles devra impérativement être non propagateur de la flamme et zéro halogène (LSZH). Le câble sera à structure serrée pour les liaisons intérieures et à structure libre et renforcée pour les liaisons inter-bâtiments (câble armé, sous fourreau avec gel hydrophobe et anti-rongeur).

Fibre monomode

Pour des distances supérieures à 400 m, Le choix retenu est un câble optique composé de fibres 12 brins monomodes 9/125 OS2. La structure du câble répondra à minima aux caractéristiques techniques demandées pour la fibre multimode.

La gaine des câbles devra impérativement être non propagateur de la flamme et zéro halogène (LSZH). Le câble sera à structure serrée pour les liaisons intérieures et à structure libre et renforcée pour les liaisons inter-bâtiments (câble armé, sous fourreau avec gel hydrophobe et anti-rongeur).

Les connecteurs seront de type LC Duplex et fixés sur des panneaux de brassage optique au format 19 pouces.

Remarques générales :

- ✚ Les câbles composés de fibres optiques seront protégés par des fourreaux ICT ou équivalent de bout en bout sur chaque liaison.

- ✚ Une boucle de lovage de cinq mètres minimum sera réalisée dans le faux plafond (ou le faux-plancher) et une autre boucle sera mise en place dans le tiroir (1 mètre environ).

Caractéristiques des fibres :

Caractéristiques	Valeurs
diamètre du cœur	50 ± 2.5 µm
diamètre de la gaine	125 ± 1 µm
Atténuation (du câble avec fibres): λ = 850 nm λ = 1300 nm	< 3.0 dB/km < 1.0 dB/km
réponse en bande passante λ = 850 nm λ = 1300 nm	>3500MHz.km > 500 MHz.km

Propriétés mécaniques et géométriques

Diamètre du cœur (µm) 50 ± 2.5	EC/EN 60793-1-20
Diamètre de la gaine optique (µm) 125.0 ± 1.0	IEC/EN 60793-1-20
Excentricité de la gaine optique (%) ≤ 1.0	IEC/EN 60793-1-20
Excentricité du cœur (%) ≤ 5	IEC/EN 60793-1-20
Erreur de concentricité Cœur-Gaine (µm) ≤ 1.5	IEC/EN 60793-1-20
Diamètre revêtement primaire – sans couleur (µm) 242 ± 7	IEC/EN 60793-1-21
Diamètre revêtement primaire – avec couleur (µm) 250 ± 15	IEC/EN 60793-1-21
Excentricité du revêtement primaire (%) ≤ 5	IEC/EN 60793-1-21
Erreur de concentricité revêtement primaire-gaine optique (µm) ≤ 10	IEC/EN 60793-1-21
PROOF STRESS (GPA) ≥ 0.7 (≈ 1 %)	IEC/EN 60793-1-30

II.6.2. LES CORDONS DE BRASSAGE

Informatique et autres courants faibles :

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

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

- + A partir de 0.5 m et jusqu'à 1 m pour les coffrets,
- + A partir de 0.5 m et jusqu'à 2 m pour les baies 19 pouces.

Ils permettront d'établir des connexions entre :

- + Le matériel actif et les prises des panneaux de distribution,
- + Le matériel actif et les rocares informatiques,

Quantitatif :

- + Ils seront provisionnés sur la base du nombre de prises informatiques et autres courants faibles.

Téléphonie :

Ce sont des cordons RJ45-RJ45 réalisés avec un câble 1 ou 2 paires U/UTP.

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

- + A partir de 0.5 m et jusqu'à 1 m pour les coffrets,
- + A partir de 0.5 m et jusqu'à 2 m pour les baies 19 pouces.

Ils permettront d'établir des connexions entre :

- + L'autocommutateur et les prises des panneaux de distribution,
- + Les rocares téléphoniques et les prises des panneaux de distribution.

Quantitatif :

- ✚ Chaque type de cordon sera provisionné sur la base du nombre de sorties de l'autocommutateur. S'il n'est pas connu, la quantité sera égale à 100% du nombre de prises téléphoniques.

Couleurs :

Les cordons de brassage devront être de couleurs différentes :

- ✚ Jaune ou vert pour les cordons de brassage informatique dédiés au réseau administratif.
- ✚ Gris ou blanc pour les cordons de brassage informatique dédiés au « réseau Pédagogique ».
- ✚ Ils permettront de réaliser le brassage entre la distribution horizontale et les équipements actifs des réseaux,
- ✚ Rouge (ou autre couleur vive) pour les cordons de brassage informatique permettant de réaliser les connexions entre la distribution verticale et les équipements actifs de réseau informatique, entre 2 équipements actifs LAN ou WAN et pour le brassage des connexions vers les serveurs,
- ✚ Bleu ou autres que les couleurs précisées ci-dessus pour la téléphonie (1 ou 2 paires),
- ✚ Noir ou autre que les couleurs précisées ci-dessus pour les autres courants faibles.

Les cordons rouges sont à fournir en plus du quantitatif défini plus haut pour les cordons de brassage informatique. Vingt cordons devront être prévus par établissement.

La couleur sera gérée par la gaine du câble ou des bagues permettant de différencier la fonction du cordon.

Remarque : les cordons de brassage pour les autres courants faibles devront pouvoir être verrouillables afin d'éviter les déconnexions des réseaux de sûreté.

Jarretières Optiques : elles ne seront pas fournies lors des travaux de câblage. Elles seront prévues lors de l'activation du réseau informatique (hors lot).

II.6.3. LES CORDONS DE STATION

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

Ils vont établir le lien entre le matériel bureautique (micro-ordinateur, téléphone, téléviseur etc.) et la prise terminale RJ45. Leur longueur sera comprise entre 1 m et 5 m suivant les distances entre les prises terminales et les équipements.

Quantitatif :

- ✚ Ils seront provisionnés sur la base du nombre de prises informatiques et autres courants faibles.

Remarque : l'entreprise devra impérativement réaliser l'adaptation des cordons téléphoniques existants (postes, télécopieurs, modems) soit en remplaçant le conjoncteur mâle par un plug RJ45, soit en fournissant des adaptateurs RJ45/Conjoncteur.

II.6.4. 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 suivant l'ISO/IEC 11801 édition 2.2. Elle sera équipée d'un capot de blindage métallique (et non en plastique métallisée) pour assurer une meilleure efficacité face aux perturbations électromagnétiques.

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.

La prise sera blindée et permettra la reprise de l'écran sur 360°.

Le plastron, au format 45X45, sera équipé d'un volet pivotant ou coulissant ou escamotable et pourra être droit ou incliné.

Remarque : lorsque l'environnement l'exige, la prise devra respecter l'indice de protection (IP) de la zone concernée.

II.6.5. LES COFFRETS ET BAIES 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.

Les coffrets pourront être prévus dans les bâtiments demi-pensions et dans les zones à faible densité de points d'accès.

Les baies seront systématiquement prévues dans tout local de brassage.

Caractéristiques des coffrets muraux 19" :

- ✚ Profondeur 600 mm minimum,
- ✚ Largeur 600 mm,
- ✚ Porte Polyméthacrylate de Méthyle (PMMA) verrouillables par clé unique,
- ✚ Panneaux latéraux amovibles et verrouillables par clé unique et panneau de fond,
- ✚ Toit ajouré,
- ✚ Tôle d'acier de 15/10^{ème} à minima,
- ✚ Montants 19" réglables en profondeur et positionnés de façon à permettre la fermeture de la porte après mise en place de l'électronique, des cordons de brassage et des jarretières (**retrait de 15 cm minimum par rapport à la porte**),
- ✚ Trappe passe câbles et cordons sur la face inférieure,
- ✚ 1 bloc de 9 prises sans interrupteur équipé d'une prise mâle type C14,
- ✚ Kit de masse.

Caractéristiques des baies de distribution :

- ✚ Hauteur de 42 U,
- ✚ Profondeur 800 mm,
- ✚ Largeur 800 mm,
- ✚ Deux demi-portes Polyméthacrylate de Méthyle (PMMA) ou verre sécurit verrouillables par clé unique de type "saloon" en face avant,
- ✚ Deux demi-portes pleines verrouillables par clé unique, de type "saloon" en face arrière,
- ✚ Panneaux latéraux amovibles verrouillables par clé unique,
- ✚ Toit ajouré,
- ✚ Tôle d'acier de 15/10^{ème} à minima,
- ✚ Kit de ventilation, équipé de 4 ventilateurs, disposé en partie haute pour l'extraction d'air,

- ✚ 4 montants 19" réglables en profondeur, les 2 en façade étant positionnés de façon à permettre la fermeture de la porte après mise en place de l'électronique, des cordons de brassage et des jarretières (**retrait de 15 cm minimum par rapport à la porte**),
- ✚ Les câbles 4 paires devront être organisés de manière à laisser un espace libre (40 cm) en face arrière des panneaux de raccordement,
- ✚ 4 pieds réglables en hauteur,
- ✚ Des deux côtés en face avant, anneaux de cheminement vertical tous les 10 cm pour les cordons de brassage,
- ✚ Chemins de câbles de type FIL sur les deux côtés en partie arrière de la baie, pour le cheminement des câbles,
- ✚ Eléments passe cordons 1 U non décaissé à anneaux entre chaque panneau ou équipement actif disposé dans la baie,
- ✚ Socle doté d'une trappe d'ouverture suffisante pour le passage de l'ensemble des câbles,
- ✚ 1 bandeau de 9 prises sans interrupteur équipé d'une prise mâle type C14,
- ✚ Kit de masse,
- ✚ Un lot de visserie suffisamment dimensionné,
- ✚ Kit d'accouplement, si baies juxtaposées.

Caractéristiques des baies Réseaux :

- ✚ Hauteur de 42 U,
- ✚ Profondeur 800 mm,
- ✚ Largeur 800 mm,
- ✚ Portes saloon alvéolées amovibles et verrouillables par clé unique (à l'avant et à l'arrière),
- ✚ Panneaux latéraux pleins, amovibles et verrouillables par clé unique,
- ✚ Toit ajouré,
- ✚ Dispositif anti basculement,
- ✚ Un passage de câbles réseaux en façade de baie sur chaque côté,
- ✚ Un passage de câbles électriques en fond de baie sur chaque côté,
- ✚ 2 cotés accessibles (l'arrière et l'avant),
- ✚ 4 montants 19 pouces réglables en profondeur (ils ne doivent pas empêcher la fermeture des portes après mise en place des équipements et du câblage donc un retrait de 15 cm minimum),
- ✚ Tôle d'acier de 20/10^{ème} à minima,
- ✚ Kit de ventilation, équipé de 4 ventilateurs, disposé en partie haute pour l'extraction d'air,

- ✚ 4 pieds réglables en hauteur,
- ✚ Mise en place d'un plateau (pour routeur WAN, documentation, ...),
- ✚ Eléments passe cordons 1 U non décaissé à anneaux,
- ✚ Des deux côtés en face avant, anneaux de cheminement vertical tous les 10 cm pour les cordons de brassage,
- ✚ Ondulée avec onduleur rackable hors lot (si elle contient les switchs nécessaires à la prise de main à distance)
- ✚ 2 bandeaux de 9 prises sans interrupteur équipés d'une prise mâle type C14,
- ✚ Kit de masse,
- ✚ Un lot de visserie suffisamment dimensionné,
- ✚ Kit d'accouplement, si baies juxtaposées.

Caractéristiques des baies serveurs:

- ✚ Hauteur de 42 U,
- ✚ Profondeur 1000 mm,
- ✚ Largeur 800 mm (possible 600 mm si manque de place),
- ✚ Tôle d'acier de 20/10^{ème} à minima,
- ✚ La baie doit être équipée de 6 montants. Les 4 principaux constituent l'ossature principale. Les 2 autres, mobiles, sont installés en partie arrière. Ils permettent le montage des rails coulissants. En effet, les rails coulissants des serveurs peuvent présenter des entraxes différents selon les marques de serveurs, voire de générations différentes au sein de la même marque,
- ✚ Portes saloon alvéolées, avec ouverture à plus de 90°, amovibles et verrouillables par clé unique (à l'avant et à l'arrière),
- ✚ Des panneaux latéraux et arrière en tôle avec fixations rapides,
- ✚ Toit ajouré pour permettre une bonne ventilation de la baie et équipé pour recevoir des ventilateurs,
- ✚ Kit de ventilation, équipé de 4 ventilateurs, disposé en partie haute pour l'extraction d'air,
- ✚ Eléments passe-cordons 1 U non décaissé à anneaux,
- ✚ 2 bandeaux de 9 prises sans interrupteur équipés d'une prise mâle type C14,
- ✚ Kit de masse,
- ✚ Dispositif anti basculement (roulettes possibles si petit local),
- ✚ 2 cotés accessibles (l'arrière et l'avant),
- ✚ Socle doté d'une trappe d'ouverture suffisante pour le passage de l'ensemble des câbles,
- ✚ Kit d'accouplement, si baies juxtaposées.

A noter

- Dans le cas de baies serveurs et de distribution juxtaposées les panneaux adjacents seront déposés et les panneaux d'extrémité seront maintenus.
- Dans le cas de manque de place à l'arrière des baies il est préconisé des double-portes à l'arrière.

Principes d'alimentation des baies et coffrets :

- ✚ Une ou deux prises de courant 2P+T seront installées dans chaque baie ou coffret 19 pouces dans un boîtier saillie en partie basse à l'arrière (une pour les coffrets et deux pour les baies de distribution, réseaux et serveurs). Chaque prise de courant devra être protégée par un disjoncteur différentiel 30 mA de type « Hpi ou SI » indépendant depuis l'armoire électrique la plus proche,
- ✚ Chaque bandeau pourra être :
 - ✚ Soit ondulé en le raccordant sur l'onduleur, lui-même alimenté par la prise 2P+T,
 - ✚ Soit non ondulé en le raccordant sur la prise 2P+T par l'intermédiaire d'un cordon avec connecteurs mâle 2P+T et femelle C13,
- ✚ Pour les baies serveurs, la section des cordons devra être au minimum de 2,5mm².

Remarques générales :

- ✚ Le nombre d'étagères à fournir sera de 2 pour un local Répartiteur Général et Principal (baies réseaux et baie serveurs). Les étagères installées en baies 19" auront 4 points de fixation (un à chaque angle),
- ✚ Un lot de vis et écrous cage (sachet de 25) sera fourni avec chaque baie ou coffret fourni et sera laissé dans le contenant 19",
- ✚ Si deux baies sont nécessaires, elles seront placées côte à côte, fixées entre elles et les 2 panneaux adjacents seront retirés pour permettre le brassage inter baies,
- ✚ Un espace libre de 1,20 m minimum devant les baies et 0.90 m derrière seront laissés,
- ✚ Les câbles doivent impérativement utiliser les chemins de latéraux et être partagés de chaque côté (12 câbles de chaque côté pour un panneau 24 ports RJ45).

II.6.6. LES PANNEAUX RJ45

On utilisera des panneaux de 24 ports RJ45 maximum sur 1 U.

Ces panneaux seront équipés à l'arrière d'un organisateur de câbles. Ils seront composés de ports indépendants, amovibles et avec blindage individuel.

Les câbles seront connectés à partir du premier port en haut à gauche du bandeau et de la gauche vers la droite.

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

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.

Il est rappelé que ces panneaux RJ45 distribuent les prises terminales indépendamment du média utilisé (téléphone, informatique et autres courants faibles).

Pour le raccordement des rocares téléphoniques dans les baies de brassage, on utilisera des panneaux haute densité de 48, 50 ou 60 ports RJ45 sur 1 U. Les câbles multipaires de rocares téléphoniques y seront raccordés en 1 paire par prise RJ45. La paire utilisée sera la **paire 4-5**. Une attention particulière sera portée sur les autocommutateurs dont les sorties numériques peuvent être câblés en 2 paires.

II.6.7. LES TIROIRS OPTIQUES

Les tiroirs auront une capacité unique de 24 ports LC duplex et une hauteur de 1 U. Les ports non utilisés ne seront pas équipés de traversées. Ils seront obturés à l'aide de bouchons adaptés.

Ce tiroir devra être hermétiquement clos pour éviter toute intrusion de poussière. Il recevra également les cassettes de lovage des fibres ainsi qu'un ensemble d'équipements de maintien de celles-ci. Il sera **obligatoirement** à glissières (interventions plus aisées). Il sera équipé au minimum de deux presse-étoupes.

Important : entre chaque tiroir sera installé un panneau passe cordons type « à anneaux ».

II.6.8. IDENTIFICATION

Pour gérer un câblage et les matériels raccordés et pour faciliter la maintenance, il est important de prévoir une bonne identification.

Les étiquettes devront être gravées pour tout repérage. Il est interdit de réaliser des inscriptions manuscrites.

II.6.8.1. Les baies et coffrets 19 pouces

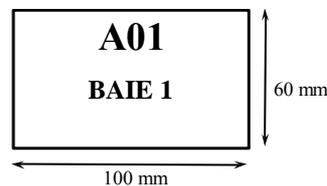
Le répartiteur est identifié par le bâtiment, l'étage du répartiteur et le n° d'ordre du répartiteur sur l'étage concerné.

Les baies 19" seront numérotées de 1 à N. Une étiquette gravée en caractères noirs sur fond jaune sera posée en tête de chacune d'entre elles.

Cette étiquette rappellera l'identification du répartiteur et indiquera le numéro de la baie 19".

Exemple :

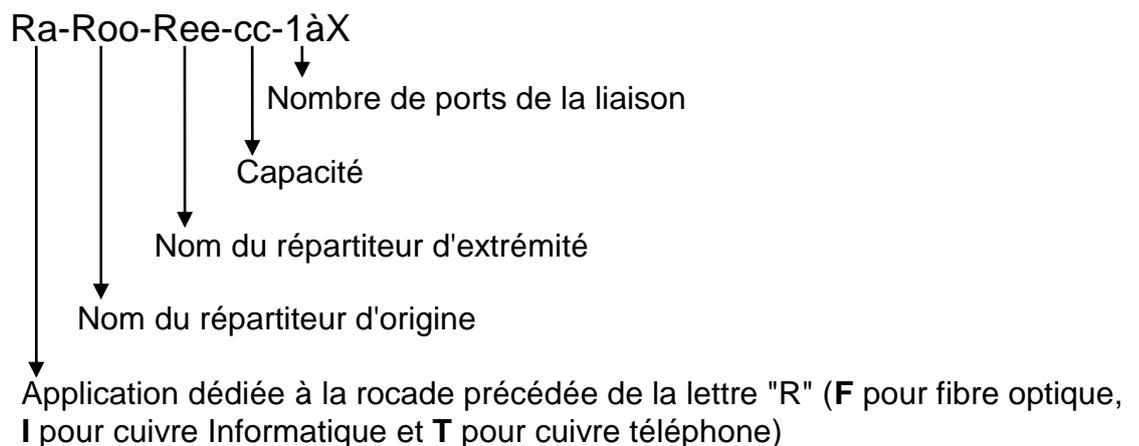
A01-1 désigne la baie n°1 du répartiteur n°1 situé au rez-de-chaussée du bâtiment A.



II.6.8.2. Les panneaux de brassage

Les rocares

Une étiquette gravée en caractères noirs sur fond jaune sera collée sur les panneaux de brassage pour indiquer l'identification de chaque rocade. On utilisera la convention suivante :



Exemples :

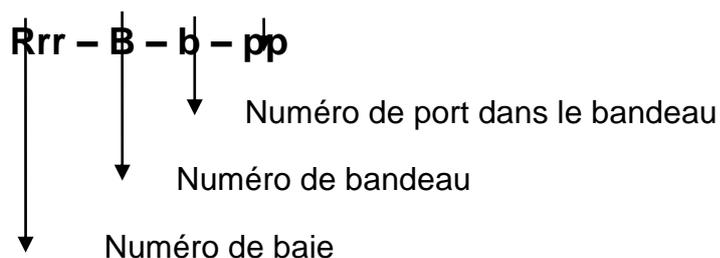
- ✚ **RFB01-B31-12FO-1à6** désigne la rocade informatique ou autres courants faibles 12 brins optiques entre les répartiteurs B01 et B31 composée de 6 connecteurs duplex,
- ✚ **RI-A01-A02-8P-1à2** désigne la rocade informatique 2x4 paires entre les répartiteurs A01 et A02 composée de 2 connecteurs RJ45,
- ✚ **RT-A01-B31-50P-1à50** désigne la rocade téléphonique 50 paires entre les répartiteurs A01 et B31 composée de 50 connecteurs RJ45.

Les panneaux de distribution

Une étiquette gravée en caractères noirs sur fond jaune sera placée sur les panneaux de distribution indiquant son numéro (du bas vers le haut de la baie).

II.6.8.3. Les prisesLes prises terminales

On utilisera la convention suivante :



Identification du répartiteur

Exemples :

- ✚ **A01-1-5-15** désigne la 15^{ème} prise du panneau n°5 installé dans la baie n°1 du local de brassage A01,
- ✚ **B01-2-7-22** désigne la 22^{ème} prise du panneau n°7 installé dans la baie n°2 du local de brassage B01.

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

Les prises des panneaux

Les ports du panneau seront repérés individuellement par le numéro de bandeau et le numéro de port dans le bandeau.

Exemple : 1-01, 1-02 etc.

Les prises de courant

Les prises électriques seront repérées par l'armoire de rattachement et le numéro de circuit (exemple : TDB1-PCI4 désigne le 4^{ème} départ du tableau TDB1).

II.6.8.4. Les câbles

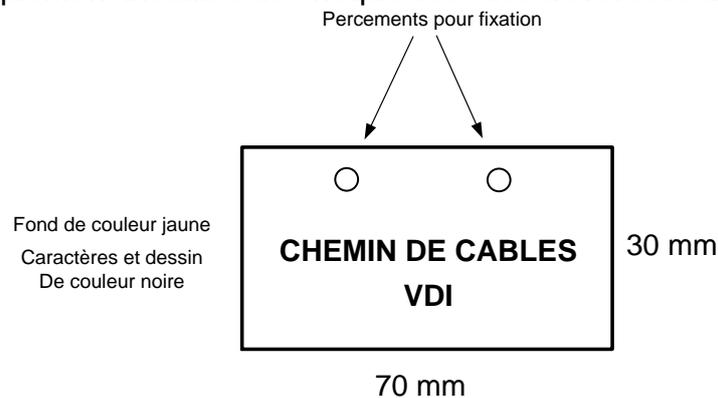
Tous les câbles devront être repérés et marqués à leurs deux extrémités du même numéro que la prise ou la rocade correspondante.

Les câbles fibre optique seront repérés dans les parties visibles et aux changements de direction par des étiquettes gravées marquées « FIBRE OPTIQUE ».

II.6.8.5. Les chemins de câbles

Les chemins de câbles seront repérés tous les 5 mètres par une étiquette du modèle suivant :

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



II.7. LES REGLES DE MISE EN ŒUVRE

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.

II.7.1. LE RACCORDEMENT DES POSTES DE TRAVAIL

Convention de Raccordement de la Prise RJ45

La convention de raccordement **EIA/TIA 568B** est la suivante :

Prise RJ45		Câble
Paires	Points	Couleur
2—	1	Blanc/orange
2—	2	Orange
3—	3	Blanc/vert
1—	4	Bleu
1—	5	Blanc/bleu
3—	6	Vert
4—	7	Blanc/marron
4—	8	Marron
	9	cuivre nu

Câblage de la Prise RJ45

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.

II.7.2. LES CONVENTIONS DE RACCORDEMENT

Le raccordement des prises RJ45 et des modules de répartition sera réalisé conformément à la convention de raccordement **EIA/TIA 568B**.

II.7.3. LA 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 cuivre horizontaux et verticaux de classe Ea une longueur maximale de **90 mètres**. Au-delà, des liens optiques doivent obligatoirement être mis en œuvre.

II.7.4. LE PASSAGE DES CABLES

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

Pour minimiser au mieux ces contraintes, l'installateur prendra les précautions suivantes lors de la pose des câbles et de leur connexion :

- ✚ Respecter le rayon de courbure des câbles (rayon minimum autorisé = 5 fois le diamètre du câble à poser et ou préconisation du constructeur),
- ✚ Eviter 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 la pose 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 (2 par mètre), veiller à les serrer modérément à la main, le rétrécissement des isolants modifiant l'impédance des câbles, ce qui favorise la diaphonie.

Rebouchage et colmatage étanches :

Toutes les traversées seront rebouchées au degré coupe-feu correspondant.

Pour les traversées CF 2H00 et 1H00, il est fait usage du système HILTI en brique CF CP 657 et mastic CF intumescent CP 611 A ou équivalent. Pour les autres traversées dont le degré CF est inférieur à 1H00, on peut utiliser du mastic HILTI CF intumescent CP 611 A pour un passage inférieur à 225 mm de diamètre ou 400mm² ou équivalent. Les fourreaux seront colmatés conformément au degré coupe-feu de la paroi traversée

II.7.5. LA POSE DES CHEMINS DE CABLES COURANTS FAIBLES

Le chemin de câbles sera de type dalle perforée. Pour les passages soumis à des éventuelles perturbations électromagnétiques, on devra réaliser un capotage du chemin de câbles.

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

Les câbles seront maintenus dans les dalles marines par des colliers de type « RILSAN » ou équivalent. Ces colliers seront mis en place à chaque fois qu'ils seront nécessaires pour le maintien des câbles. Ils seront espacés régulièrement et serrés exclusivement à la main.

Les câbles seront soigneusement installés, sur l'ensemble de leur parcours, et chemineront côte à côte. L'entrelacement est accepté.

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

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

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

L'implantation des chemins de câbles, en particulier dans les locaux répartiteurs, devra être particulièrement soignée afin de permettre une distribution et une répartition harmonieuse des câbles sur les panneaux et modules, tant par le haut que par le bas.

II.7.6. LA COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE

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

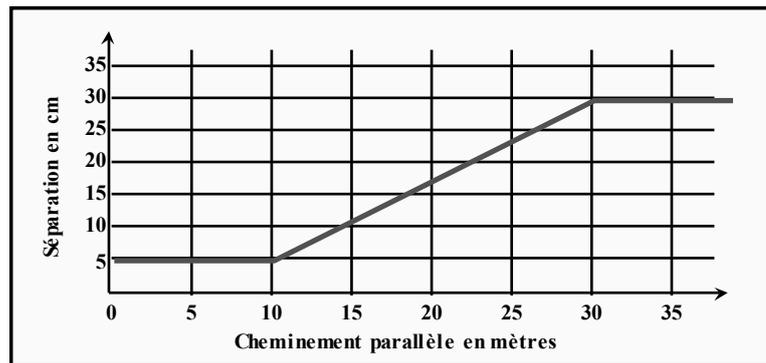
- ✚ Du réseau électrique environnant,
- ✚ Des équipements électriques (tubes fluorescents, moteurs, disjoncteurs...),
- ✚ Des signaux courants faibles véhiculés sur les paires, faisceaux ou câbles voisins,
- ✚ De l'environnement radioélectrique du site.

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

II.7.6.1. Séparation entre Courants Forts et Faibles

La distance de séparation indicative entre les câbles courants faibles et courants forts, par rapport à leur cheminement parallèle, ne doit pas être inférieure aux

valeurs données dans le tableau suivant mais ne doit pas en excéder deux fois la valeur.



La distance minimale de séparation par rapport au ballast des appareils d'éclairage fluorescent est de **50 cm**. Dans le cas de ballasts électronique, la distance peut être réduite à 30 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.

II.7.6.2. 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 les règles de l'art concernant les raccordements et les passages de câbles.

II.7.6.3. 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 hautes fréquences. Ces types de courants 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.

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

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

Une bonne immunité électromagnétique du réseau sera primordiale lorsqu'on souhaitera l'utiliser pour véhiculer des protocoles à haut débit (Gigabits Ethernet et au-delà).

II.7.7. L'ORGANISATION DES RESEAUX DE TERRE

TRES IMPORTANT :

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

Toutes les terres de tous les bâtiments doivent être fédérées. Les points de raccordement des terres doivent être le plus près possibles du puits de terre.

Les câbles de mise à la terre des masses métalliques et des répartiteurs devront être repérés par une étiquette indélébile à leur connexion au puits de terre.

L'ensemble des éléments métalliques du bâtiment (ferraillage, cheminements, tuyaux d'eau ou de chauffage, faux planchers...) devra être raccordé à la terre, de préférence selon une topologie maillée. Les connexions devront être inamovibles (soudure ou sertissage).

Les chemins de câbles courants faibles seront raccordés au puits de terre du bâtiment, en respect de la norme NFC 15.100, par un trolley en cuivre nu multibrin de **25 mm²** de section, fixé aux cheminements par l'intermédiaire de chapes (au moins une par dalle) et de colliers de type Rilsan (au moins un par mètre). Ce trolley ne devra avoir aucune interruption, et sera raccordé sur la barrette de terre de chaque répartiteur.

Un câble de mise à la terre spécifique de **35 mm²** de section et isolé vert/jaune ayant pour origine le puits de terre, sera tiré dans chaque colonne ou gaine technique recevant les répartiteurs du réseau VDI.

Ce câble sera connecté dans chaque local répartiteur sur une barrette de terre qui recevra le trolley des masses métalliques des chemins de câbles courants faibles.

Ces câbles ne doivent jamais être interrompus avant la dernière barrette de raccordement. Toute bifurcation ou prolongement du trolley de mise à la terre des masses métalliques ou du câble de mise à la terre des répartiteurs devra être fait par sertissage à l'aide de cosse en C.

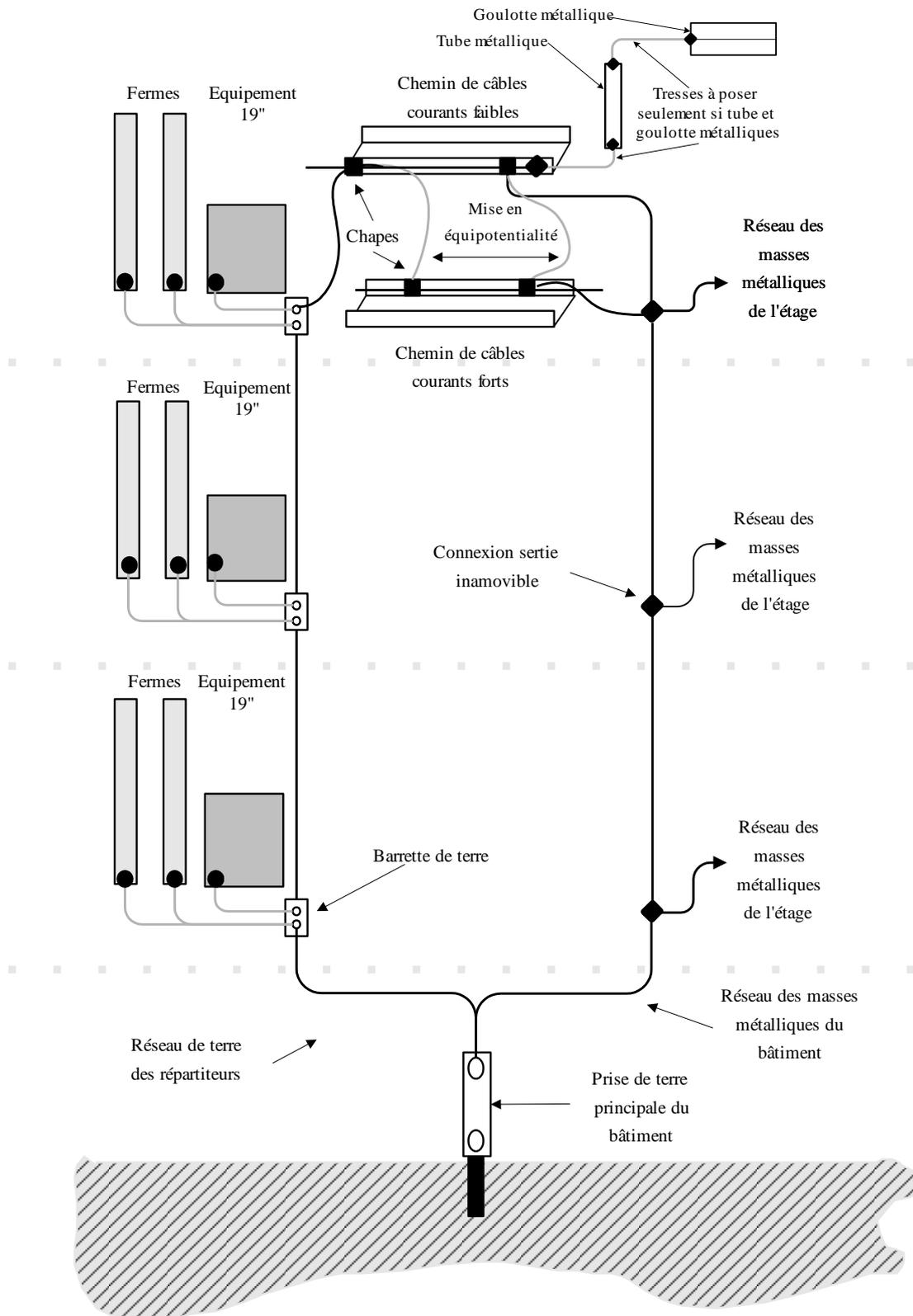
Le raccordement des masses métalliques des châssis répartiteur et des baies 19" sera effectué en étoile à partir de la barrette de terre dans tous les répartiteurs par des tresses en cuivre de 3 cm de large (on veillera à disposer la barrette judicieusement afin que ces raccordements soient les plus courts possible).

Les deux réseaux de terre devront être identifiés au puits de terre par une étiquette autocollante et indélébile.

En cas de pose de tube type CAPRI ou équivalent, celui-ci devra être relié au trolley du cheminement par une tresse en cuivre de 2 cm de large d'une longueur inférieure à 30 cm sertie sur le tube à l'aide d'une cosse à mâchoires.

Pour les goulottes et perches métalliques, si elles sont distribuées par un tube métallique, leur masse métallique sera connectée au tube selon le principe décrit ci-dessus, sinon on utilisera le fil vert/jaune du câble d'alimentation des prises informatiques courants forts pour réaliser la mise à la terre de la goulotte ou de la perche.

Schéma de Principe des Réseaux de Terre



II.7.8. LA DISTRIBUTION COURANTS FORTS

Les prises de courant destinées au branchement des équipements informatiques devront être desservies par un réseau indépendant à partir du tableau général. Elles devront être protégées par un disjoncteur différentiel 30 mA de type Hpi ou SI par groupe de 5 postes de travail PA au maximum.

La prise électrique (PACM) pour classe mobile sera protégée par son propre disjoncteur

La troisième partie de ce document fournit de façon détaillée les spécifications concernant les courants forts associés au câblage VDI.

Alimentation électrique dans les locaux de brassage

Elle sera distribuée depuis un coffret électrique installé dans le local et raccordé sur le réseau depuis une colonne montante issue du tableau général. L'alimentation électrique des locaux de brassage devra être obligatoirement ondulée voir secourue.

Ce coffret comprendra au minimum :

- ✚ Les organes de coupure générale en-tête,
- ✚ Les départs pour l'alimentation des bandeaux PC installés dans les baies (un par bandeau),
- ✚ 1 départ pour l'alimentation des postes de travail du local,
- ✚ 1 départ spécifique pour chaque matériel installé ou prévu (PABX, Serveurs...),
- ✚ 30% de réserve.

Chaque départ sera protégé par un différentiel 30 mA de type Hpi ou SI.

Chaque coffret sera dimensionné pour une distribution électrique de 3 KVA minimum.

II.8. LES LOCAUX TECHNIQUES

La position du Répartiteur Général devra être de préférence centrale et sa superficie sera de 15 m² minimum s'il accueille les quatre médias. Il s'appellera alors local « ressources TIC ».

II.8.1. CONTRAINTE DE CHARGE UTILE AU SOL DANS LE LOCAL REPARTITEUR GENERAL (RG)

Cas de la baie serveurs

Les serveurs et équipements nécessaires ont un poids total avoisinant les 176 kg. Nous retenons un poids moyen de 150 kg pour la baie consolidée ce qui donne un poids total de 326 kg.

Les charges admissibles au sol sont précisées dans les fiches des locaux de type « Répartiteur général » des programmes techniques élaborés pour chaque opération et devront donc être supérieures à 326 Kg (400 Kg préconisés).

A défaut de cette information la charge admissible à retenir sera alors de 250 daN/m² et dans ce cas les pistes du tableau ci-dessous à faisabilité forte et moyenne seront alors suivies en priorité.

Dans le cas où le plancher serait en bois il conviendra de lancer une étude spécifique de charge admissible dudit local avant toute installation ;

Intitulé	Avantage	Inconvénient	Faisabilité
Ajout d'une 2nd baie serveur	Répartition du poids sur deux baies : poids <200kg/m2 par baie Pas d'impact sur l'alimentation (1*16A pour chaque baie) Pas d'impact sur les travaux d'agencements Possibilité de basculer vers deux baies 30U 800*1000 Possibilité d'ajout de serveurs supplémentaires	Surface disponible : Local spacieux pour intégration de deux baies Cout doublé par l'acquisition et mise en place des baies	Moyenne
Remplacement de la baie 42U par une 30U de dimensions identiques	25U sont nécessaires, une baie de 29U, 30U ou 36U est suffisante. Le poids de la baie ramené à 90kg en moyenne => gain de 30kg.	La capacité d'extension est limitée à 4U, 5U ou 11U. La réduction du poids va jusqu'à 30kg,	Forte (réduction de poids non négligeable (Jusqu'à 30kg))
Choisir une baie plus légère	Gain de 30 kg	Poids réduit mais voir si assez robuste pour supporter les serveurs et les onduleurs	Faible car problème de robustesse
3 onduleurs non rackable externes à la baie	Retrait des 3 onduleurs de 20kg /unité	Le poids total est réduit à 266kg (326kg-60kg mais toujours au-dessus des 250kg) La baie étant fermée, les câbles d'alimentations (Power câble) des serveurs devront passer par le capot supérieur => Prévoir des cordons plus longs sur mesure entre les serveurs et les onduleurs (impact financier).	Forte (réduction de poids non négligeable (60kg)) Adaptations des câbles d'alimentation (2.6m max. marché fourniture)
Mise en place d'un réseau électrique ondulé	Retrait des 3 onduleurs de 20kg /unité	Le poids total est réduit à 266kg (326kg-60kg mais toujours au-dessus des 250kg) Un réseau électrique ondulé a un cout de mise en place et de fonctionnement élevé	Faible (réduction de poids non négligeable (60kg) mais investissement très important)
Utilisation des baies réseaux pour héberger certains serveurs	Répartition des poids et optimisation des baies existantes	Solution sur mesure et conditionnée (possibilité de localiser la baie serveur près de la baie réseau + que celle-ci puisse héberger les équipements ...)	Moyenne
Virtualisation des serveurs	Mise en place d'un serveur (type lame) afin réduire les équipements => gain de 6U	Le poids total des 5 serveurs est de 85kg. Le poids d'un serveur lame (configuration identique) est estimé à 75kg	Faible (réduction de poids négligeable (10kg) Vs exploitabilité importante)
Plaque de répartition de charge	Avec une plaque de 1,4 x 1,4 m par exemple répartition de la charge sur près de 2m2	Attention au poids supplémentaire de la plaque de répartition de charge elle-même. Trouver emplacement libre au sol de la taille de la plaque	Moyenne

II.8.2. CARACTERISTIQUES DES LOCAUX

Les locaux techniques reçoivent les baies 19 pouces et tous les matériels nécessaires au bon fonctionnement des réseaux informatiques, téléphoniques et autres courants faibles.

Les recommandations sont les suivantes :

- + Ces locaux doivent être situés en zone non inondable,
- + Les faces avant et arrière des baies 19 pouces doivent être accessibles,
- + Ils doivent, en règle générale, être ventilés et être conçus pour pouvoir ultérieurement accueillir des systèmes permettant de garantir une température de 25 °C maximum. Les locaux accueillant les sources des différents systèmes (serveurs, PABX etc.) et des équipements actifs, **sont systématiquement équipés d'un tel système**,
- + L'alimentation électrique doit être conforme aux spécifications décrites au paragraphe II.7.8. et dans la troisième partie de ce document,
- + Ces locaux sont **exclusivement** réservés aux matériels informatiques, téléphoniques, vidéo ou autres courants faibles,
- + Ces locaux doivent être équipés d'un contrôle d'accès,
- + Ces locaux doivent être équipés de sonde thermique,
- + Les Répartiteur Généraux doivent être équipés d'un dispositif de détection intrusion connecté au système anti-intrusion de l'établissement,
- + Un éclairage de 400 lux minimum est conseillé. Les tubes fluorescents sont à éviter sauf si les contraintes d'environnement sont respectées (éloignement de 50 cm minimum). L'éclairage est réalisé de préférence avec des luminaires de type fluorescent à ballast électronique ou à LEDs,
- + Le Répartiteur Général sera équipé de 2 PAINF + 1 PATEL, répartis sur une largeur de 2m sur un même pan de mur. Dans le cas où les serveurs seraient au format Tour et ne seraient pas installés dans la baie prévue à cet effet le RGI sera alors équipé de 7 PAINF + 1 PATEL,
- + Le sous répartiteur est équipé d'1 PATEL.
- + Tous les matériels susceptibles d'apporter des perturbations électriques sont proscrits dans les locaux techniques. En aucun cas, le local technique ne doit être adossé à une cage d'ascenseur ou à tout autre local ou équipement pouvant provoquer des perturbations électromagnétiques,
- + Des mesures de protection sont prises contre les fuites d'eau (circuits d'eau détournés, plaques de protections, détection d'eau...),
- + La superficie doit être de **15 m² minimum** pour le local technique principal (répartiteur général) et de **6 m² minimum** pour les autres locaux techniques, en fonction des équipements à recevoir (PABX, Serveurs...). La largeur minimum du local technique principal doit être de **3 m** et celle des locaux techniques secondaires de **2 m**. La largeur minimum des portes de ces locaux doit être de **0,93 m**,

- ✚ Le revêtement de sol doit être antistatique et anti-poussière,
- ✚ Les parois (toute hauteur) et les portes d'accès au local doivent être coupe-feu une heure minimum.

Important : le répartiteur général de l'établissement doit être suffisamment dimensionné car il est susceptible de recevoir tous les équipements principaux pour l'informatique (serveurs, matériels actifs, routeurs, modems), le téléphone (PABX), la vidéo (démodulateurs...) et les autres courants faibles (serveurs, enregistreurs, contrôleurs, ...).

II.9. LES SUPPORTS

II.9.1. LES CHEMINS DE CABLES

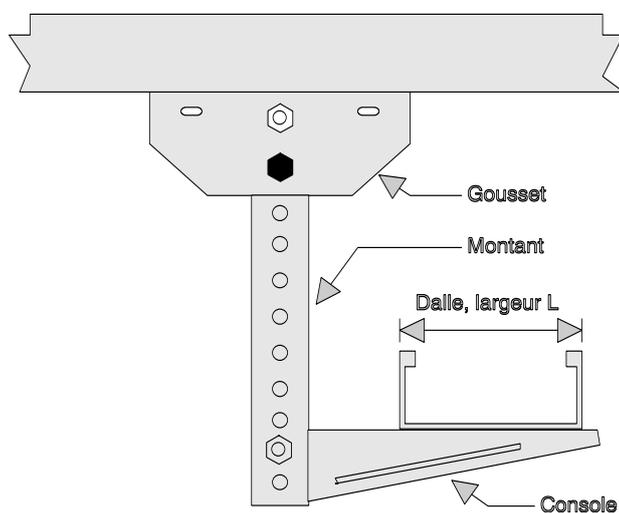
Ils seront composés de dalles perforées galvanisées après fabrication de type « DALLES MARINES » ou équivalent.

Deux types de montage sont préconisés :

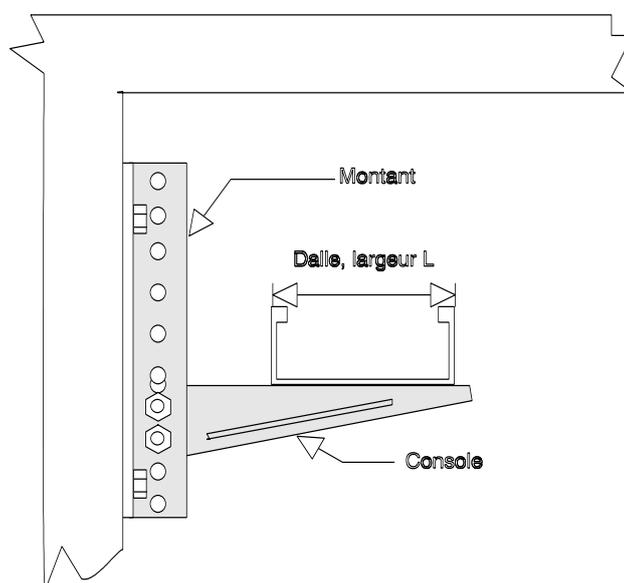
- en pendard simple ou double,
- en appui mural (console).

Les fixations par tiges filetées seront utilisées dans les cas extrêmes (distance entre la dalle et le point de fixation au plafond importante).

PENDARD SIMPLE



APPUI MURAL



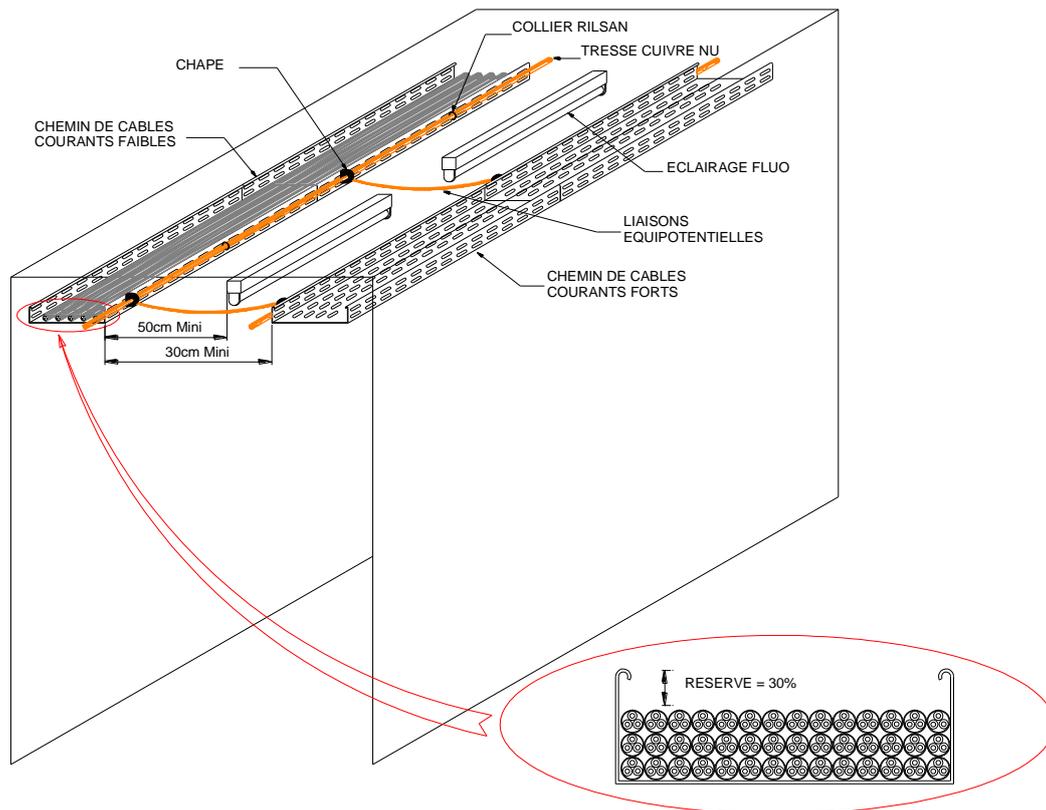
Contraintes d'environnement

Les chemins de câbles courants faibles seront séparés de **30 cm minimum** des chemins de câbles courants forts et de **50 cm minimum** des ballasts 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 :

- chemin de câbles capoté,
- Gaine de type « MSB » ou équivalent, aluminisé intérieur mis à la terre d'un seul côté, utilisé comme fourreau.

SCHEMA DE PRINCIPE



II.9.2. LES GOULOTTES ET PLINTHES

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

Elles auront les caractéristiques suivantes :

- ✚ Structure PVC,
- ✚ Largeur 160 mm minimum,
- ✚ Epaisseur 55 mm minimum,
- ✚ Trois compartiments et **trois couvercles**. La partie centrale sera vide de tout câble et réservée à l'appareillage,
- ✚ Conformité à la norme NFC 68-102,
- ✚ 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,
- ✚ 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.
- ✚ Structure aluminium obligatoire pour les goulottes de sol.

II.9.3. 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 ou équivalent dans les cas standards,
- ✚ De type MSB ou MRB ou équivalent 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.

II.9.4. LES PERCHES ET POTELETS

Ils seront utilisés dans des cas exceptionnel (postes de travail amovibles ou inaccessibles par la périphérie de la pièce).

Ces supports 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,
- ✚ Equipé d'un kit de mise à la terre,
- ✚ Réglables par vérins pour les perches.

Remarques :

- ✚ Les potelets pourront accueillir un maximum de 2 points d'accès,
- ✚ Les perches pourront accueillir 4 points d'accès maximum pour une double face et 8 points d'accès maximum pour une quadri face.

II.9.5. LES BOITIERS SAILLIE

Le boîtier saillie standard sera utilisé pour accueillir les points d'accès PARJ ou PATEC ou PATEL (points isolés).

II.9.6. REMARQUE GENERALE

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

II.10. LES MODES DE DISTRIBUTION

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, à l'opposé de la porte d'entrée, et les prises seront installées, dans une goulotte verticale toute hauteur et composée impérativement de trois compartiments. Cela permettra une plus grande adaptabilité pour la connectique des vidéoprojecteurs en constante évolution. Les prises seront positionnées à une hauteur comprise entre 0.30 m et 1,10 m environ,
- ✚ Dans les salles équipées de paillasse le point d'accès professeur sera intégré dans le mobilier. Il sera alors nécessaire de prévoir la pose d'un fourreau d'un diamètre supérieur à 30 mm entre la goulotte toute hauteur et la paillasse professeur,
- ✚ 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 exceptionnellement par des perches pour alimenter des postes de travail en partie centrale.

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 RJ45 à droite,
 - ✚ Les câbles courants forts et VDI doivent arriver de chaque côté (à gauche pour les courants forts et à droite pour les VDI),
 - ✚ Clips de sécurité de chaque côté de chaque bloc de prises courants forts et VDI.
- ✚ Position verticale
 - ✚ Appareillage dans le compartiment central,
 - ✚ Prises courants forts en bas,
 - ✚ Couvercle de 10 cm,
 - ✚ Prises RJ45 en haut,
 - ✚ Les câbles courants forts et VDI doivent arriver de chaque côté,
 - ✚ Clips de sécurité de chaque côté de chaque bloc de prises courants forts et VDI.

Très 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.

II.10.1 DISTRIBUTION DANS LES CIRCULATIONS

Le Maître d'œuvre, lors des projets de rénovation, devra impérativement positionner les cheminements dans des zones totalement accessibles afin de faciliter les opérations suivantes :

- + Passages de câbles futurs,
- + Travaux de maintenance,
- + Accessibilité des équipements installés dans les circulations (boîtes de dérivation, points d'accès, bornes WIFI, DECT etc.).

IMPORTANT

Les faux-plafond devront être démontables. Les passages dans des zones réalisées en « Staff » sont strictement interdits ainsi que dans les gaines techniques non démontables.

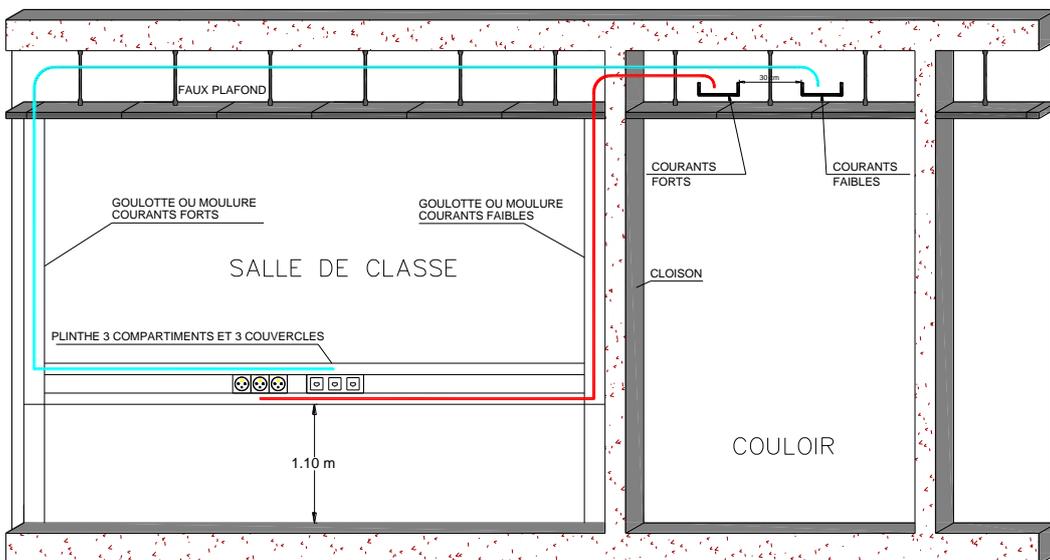
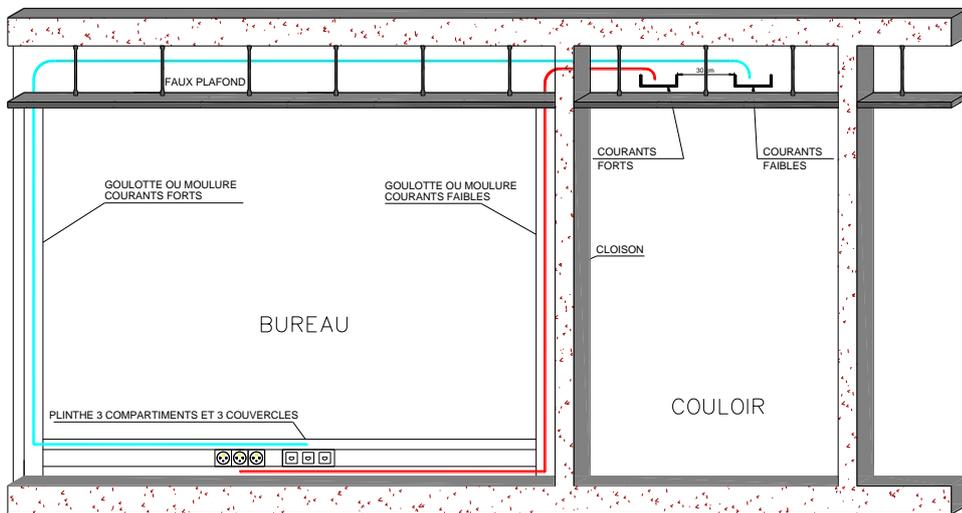
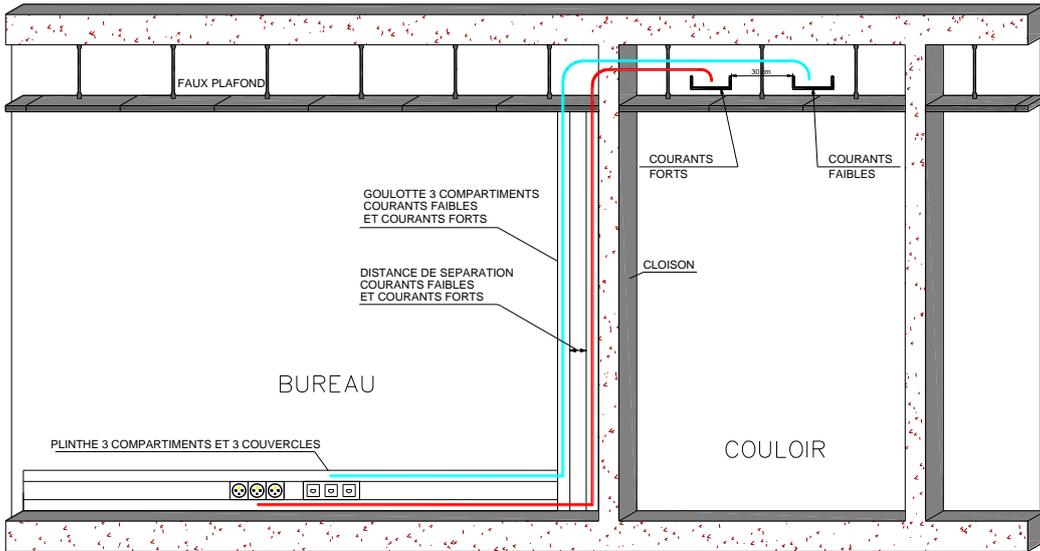
II.10.2 PASSAGE DANS LES BUREAUX

Les câbles doivent quitter le chemin de câbles dans la circulation pour alimenter les postes de travail dans les bureaux (mise en place d'un fourreau obligatoire). Une cloison sépare généralement les deux zones. Des percements seront réalisés dans celle-ci et des fourreaux seront installés pour permettre le passage des câbles actuels et futurs (un coefficient de sécurité de 30% devra être pris). Ces fourreaux seront réservés **exclusivement** aux câbles VDI. Les câbles courants forts emprunteront d'autres fourreaux en tenant compte des distances de séparation avec les courants faibles (cf. courbe paragraphe II.7.6.1).

Remarque : tout câble, seul ou en torons doit être accompagné d'un support (chemin de câbles, goulotte, tube, fourreau, ...).

II.10.3. DISTRIBUTION PAR GOULOTTE OU MOULURE

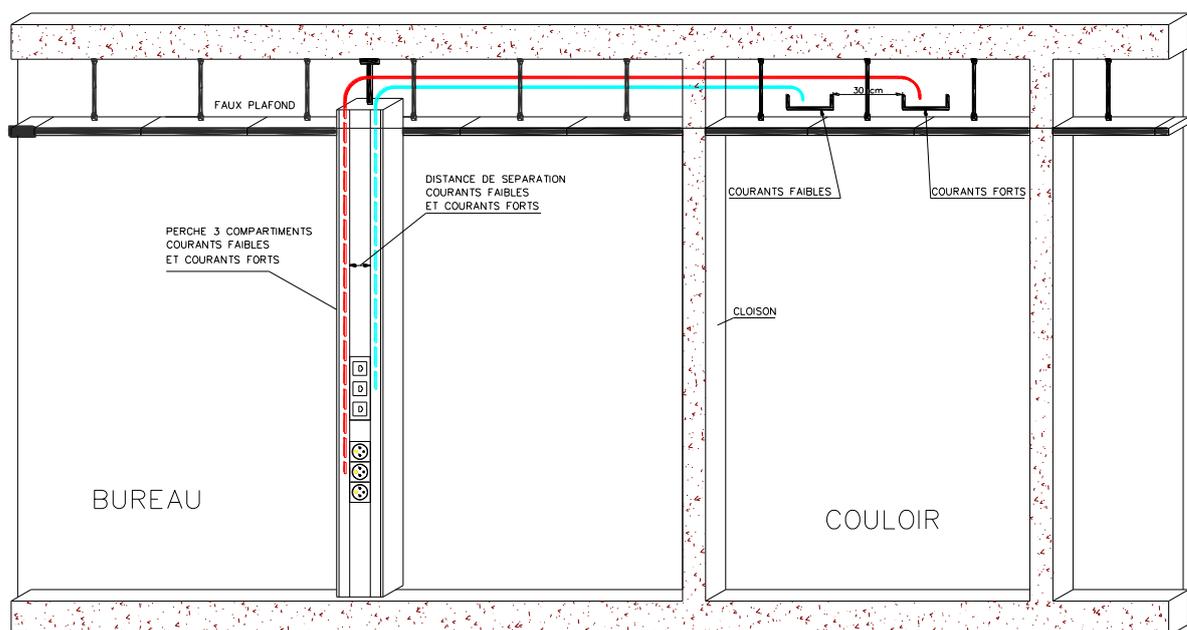
La différence entre une goulotte et une moulure est caractérisée par l'épaisseur de cette dernière. Avec la première, la capacité en nombre de câbles va être plus importante et le point d'accès pourra y être encastré. Le choix des deux types de composants devra être fait en fonction des besoins spécifiques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



II.10.4. DISTRIBUTION PAR PERCHE

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

Ces perches doivent être systématiquement mises à la terre.



II.10.5. DISTRIBUTION PAR LE SOL

Il y a trois possibilités :

- ✚ Soit la zone à 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.

II.11. PROCEDURE DE VALIDATION ET DE RECETTE

II.11.1. RECETTE PAIRE TORSADÉE

La procédure de recette doit apporter la preuve que les opérations de câblage ont été effectuées correctement et que les composants n'ont pas été endommagés. Les objectifs de performance sont définis dans les tableaux suivants.

TRES IMPORTANT :

La recette, réalisée par l'installateur, comportera des tests statiques et dynamiques sur la totalité (100%) de la réalisation (prises et rocades). Le testeur devra être calibré depuis moins d'une année. Le certificat sera fourni dès le démarrage des tests.

Tests statiques et dynamiques

Les mesures à effectuer ont pour but de vérifier que chaque paire torsadée, qui est l'élément de base du transport de l'information, est conforme au plan d'installation.

C'est-à-dire :

- ✚ Qu'elle est correctement reliée à chacune de ses extrémités,
- ✚ Que sa continuité n'a pas été interrompue,
- ✚ Que sa polarité a été respectée,
- ✚ Qu'aucun court-circuit n'a été provoqué entre ses deux conducteurs,
- ✚ Que son isolement par rapport aux autres paires et par rapport à la terre est correct,
- ✚ Que sa longueur n'est pas supérieure à la valeur autorisée,
- ✚ Que les deux fils qui la composent sont bien ceux d'une même paire (dépairage),
- ✚ Que son identification (repère géographique) sur le plan d'installation correspond bien à la réalité.
- ✚ Que les valeurs suivantes sont bien conformes aux résultats attendus :
 - ✚ Affaiblissement,
 - ✚ Paradiaphonie (NEXT),
 - ✚ Télédiaphonie (ELFEXT),
 - ✚ Ecart paradiaphonique (ACR),
 - ✚ Paradiaphonie cumulée (PSNEXT),
 - ✚ Télédiaphonie cumulée (PSELFEXT),
 - ✚ Ecart paradiaphonique cumulé (PSACR),
 - ✚ Taux de réflexion (RETURN LOSS),
 - ✚ Dispersion du temps de propagation (SKEW),

Ce contrôle dynamique a pour but de valider et de certifier l'installation par rapport à la norme ISO 11801 édition 2.2 de 2010.

Les tests permettront de vérifier la conformité des liaisons au regard de la classe **E_A** jusqu'à des fréquences de 500 MHz. L'appareil de mesure sera paramétré avec la dernière version de la norme correspondant à **la classe E_A**. Les mesures seront réalisées en mode **Permanent link** avec des têtes catégorie 6a.

L'enregistrement et l'affichage des courbes ainsi que la certification réseau jusqu'au 10 gigabits Ethernet sont obligatoires.

Très important : l'entreprise veillera à renseigner la NVP (vitesse de propagation) du câble installé qui figure sur sa fiche technique (à fournir avec le dossier de recette).

L'entreprise devra proposer au maître d'ouvrage pour validation, une méthodologie de test en indiquant le type de testeur retenu, sa configuration, la norme de référence, la bande passante utilisée, une fiche de tests.

Le dossier de recette devra contenir les mesures individuelles avec en tête le résumé des tests.

L'entreprise prendra soin de changer les cordons de test toutes **les 1000 mesures**.

L'appareil de mesure devra avoir été calibré suivant la périodicité recommandée par le fabricant (certificat de calibration à fournir).

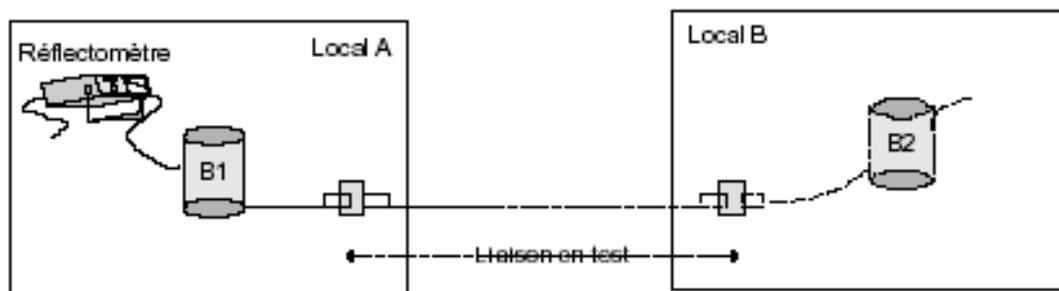
II.11.2. RECETTE FIBRE OPTIQUE

La procédure de recette consiste à effectuer une mesure par réflectométrie. Elles seront réalisées à **850 nm et 1 300 nm (multimode) et à 1 300 nm et 1 500 nm (monomode) dans les deux sens** sur chaque brin optique. Pour cela, l'entreprise utilisera **deux bobines amorce de 500 mètres pour la multimode et 1 000 mètres pour la monomode** de façon à mesurer les affaiblissements des deux connecteurs dans un sens puis dans l'autre.

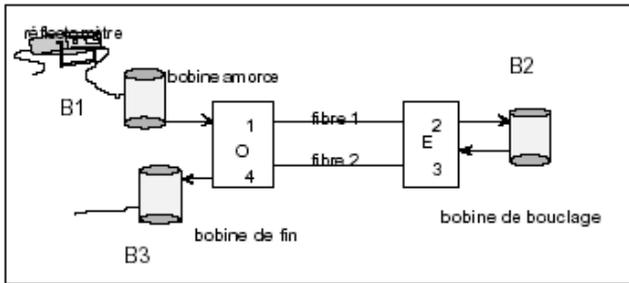
Comme pour les mesures cuivre, l'entreprise devra proposer au maître d'ouvrage une méthodologie de test. Les mesures pourront être réalisées soit brin par brin (avec deux bobines), soit par bouclage (trois bobines). L'entreprise veillera à configurer le réflectomètre avec l'indice de réfraction du câble qui figure sur sa fiche technique (à fournir avec le dossier de recette).

Le réflectomètre devra être calibré depuis moins d'une année. Le certificat sera fourni dès le démarrage des tests.

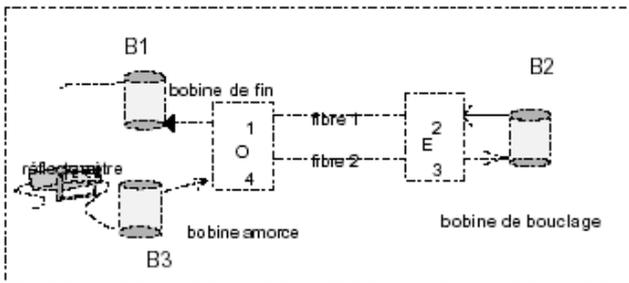
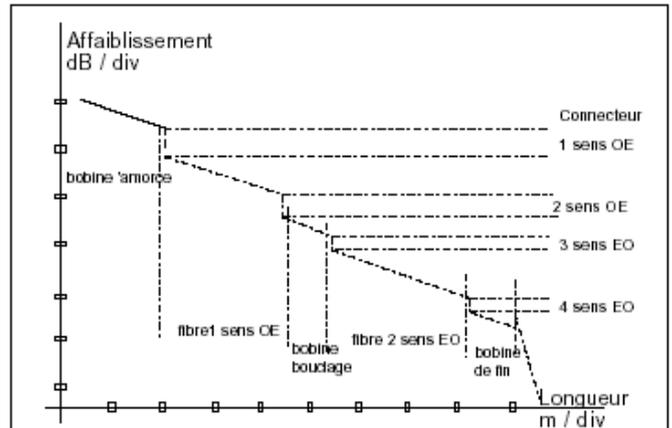
Mesure brin par brin



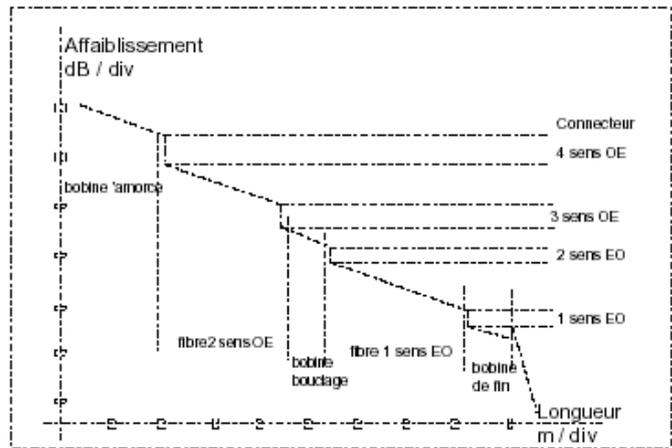
Mesure par bouclage



1ère Mesure



2ème Mesure



Les courbes de réflectométrie seront imprimées et fournies avec le dossier de recette. Elles mentionneront les échelles et les conditions de mesure. Sur chaque mesure devra apparaître, à minima, l'affaiblissement de chaque connecteur, de la fibre et le bilan global.

Un tableau récapitulatif, reprenant l'intégralité des champs figurant dans l'exemple ci-dessous (champs informatifs et champs de résultats de mesures) sera joint au dossier de recette.

Exemple :**DOCUMENT DE RECUEIL DES FIBRES OPTIQUES par REFLECTOMETRIE**Client :Date d'intervention :Installateur :Type de fibre :Nombre de brins du câble :Connectique d'extrémité :Réflectomètre utilisé :Référence du réflectomètre :Longueur d'onde utilisée pour les tests : 850 & 1300 nmIndice de réfraction utilisée à cette longueur d'onde : 1,4770 à 850nm
1,4112 à 1300nmLongueur de la liaison :Intitulé de la liaison :Local d'origine :Local d'extrémité :

	ξ en nm	Sens	RGI		Liaison	SRI		Bilan global
			Connecteur Extrémité LC		Bilan de la liaison	Connecteur Extrémité LC		Connecteurs+câble
			Aff. / db	Val. moy	Aff. / db	Aff. / db	Val. moy	Aff. / db
FO1	850	OE	0,27	0,34	0,20	0,70	0,50	1,05
		EO	0,40		0,23	0,30		
	1300	OE	0,25	0,36	0,31	0,24	0,26	0,87
		EO	0,46		0,19	0,28		
FO2	850	OE	0,23	0,40	0,11	0,24	0,22	0,72
		EO	0,57		0,09	0,19		
	1300	OE	0,19	0,41	0,11	0,55	0,39	0,91
		EO	0,62		0,12	0,22		

Important : la valeur d'affaiblissement de la connexion (moyenne arithmétique des affaiblissements d'un connecteur dans chaque sens) ne devra pas dépasser **0,5 dB** à 850 nm et à 1300 nm. La valeur individuelle de l'affaiblissement d'un connecteur dans un sens ne devra pas dépasser **0,5 dB**.

Les mesures seront réalisées à l'aide d'un réflectomètre possédant une dynamique suffisante pour mesurer de façon fiable la fibre et une résolution permettant de distinguer chaque événement et d'en mesurer avec précision les caractéristiques de réflexion et d'atténuation. L'appareil de mesure devra détecter automatiquement les événements. En aucun cas, les affaiblissements ne seront mesurés par positionnement manuel de curseurs.

Les courbes devront faire apparaître les affaiblissements de chaque connecteur et de la fibre

II.11.3. DOCUMENTATION A FOURNIR PAR L'ENTREPRISE

Le dossier technique du câblage VDI ou dossier des ouvrages exécutés (DOE), à fournir par l'entreprise, sera constitué des documents suivants :

- ✚ Le tableau récapitulatif des prises VDI par local (établi dès la phase APD) mis à jour suite à la réalisation des travaux (exemplaires informatiques au **format EXCEL**),
- ✚ Les plans des bâtiments avec l'implantation et l'identification des prises RJ45, des cheminements et des équipements installés (exemplaires informatiques aux formats **DWG** et **PDF**),
- ✚ Les plans des locaux de brassage avec l'implantation des baies et des différents matériels (exemplaires informatiques aux formats **DWG** et **PDF**),
- ✚ La documentation technique de tous les composants utilisés (exemplaires informatiques au format **PDF**),
- ✚ Un carnet de câbles classé par répartiteur avec l'identification (départ – arrivée) et la longueur des liaisons horizontales et verticales (exemplaires informatiques au **format EXCEL**),
- ✚ Les synoptiques VDI (exemplaires informatiques aux formats **Visio** et **PDF**),
- ✚ Le dossier de recette cuivre avec le résumé des tests et ensuite les feuilles individuelles de mesures (exemplaires informatiques au format **PDF**),
- ✚ Le dossier de recette optique avec le résumé des tests et ensuite les courbes de réflectométrie de chaque fibre brin dans les deux sens et sur les deux fenêtres (exemplaires informatiques au format **PDF**).

Ces documents devront être fournis au format électronique sur support CD/DVD.

L'ensemble de ce dossier des ouvrages exécutés (DOE), constitué des éléments décrits ci-dessus, est à remettre aux intervenants nommés ci-dessous :

- ✚ Région Ile De France en un exemplaire,
- ✚ Etablissement en un exemplaire,
- ✚ Mandataire éventuel en un exemplaire,
- ✚ Assistant technique en un exemplaire.

IMPORTANT

Les éléments du DOE devront être livrés à la fin de chaque phase et au moment de la réception des travaux.