



Référentiel infrastructure de communication des lycées de la Région Rhône-Alpes

VERSION 2.0

SOMMAIRE

1. PRESENTATION GENERALE.....	5
2. INTRODUCTION.....	6
3. REGLEMENTS ET NORMES APPLICABLES.....	6
4. ARCHITECTURE DE L'INFRASTRUCTURE VDI.....	9
4.1. L'ETOILE (DORSALE).....	9
4.1.1. Organisation de l'infrastructure optique.....	10
4.1.2. Organisation de l'infrastructure cuivre.....	11
4.2. LOCAUX TECHNIQUES	11
Exemple d'organisation d'un local technique principal.....	13
Exemple d'organisation d'un local technique secondaire	13
4.2.1. Repérage.....	13
4.3. L'ARBORESCENCE CAPILLAIRE	14
4.3.1. Définition des bornes :	14
5. COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE	17
5.1. ISOLEMENT DES CABLES COURANTS FAIBLES	17
5.2. REALISATION DES PLANS D'EQUIPOTENTIALITE	17
5.3. LES TRESSSES DE MASSES	19
5.4. LES BOUCLES D'INDUCTION (PHENOMENE CHAMP A BOUCLE)	19
6. CIRCUIT DE TERRE ET PROTECTION Foudre	20
6.1. LIAISONS A LA TERRE.....	20
6.2. SITE MULTI BATIMENTS.....	21
6.3. SCHEMA DE PRINCIPE DES RESEAUX DE TERRE.....	21
6.4. CHOIX DU SCHEMA DE LIAISON A LA TERRE DU NEUTRE	23
6.5. PROTECTION CONTRE LES SURTENSIONS D'ORIGINE ATMOSPHERIQUE	23
6.5.1. Parafoudres « liaisons inter bâtiments ».....	24
6.5.2. Parafoudres « liaisons intérieures ».....	24
7. CHEMINEMENTS.....	25
7.1. GENERALITES	25
7.1.1. Système de fixation	27
7.1.2. Contournement de zones délicates.....	27
7.1.3. Rebouchage et colmatage étanches.....	28

7.2.	LES CHEMINS DE CABLES	28
7.2.1.	<i>Caractéristiques techniques</i>	28
7.2.2.	<i>Règles de mise en œuvre</i>	28
7.2.3.	<i>Supports de chemins de câbles</i>	30
7.2.4.	<i>Repérage</i>	31
7.3.	LES CONDUITS ET FOURREAUX	31
7.3.1.	<i>Repérage</i>	32
7.4.	LES GOULOTTES OU PLINTHES	32
7.5.	LES PERCHES ET COLONNES	34
8.	COURANTS FORTS VDI.....	34
8.1.	PRINCIPE DE DISTRIBUTION DES COURANTS FORTS ASSOCIES VDI	34
8.2.	CABLES ET CONDUCTEURS	36
8.2.1.	<i>Caractéristiques des câbles :</i>	36
8.2.2.	<i>Dimensionnement du réseau Basse Tension VDI</i>	36
8.3.	CARACTERISTIQUES DES ARMOIRES OU COFFRETS ELECTRIQUES	37
8.3.1.	<i>Protection électrique des bornes</i>	38
8.3.2.	<i>Coupure/arrêt d'urgence</i>	40
8.4.	LES BOITES DE CONNEXIONS	40
8.5.	LES BORNES : LES PRISES COURANTS FORTS DEDIEES VDI	40
8.5.1.	<i>Caractéristiques des prises de courant</i>	41
8.6.	ALIMENTATION ELECTRIQUE DES REPARTITEURS VDI	43
8.7.	REPERAGE DES CABLES ET ARMOIRES BT VDI	43
9.	COURANTS FAIBLES VDI.....	44
9.1.	GENERALITES	44
9.2.	LES CABLES	44
9.2.1.	<i>Fibres optiques</i>	45
9.2.2.	<i>Rocades cuivre</i>	46
9.2.3.	<i>Distribution capillaire</i>	48
9.2.4.	<i>Les cordons de brassage informatique</i>	49
9.2.5.	<i>Les cordons de brassage téléphonique</i>	50
9.2.6.	<i>Les cordons de raccordement</i>	51
9.3.	LES REPARTITEURS	52
	<i>Schéma de principe de répartiteurs généraux équipés de 2 à 4 baies</i>	53
	<i>Schéma de principe de sous répartiteurs équipés de 1 à 4 baies</i>	56
9.4.	CARACTERISTIQUES ET ORGANISATION DES BAIES 19 POUCES	60
9.4.1.	<i>Les tiroirs optiques</i>	61
9.4.2.	<i>Les panneaux de rocade cuivre</i>	63
9.4.3.	<i>Les panneaux de distribution capillaire</i>	64
9.4.4.	<i>IPBX et reports opérateurs</i>	68

9.4.5.	<i>Les guides cordons</i>	71
9.4.6.	<i>Les panneaux occultants</i>	71
9.4.7.	<i>Le noyau terminal</i>	72
9.4.8.	<i>Le Plastron</i>	73
9.5.	ARRIVEES OPERATEURS	74
10.	VERIFICATIONS TECHNIQUES.....	74
10.1.	GENERALITES	74
10.2.	RECETTE CUIVRE	76
10.2.1.	<i>Tests statiques</i>	76
10.2.2.	<i>Tests dynamiques</i>	76
10.3.	RECETTE OPTIQUE.....	78
10.4.	RECETTE DES RESEAUX DE TERRE	80
11.	DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES : DOE	80
12.	GARANTIES	82
12.1.	GARANTIE CONSTRUCTEUR.....	82
13.	REPARTITION DES BORNES PAR LOCAL.....	83
13.1.	IMPLANTATION DES BORNES :	83
13.2.	TYPLOGIE DES LOCAUX DES LYCEES	85
13.3.	ENSEIGNEMENT SPECIFIQUE RESEAU ET TELECOM	91
14.	CLAUSE ENVIRONNEMENTALE.....	93
14.1.	POLITIQUE D'ENTREPRISE EN FAVEUR DU DEVELOPPEMENT	93
14.2.	PRODUCTION ET COMMERCIALISATION REpondant AUX CRITERES DE DEVELOPPEMENT DURABLE.....	94
14.2.1.	<i>Mode de fabrication des produits proposés</i>	94
14.2.2.	<i>Utilisation des produits de manière durable et respectueuse des utilisateurs</i>	95
14.3.	REPRISE DES MATERIELS ET RECYCLAGE SELON LES NORMES EN VIGUEUR	95

1. Présentation générale

Les Technologies de l'Information et de la Communication dans l'Education (TICE) occupent une place déterminante et désormais incontournable dans les pratiques éducatives.

Fonctionnant à travers des ressources mutualisées, locales ou distantes, les équipements informatiques, audiovisuels et multimédia nécessitent des infrastructures de communication normalisées et performantes

Dans cet objectif et exerçant sa compétence légale, la Région Rhône-Alpes a engagé depuis 1997 un programme pluriannuel de standardisation du câblage des lycées afin d'atteindre les performances nécessaires.

Le présent document regroupe l'ensemble des règles applicables aux infrastructures de communication des lycées de la Région Rhône-Alpes et s'appliquent à tous les niveaux d'un projet :

- Programmes,
- Études,
- Travaux.

Ce référentiel est une pièce contractuelle de tout marché de la Région Rhône-Alpes se rapportant aux infrastructures de communication. Elle doit à ce titre être citée parmi les documents de référence dans chacun de ses marchés.

Pour chaque opération, il appartiendra au maître d'œuvre de définir dans le CCTP les prescriptions d'adaptation au site.

2. Introduction

La réalisation d'une infrastructure VDI dans un établissement représente un investissement dont la pérennité doit être assurée par une garantie de performance.

Pour cela, elle doit être :

Banalisée : la nature du media (Voix, Données, Images, Energie) transporté ne conditionne pas les caractéristiques de l'infrastructure capillaire qui doit être capable de supporter les applications les plus complexes de sa typologie physique définies par sa catégorie (6A) et sa classe (EA).

Systématique : l'innervation capillaire des locaux en points d'accès utilisateur doit être fixée selon une règle unique qui doit anticiper sur les usages, les pratiques et les évolutions technologiques afin d'assurer une possible connectivité sans reprise de l'infrastructure.

Reconfigurable : une infrastructure de communication banalisée et systématique permet de supporter tous les terminaux de chacun des médias à chaque point d'accès utilisateur par brassage de son lien capillaire avec l'actif de réseau approprié.

Universelle : elle doit être capable de supporter toutes les applications actuelles et émergentes dont les protocoles de communications sont compatibles avec la catégorie et la classe de sa typologie physique.

Performante : elle doit permettre de supporter simultanément des applications utilisant une bande passante de 500 Mhz et un débit jusqu'au 10 Gigabit par seconde. L'ensemble du câblage sera au minimum de catégorie 6A assurant des liens de classe EA (selon ISO-IEC 11 801 2^e édition - Amendement 2). Il permettra l'intégration des protocoles actuels et futurs d'alimentation POE+.

3. Règlements et normes applicables

Les installations doivent être conformes :

- Aux normes AFNOR ;
- A la réglementation des établissements type ERP (établissements recevant du public) du 25 juin 1980, modifié par arrêté du 19 décembre 2001, de type R, et autres types annexés L, N, X ;
- A la norme NFC 15-100 de décembre 2002 mise à jour en juin 2005 et ses amendements ;

- Au guide pratique UTE C15-900 de mars 2006 ;
- Au guide pratique UTE C15-443 d'août 2004 ;
- Aux DTU, Documents Techniques Unifiés ;
- Aux normes ISO 11801 (2^{ème} édition – Amendement 2 - d'avril 2010);
- Aux normes EN 50173 et ses amendements
- Aux normes EN 50174 et ses amendements
- Au décret N°2006-1278 du 18 octobre 2006, relatif à la compatibilité électromagnétique des appareils électriques et électroniques ;
- Aux normes IEEE 802-3 at et CEI60512.9-3 (édition 2) et CEI60512.99.001 concernant le POE+ et la formation d'étincelles lors du débrogage d'une RJ 45 ;
- Aux règles de l'art ;
- Aux avis techniques du CSTB ;
- Au code du travail ;
- Au décret N°88-1056 du 14 novembre 1988 version consolidée au 22 Juin 2001 et circulaires relatives à la protection des travailleurs mettant en œuvre des courants électriques ;
- Aux prescriptions spécifiques indiquées dans le présent document ;
- Aux prescriptions et spécifications éditées par les divers constructeurs ;
- Au document de référence sur la protection foudre de la Région Rhône-Alpes.
- Au référentiel QEB de la Région Rhône-Alpes pour les opérations relevant d'une démarche QEB.

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 leurs recommandations particulières en termes de pose des câbles et de rayons de courbure seront impérativement respectées.

Les cheminements VDI seront conformes aux normes et guides ci-après :

- Normes d'installation NFC 15-100
 - Guide UTE C 15-103 choix des matériels électriques y compris canalisations en fonction des influences externes.
 - Guide UTE C 15-520 canalisations, modes de pose, connexions
 - Guide UTE C 15-900 Cohabitation entre réseaux de communication et d'énergie, installation des réseaux de communication.
 - Directive basse tension – décret N° 95-1081 version consolidée au 02 Octobre 2003 relative à la sécurité des personnes lors de l'emploi des matériels électriques
 - EN 50.174.2 Technologies de l'information – système générique de câblage – mise en œuvre d'installation et méthodes pratiques à l'intérieur du bâtiment
 - EN 61537 concernant la continuité électrique des chemins de câbles
- Normes et textes juridiques permettant d'établir les conditions autorisant le marquage CE rendu obligatoire :



- CEI Pr 61 537 > CENELEC Pr 61 537 chemins de câbles, échelle à câbles
- CEI 61084-1 goulottes et conduits profilés > CENELEC EN 50 085-1
- CEI 61084-2-1 montage sur les murs et plafonds > CENELEC EN 50 085-2-1
- Directive CEM 2004/108/CE

Nota : Toute nouvelle publication de normes, de règlements ainsi que d'amendements à ces derniers, entraînera son application.

Important : Tous les composants utilisés dans les infrastructures VDI devront être **normalisés et certifiés NF**. Les fiches techniques et les certificats d'agrément de laboratoire indépendant pour la normalisation des matériels, ainsi que ceux des constructeurs proposés pour la garantie produit et chaîne de liaison, seront demandés par la maîtrise d'ouvrage sur tous les projets.

4. Architecture de l'infrastructure VDI

Les normes internationales, européennes et françaises définissent d'une part les infrastructures de communication par une typologie de leurs caractères physiques, associés à des mesures précises qui garantissent les performances de transport d'informations à un niveau retenu selon les usages attendus, et d'autre part une architecture en étoile arborescente.

La Région souhaite apporter des spécificités à ses câblages permettant de garantir la pérennité de ses infrastructures et de ses équipements informatiques :

- Une architecture en étoile à 2 niveaux
- Un même plan d'équipotentialité sur tout le site (continuité des masses, maillage des terres)
- Une diminution des boucles d'induction (rapprochement physique des câbles données et énergie d'un même appareil)

4.1. L'étoile (dorsale)

Elle est la partie structurante de l'infrastructure de communication d'un bâtiment ou d'un site.

Elle nécessite des **locaux techniques dédiés** dont l'implantation est soumise à la fois aux contraintes techniques normalisées de la distribution capillaire arborescente et à la reconfiguration nécessaire liée à la diversité des usages.

Ces locaux techniques qui accueillent les répartiteurs sont fédérés par des liens dont la nature est adaptée au type d'information pouvant y circuler (notamment pour des raisons de coût de certains éléments d'activation), appelés rocares.

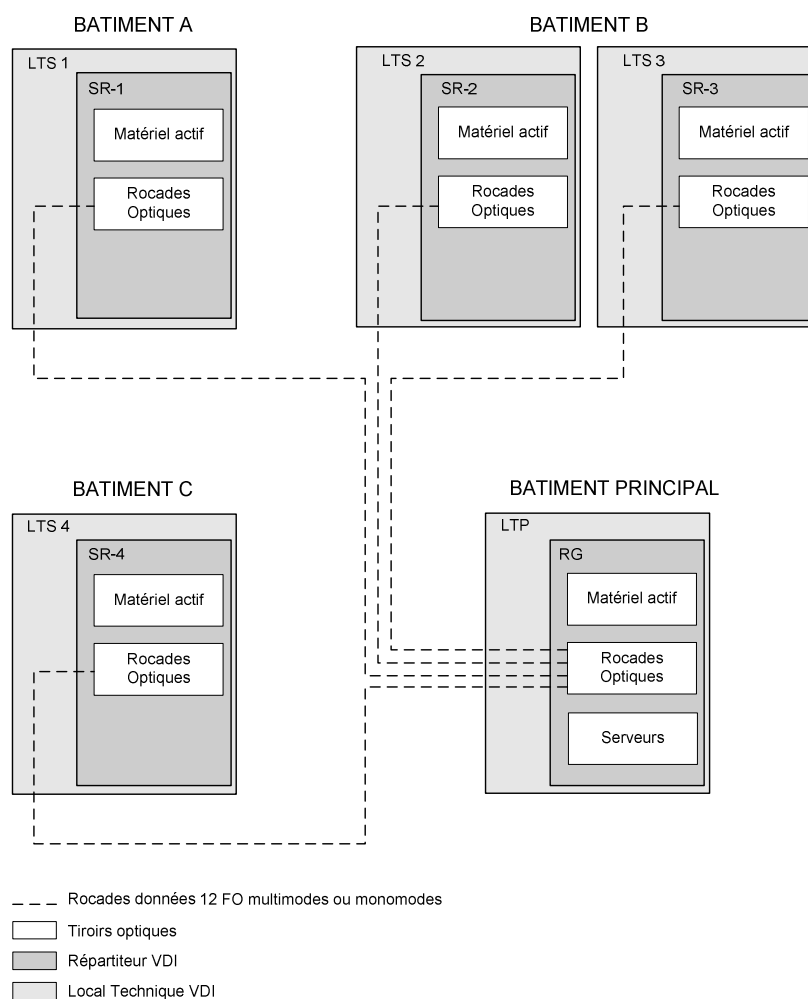
L'étoile est donc une dorsale constituée d'un Répartiteur Général (RG), situé dans le Local Technique Principal (LTP) relié directement à des Sous-Répartiteurs (SR), situés dans des Locaux Techniques Secondaires (LTS), par des rocares cuivre et optiques adaptées aux types d'information qu'elles doivent transporter.

De manière générale et dans le but de simplifier la gestion de l'infrastructure VDI, le nombre de répartiteurs sera limité à son minimum

L'emplacement du local technique principal sera déterminé de façon stratégique pour optimiser l'accessibilité aux ressources des utilisateurs personnels enseignants et élèves, personnels d'administration. Il est donc situé au centre du bâtiment ou du groupe de bâtiments.

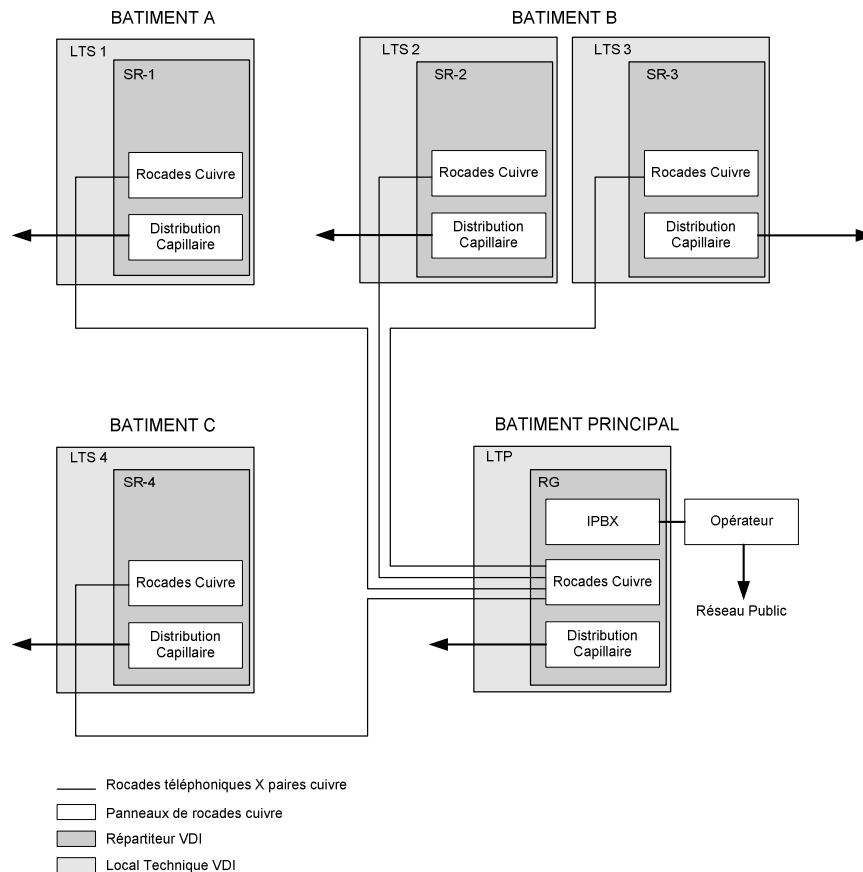
4.1.1. Organisation de l'infrastructure optique

L'infrastructure optique est constituée d'une étoile de fibres optiques concentrée au répartiteur général du local technique principal et allant vers les sous-répartiteurs de chaque local technique secondaire. Le paragraphe 9.2.1 détaille la composition des fibres optiques.



4.1.2. Organisation de l'infrastructure cuivre

Tous les sous répartiteurs situés dans les locaux techniques secondaires (LTS) sont reliés en étoile au répartiteur général situé dans le local technique principal (LTP) par des câbles de rocade cuivre. Le paragraphe 9.2.2 détaille la composition des rocades cuivres.



4.2. Locaux techniques

Ils doivent recevoir les répartiteurs VDI constitués de baies 19 pouces et tous les matériels nécessaires au bon fonctionnement des réseaux VDI.

Les recommandations sont les suivantes :

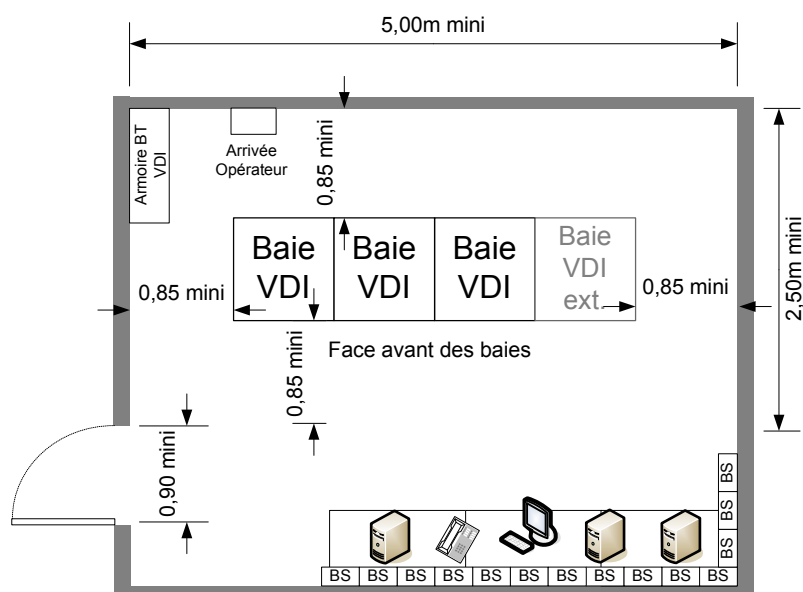
- Ces locaux devront être situés de préférence dans la partie centrale des bâtiments de façon à obtenir des longueurs moyennes de câbles les plus courtes possible et respecter la règle des 90m maximum d'un lien capillaire (Cf §9.2.3).

- Les locaux en sous-sol, dans les combles ou dans une zone inondable sont à proscrire.
- Ces locaux sont **exclusivement** réservés aux matériels VDI et matériels connexes. Ces locaux ne pourront servir de lieu de stockage.
- La superficie, en fonction du nombre de baies, sera de **8 à 10 m² minimum** pour un **LTS** et de **12 à 15 m² minimum** pour le **LTP**.
- Les locaux seront dimensionnés et proportionnés, en fonction du nombre de baies prévisibles, de manière à préserver un espace minimum de 85 cm autour des baies.
- Un LTP doit toujours être dimensionné pour accueillir une baie supplémentaire.
- **Les répartiteurs ne seront jamais installés dans des placards.**
- L'ensemble des baies 19 pouces devront être accessibles par l'arrière.
- Ils devront disposer d'une ventilation permanente et être conçus pour pouvoir être climatisés le cas échéant (fourreaux en attente pour le passage des réseaux, emplacement du climatiseur...). Le LTP sera systématiquement climatisé.
- Pour d'entretien des locaux, des prises raccordées sur le circuit général de service seront installée (Cf §8.6)
- Un local technique principal sera équipé d'au moins 14 BS.
- Un local technique secondaire sera équipé d'au moins 2 BS.
- Tous les matériels susceptibles d'apporter des perturbations électriques sont proscrits dans les locaux techniques. Le local technique ne doit pas être adossé à la machinerie d'ascenseur, au TGBT ou à tout autre local ou équipement pouvant provoquer des perturbations électromagnétiques.
- Des mesures de protection seront prises contre les fuites d'eau (les circuits d'alimentation et d'évacuation en eau seront détournés dans la mesure du possible...).
- Les portes d'accès au local auront une largeur minimum de 0,90 m.

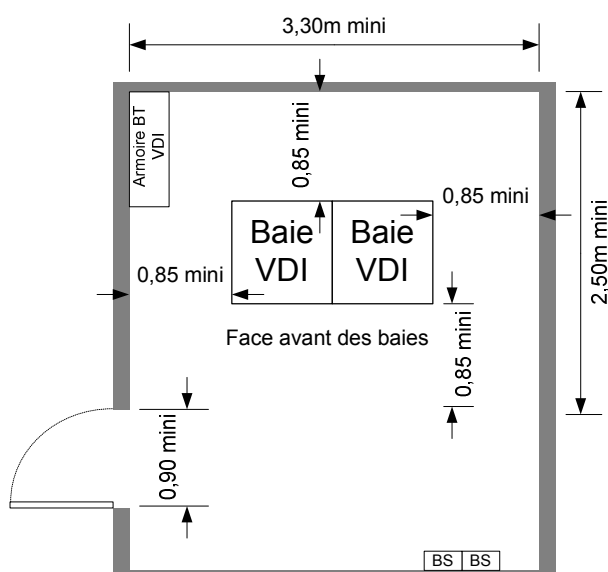
Important : le Local Technique Principal (LTP) de l'établissement doit être suffisamment dimensionné car il reçoit tous les équipements VDI principaux (serveurs, matériels actifs, routeurs, modems, IPBX, arrivées de l'opérateur Télécom, serveur vidéo,...). En outre, ces locaux doivent permettre d'installer un poste de travail informatique.

Remarque : Le Maître d'œuvre devra fournir les plans d'implantation cotés de chaque local technique.

Exemple d'organisation d'un local technique principal



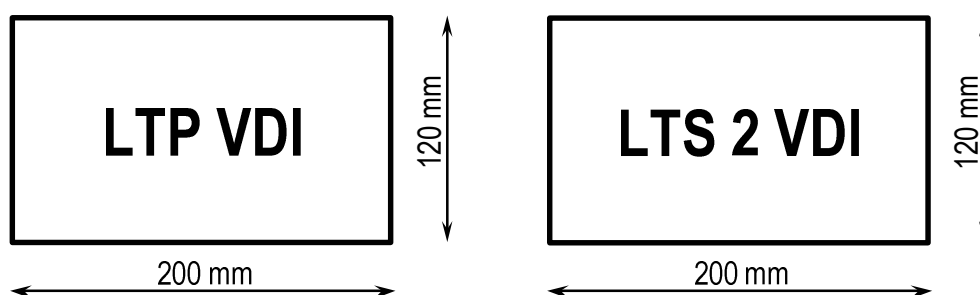
Exemple d'organisation d'un local technique secondaire



4.2.1. Repérage

Chaque local sera identifié par sa fonction (LTP, LTS), et pour les locaux techniques secondaires un numéro d'ordre. Une étiquette gravée conforme à la charte graphique de l'établissement sera installée sur la porte de chaque local technique.

Exemples :



Pour les infrastructures où la correspondance entre « bâtiment » et « zone d'influence » est parfaite, les locaux techniques pourront porter le nom du bâtiment (LTS A pour le bâtiment A, au lieu de LTS 1).

4.3. L'arborescence capillaire

C'est l'irrigation à partir de chaque local technique des points d'accès utilisateurs. L'arborescence capillaire ou capillarité de l'infrastructure de communication supporte de manière indifférenciée les différents media de communication au niveau le plus haut de la typologie physique retenue (catégorie 6_A, classe E_A).

La capillarité constitue la partie de l'architecture qui doit vivre en même temps que l'établissement et épouser ainsi les modifications d'usage.

Ces opérations complémentaires devront respecter la présente charte et les caractéristiques fondamentales de l'installation initiale.

4.3.1. Définition des bornes :

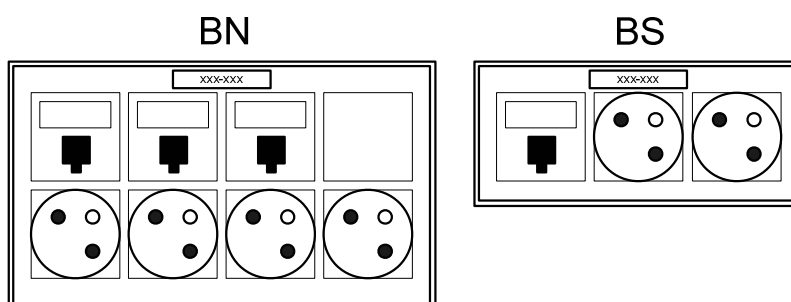
La capillarité de l'infrastructure de communication est constituée de liens physiques qui permettent aux utilisateurs d'accéder à l'ensemble du réseau local depuis un appareil terminal connecté à l'une des prises de n'importe quel point d'accès utilisateur appelée *borne*, différenciée selon l'usage (défini au §13). Ces bornes permettent également d'alimenter en énergie le matériel connecté à cette infrastructure.

Il existe plusieurs types de borne :

- La Borne Normale (**BN**) : Composée de **3 RJ45** et **4 prises électriques** 10/16A+T
- La Borne Normale Eclatée (**BNe**) : identique à la borne normale mais une RJ45 et une prise électrique sont installées au-dessus du tableau, tandis que les 2 RJ45 et les 3 prises électriques restantes sont installées à côté du tableau (comme une BN classique)
- La borne Simple (**BS**) : Composée d'**1 RJ45** et **2 prises électriques** 10/16A+T
- La borne Simple Individuelle (**BSi**) : Composée d'**1 RJ45** et **1 prise électrique** 10/16A+T
- La borne Simple Haute (**BSh**) : Identique à la Borne Simple mais placée à une hauteur de **2,50 m**
- La Borne Simple Particulière (**BSp**) : Composée de **1 RJ45 sans courant fort associé**.

Tableau récapitulatif de la composition des bornes :

Type de borne	Nbre de RJ45	Nbre de Prise BT
BN	3	4
BNe	2 + 1	3 + 1
BS	1	2
BSi	1	1
BSh (2,5m)	1	2
BSp	1	0



Ces liens capillaires normalisés sont constitués de câbles multi paires de cuivre, (Cf §9.2.3) raccordés d'un coté à des noyaux RJ45 (Cf §9.4.6) de panneaux de distribution, et de l'autre à des noyaux RJ45 de borne.

Important : Un noyau RJ45 de borne sera installé dans un plastron de format 45x45 (Cf §9.4.8).

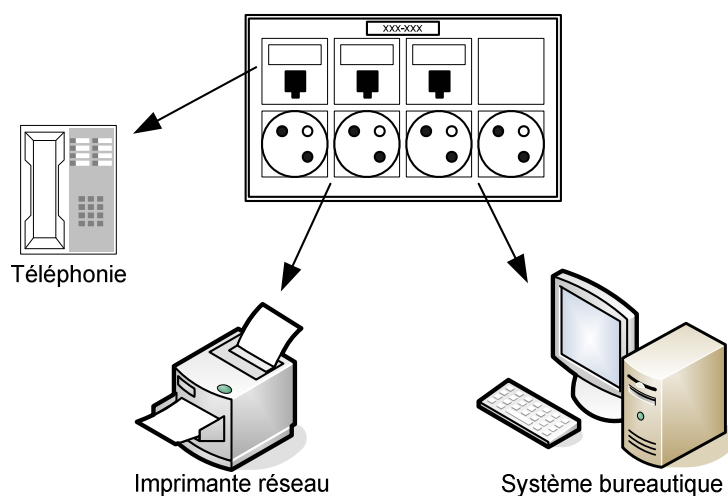
Leurs caractéristiques normalisées nécessitent des conditions de mise en œuvre rigoureuses, vérifiées après raccordement aux prises terminales d'extrémité par une série de mesures exhaustives pour chacun des liens appelée recette ou certification (Cf §10.2).

Repérage

Pour des raisons d'authentification et de repérage, les plastrons des bornes se verront reporter le numéro d'ordre et la lettre affectée au lien capillaire d'après son repérage dans le local technique (Cf §9.4.3) sur une étiquette autocollante disposée sur chaque plastron (Cf §9.4.8) à l'emplacement qui lui est réservé.

Pour les BSh et le boîtier haut des BNe, le repérage devra être lisible depuis le sol, et sans avoir à soulever de faux plafond ou à utiliser un marchepied.

Exemple d'utilisation d'une Borne Normale :



5. Compatibilité électromagnétique

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 (boucles de masse),
- des boucles d'induction.

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

5.1. 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, ne peut être atténuée que par un câblage rigoureux de toutes les terminaisons de câbles et par une mise à la masse efficace des drains et de tous les écrans des câbles (reprise à 360° des écrans Cf §9.4.7).

5.2. 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., Wifi et surtout les transitoires rapides du secteur appelés "parasites secteurs") 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 de l'infrastructure VDI contre les champs électromagnétiques à haute fréquence.

La multiplication des liaisons d'équipotentialité permet de diminuer la surface des boucles entre masse. En diminuant la superficie de ces boucles, l'intensité des courants parasites générés lorsqu'elles sont traversées par un flux d'ondes électromagnétiques (loi de LENZ) est réduite.

Les courants parasites dont on souhaite se prémunir sont des courants à haute fréquence. Ce type de courant se propageant dans les conducteurs par "effet de peau", l'efficacité du drainage de courant Haute Fréquence d'un conducteur dépend de sa surface.

Toutes les parties métalliques seront interconnectées et reliées à la terre par des liaisons équipotentiellles :

- éléments métalliques accessibles à la construction ;
- chemins de câbles courants forts et faibles ;
- tableaux électriques ;
- ossatures faux plafond et faux plancher
- canalisations métalliques (eau, vidange, gaz, chauffage, etc...) ;
- gaines de ventilation.

Des liens d'équipotentialité seront réalisés entre la masse des cheminements VDI (courants faibles et courants forts) et les autres masses de l'établissement. **Les chemins de câbles seront donc systématiquement interconnectés à l'aide d'une tresse plate définie au §5.3** lors du croisement du cheminement VDI avec ceux des autres courants forts et courants faibles. La connexion de ces tresses devra être réalisée par boulonnage.

La mise en place de cheminements VDI et des cheminements autres courants forts et autres 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.

De plus, en cas de discontinuité du cheminement VDI, notamment lors de **passages de cloison**, une tresse plate reliera les ailes des chemins de câble (Cf § 7.2.2).

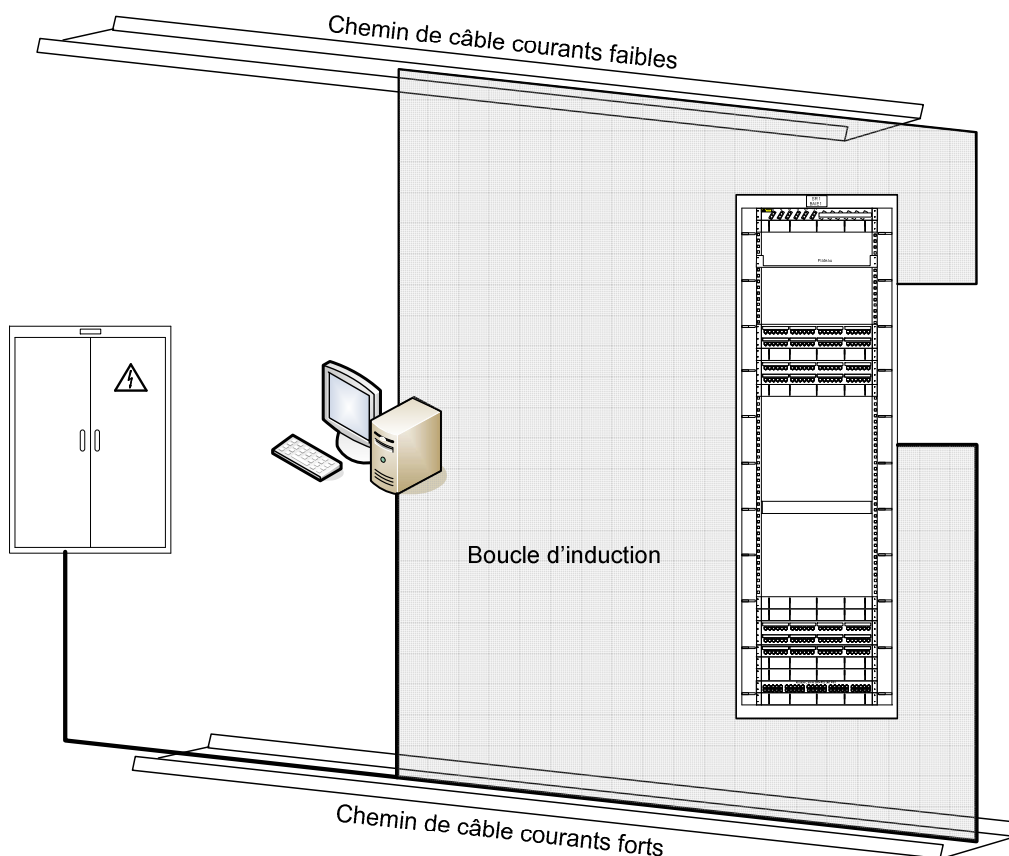
Les chemins de câbles VDI seront raccordés à la barrette de connexion des terres de chaque répartiteur à l'aide d'une tresse similaire ceci assurant ainsi l'équipotentialité des masses.

5.3. Les tresses de masses

La tresse de masse, assurant la continuité et l'interconnexion des parties métalliques de l'infrastructure sera d'au moins 25mm de large et 2mm d'épaisseur

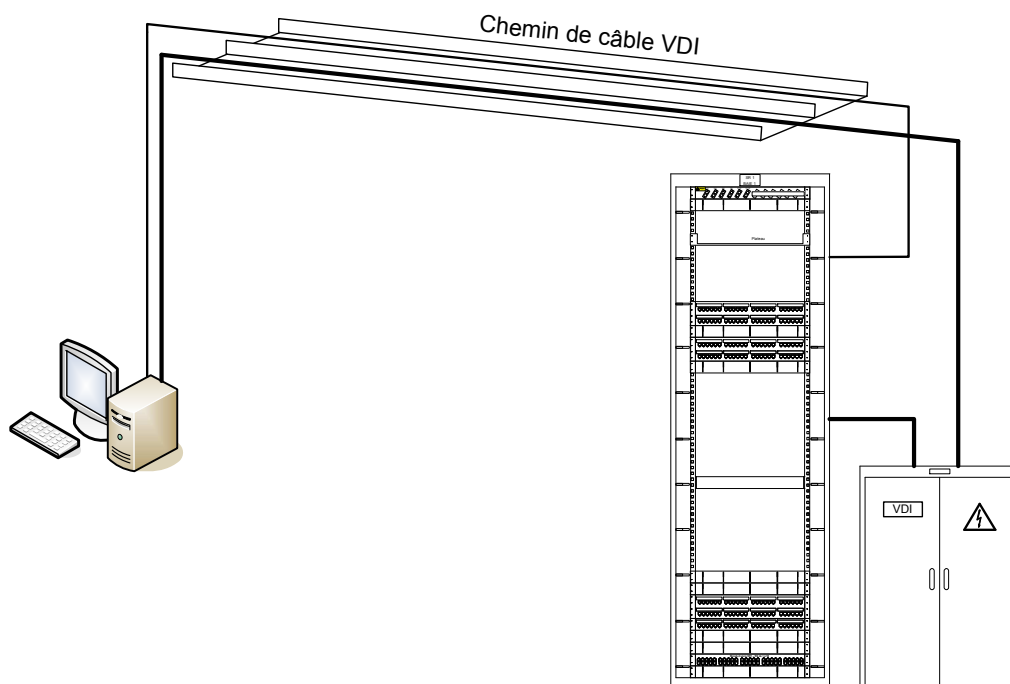
5.4. Les boucles d'induction (phénomène Champ à boucle)

Un impact de foudre à proximité d'une installation informatique, soumet l'installation à une grande variation du champ magnétique. Cette variation a pour effet de générer une tension entre le réseau courant fort et le réseau informatique. Une telle tension peut détériorer le matériel informatique se trouvant connecté à ces deux réseaux



Pour éviter ce phénomène, il convient de réduire la surface des boucles en faisant circuler à proximité les réseaux d'un même appareil.

C'est pourquoi les réseaux courants forts VDI et courants faibles VDI auront pour **origine le même local technique et chemineront dans le même chemin de câble cloisonné.**



6. Circuit de terre et protection foudre

6.1. Liaisons à la terre

Toutes les terres de tous les bâtiments doivent être fédérées. Toutes les prises de terre d'un même bâtiment doivent être raccordées entre elles. Ce raccordement doit s'effectuer le plus près possible de l'origine de la prise de terre.

Indépendamment de la valeur de la résistance de terre, ne jamais séparer les terres ou leur donner des cheminements séparés pour rejoindre une barrette de terre. Le principe de la terre téléphonique, de la terre informatique ou de la terre électronique doit impérativement être abandonné aussi bien pour le bon

fonctionnement des systèmes électroniques que pour la sécurité des personnes. Le câblage des masses en étoile (par exemple vert/jaune câblé directement à la plaque principale de terre) entraîne toujours des dysfonctionnements au lieu d'améliorer le fonctionnement des systèmes électroniques, car cela crée à la fois une boucle réceptrice du champ magnétique et une impédance commune.

Dans le cas de complément ou de modification d'installation, les mises à la terre sont réalisées à partir des circuits de terre existants du bâtiment. En outre l'entreprise doit s'assurer que le conducteur de protection sur lequel elle raccorde la terre de son installation ait bien toutes les continuités.

Dans le cas contraire des mesures sont à prendre afin de garantir une prise de terre correcte pour les utilisateurs.

6.2. Site multi bâtiments

Si plusieurs bâtiments sont reliés entre eux par des câbles électriques, il est indispensable d'interconnecter les liaisons de terre des bâtiments. Cette interconnexion s'effectue en arborescence ou par maillage. Le principe du maillage est plus sécurisant. Les liaisons inter bâtiments seront réalisées avec des conducteurs cuivre de 35 mm² minimum.

L'entreprise vérifiera que les terres entre les différents bâtiments soient bien interconnectées.

Dans la mesure où les interconnexions ne seraient pas effectuées, l'entreprise en avertira le maître d'ouvrage qui prendra ses dispositions pour remédier à cette anomalie.

6.3. Schéma de principe des réseaux de terre

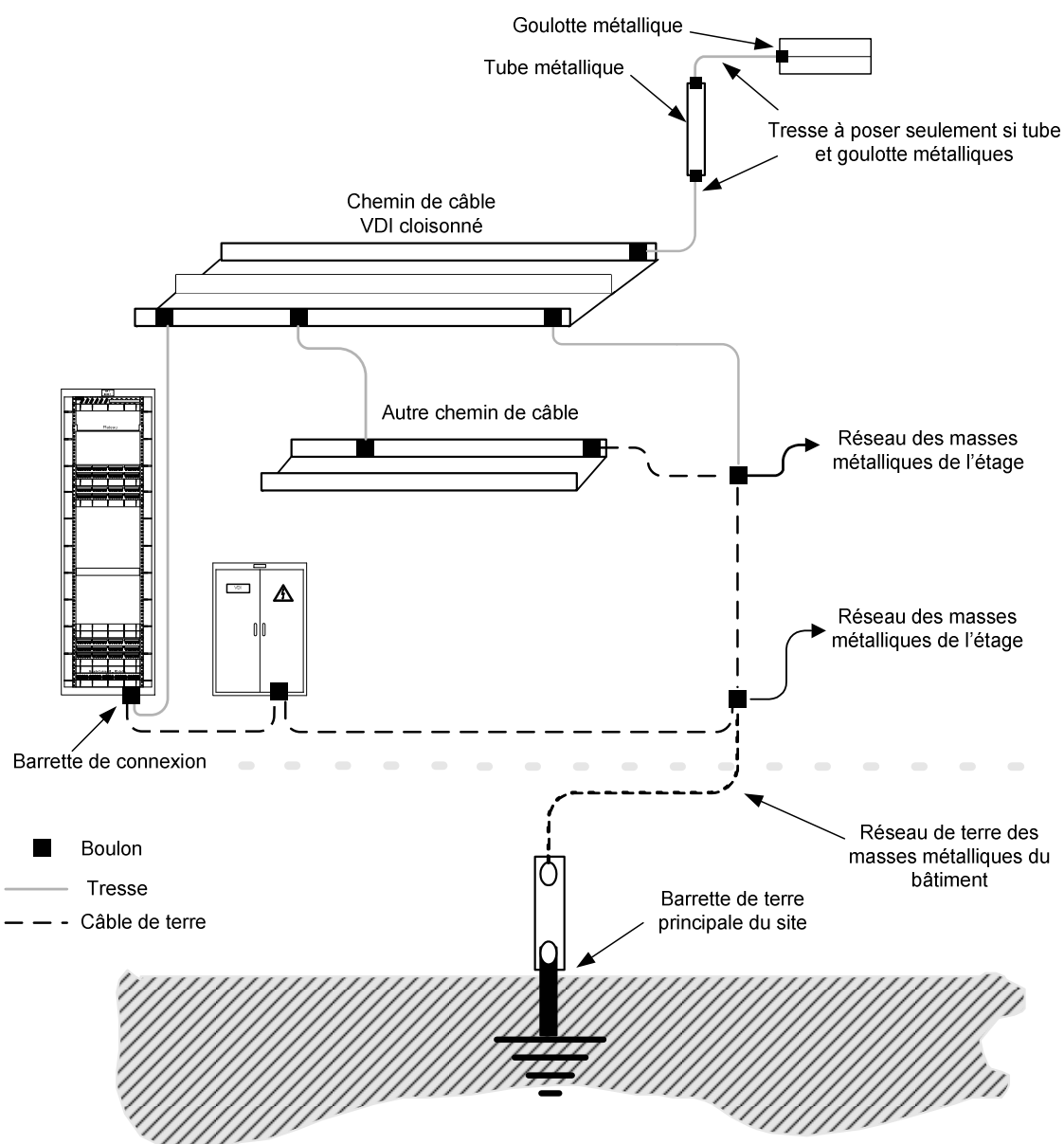
Les câbles de mise à la terre des masses métalliques devront être repérés par une étiquette indélébile à leur connexion au puits de terre.

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 (sertissage).

Les chemins de câbles VDI seront raccordés au plus court à la barrette de masse interne de chaque répartiteur (Cf §9.3) via une tresse de masse (Cf § 5.3).

La barrette de masse interne du répartiteur VDI sera raccordé à la borne de terre de l'armoire électrique VDI du local par un câble de terre vert/jaune. L'armoire électrique du local sera également connectée par un câble identique à la colonne de terre la plus proche.



6.4. Choix du schéma de liaison à la terre du neutre

Le schéma des liaisons à la terre (ou régime de neutre) caractérise le mode de raccordement à la terre du neutre du secondaire du transformateur HT/BT, et les moyens de mise à la terre des masses de l'installation. Le choix de ces liaisons conditionne les mesures de protections des personnes contre les contacts indirects.

Pour les schémas de liaison à la terre, on se référera au guide pratique UTE C 15 900.

Important : Le régime de neutre IT (neutre isolé ou impédant) sera proscrit.

6.5. Protection contre les surtensions d'origine atmosphérique

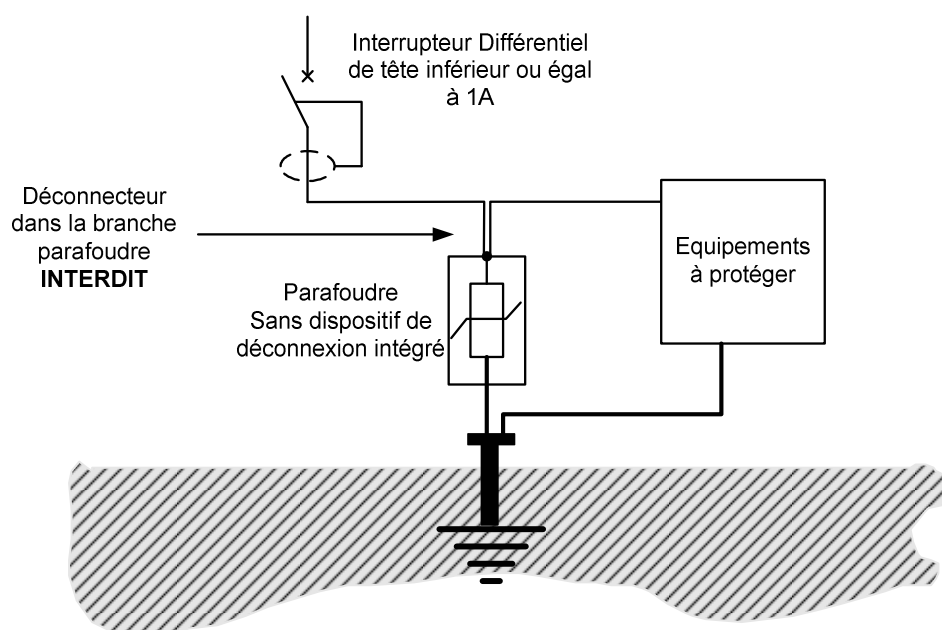
Toute installation sera conçue en corrélation avec le **document de référence sur la protection foudre de la Région Rhône-Alpes**.

L'utilisation de parafoudres est obligatoire lorsque l'installation est alimentée par une ligne aérienne à basse tension quelle que soit sa longueur dès que le niveau kéraunique de la région est supérieur à 25 ou que le bâtiment est équipé d'un paratonnerre. Elle est recommandée en présence de récepteurs sensibles, indépendamment du niveau kéraunique.

Il sera donc nécessaire de placer un parafoudre de type 1 en tête du TGBT et en tête du tableau divisionnaire de chaque bâtiment. Un parafoudre de type 2 sera mis en place en tête de chaque armoire électrique VDI (hors tableau de salle).

Le parafoudre en fin de vie peut créer des situations dangereuses. On utilisera des parafoudres débrochable à déconnexion automatique. L'utilisation de différentiels et de parafoudres doit être coordonnée pour éviter le déclenchement en cas de fonctionnement normal du parafoudre (écoulement d'un courant vers la terre susceptible de faire fonctionner le différentiel).

Ne jamais mettre de déconnexion externe dans la branche parafoudre, cette protection étant déjà présente en amont. Les parafoudres avec déconnecteur intégré sont proscrits



6.5.1. Parafoudres « liaisons inter bâtiments »

Toute ligne (courant fort ou courant faible) qui sort d'un bâtiment doit être protégée contre la foudre, soit par la mise en place de parafoudres soit par l'utilisation d'un câble blindé raccordé aux deux extrémités à la masse du bâtiment. Pour obtenir une bonne protection contre la foudre d'une liaison électrique inter bâtiment, il est nécessaire de protéger les deux extrémités (Cf Référentiel Foudre).

6.5.2. Parafoudres « liaisons intérieures »

Le champ magnétique de la foudre est une cause importante de détérioration des systèmes électroniques communicants. La surface de boucle entre le câble de données d'un système et son alimentation électrique en est l'origine.

Les surtensions d'origines atmosphériques et les modes de propagation de la foudre sont directs ou indirects. L'impact direct de la foudre sur un bâtiment implique un écoulement de fortes intensités par des éléments qui seront plus ou moins conducteurs. Les surtensions d'origines indirectes sont les plus nombreuses et non les moins agressives. Le choc de la foudre sur une ligne aérienne HT ou BT peut générer une surtension de plusieurs milliers de volts et d'ampères. Le rayonnement électromagnétique dû à l'impact du choc électrique

de la foudre, à proximité d'un réseau extérieur (électrique), provoque une surtension qui se propage via les installations intérieures des bâtiments. D'autre part, l'impact du choc électrique de la foudre sur le sol entraîne une élévation du potentiel du réseau de terre qui se propage dans les installations du bâtiment. Les surtensions par rayonnement électromagnétique et les remontées par le réseau de terre peuvent se superposer.

La protection de base contre ce phénomène consiste à utiliser des câbles blindés ou écrantés pour la transmission de données en raccordant son blindage ou son écran aux masses métalliques de chaque équipement. De plus, l'utilisation des chemins de câbles métalliques et la proximité des cheminements diminuent la surface de boucle et contribuent à l'amélioration de la protection contre les effets du champ magnétique de la foudre.

Cependant, pour certains systèmes tel que les autocommutateurs téléphoniques, il sera nécessaire de les équiper de parafoudres installés au plus près de l'appareil (Cf référentiel foudre).

Les parafoudres installés seront conformes à la norme NF EN61643-11. Ils seront équipés d'un voyant vert signalant que le parafoudre est en état de fonctionnement, et d'un voyant rouge signalant que son module est à remplacer.

7. Cheminements

7.1. Généralités

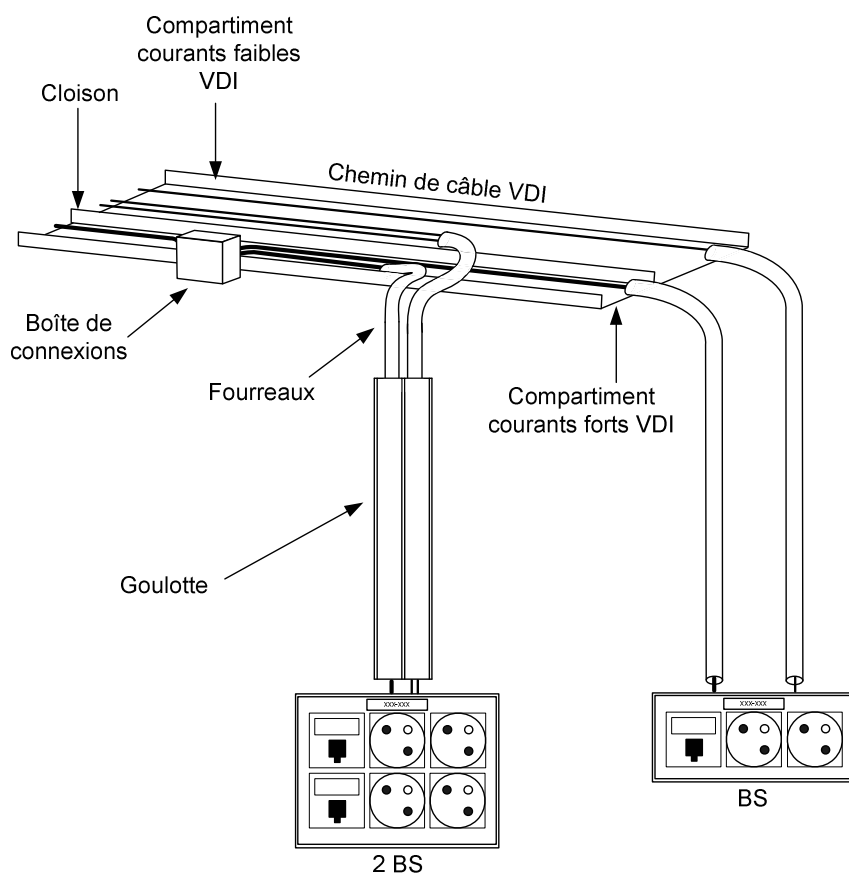
Qu'il s'agisse des câbles courants forts VDI ou des câbles courants faibles VDI, ceux-ci devront être protégés sur toute la chaîne de liaison. En effet, les câbles VDI circuleront dans des chemins de câbles dédiés, puis sous fourreaux, puis sous goulotte.

Sur une installation, au minimum 3 chemins de câbles seront présents :

- Chemin de câbles **VDI** cloisonné : Courants forts VDI et courants faibles VDI.
- Chemin de câbles **Autres courants faibles** cloisonné : Alarme intrusion, contrôle d'accès, GTB,... dans un compartiment, et le SSI dans un autre
- Chemin de câbles **Autres courants forts** : Electricité générale, éclairage,...

Seuls les câbles VDI (courants forts et courants faibles) circuleront dans les chemins de câbles VDI.

Les câbles courants forts VDI et courants faibles VDI circuleront en parallèle sur toute leur longueur de façon à réduire au maximum les surfaces de boucle d'induction (CEM) (Cf § 5.4).



7.1.1. Système de fixation

Le choix du système de fixation est déterminé selon les critères ci-après :

- Béton,
- Maçonnerie pleine,
- Matériaux légers béton cellulaire,
- Maçonnerie creuse,
- Parois minces plaques de plâtre,
- Entraxe faible,
- Faible épaisseur,
- Corrosion,
- Tenue au feu,
- Zone tendue, béton fissuré,
- Charge de traction.

Les fixations sont réalisées de préférence dans les matériaux les plus durs, par exemple : on préférera fixer dans une dalle en béton armé plutôt que de poser des consoles sur les parois d'une circulation réalisée en cloisons légères.

NB : les fixations par pistolet sont interdites.

7.1.2. Contournement de zones délicates

Afin d'éviter des dégradations dans les zones délicates à équiper (décoration, accès, etc.), les cheminements seront passés directement à proximité, sur des supports mitoyens, dans les volumes voisins moins nobles ou plus accessibles.

Pour les autres zones, les cheminements seront passés dans le volume desservi.

7.1.3. Rebouchage et colmatage étanches

Dans le cas de cloison coupe-feu, servant à l'étanchéité ou à l'isolation phonique, les traversées et percements seront rebouchés afin de restituer l'esthétique et les caractéristiques techniques initiales des lieux.

Les solutions de calfeutrement devront permettre des déposes et poses aisées.

Les matériaux utilisés pour restituer le degré coupe-feu devra faire l'objet d'un PV d'agrément correspondant. Ce produit devra aussi être soumis à l'agrément de l'organisme de contrôle en charge de la vérification des installations.

7.2. Les chemins de câbles

7.2.1. Caractéristiques techniques

Pour la distribution principale VDI, il sera fait usage de chemins de câbles dalles pleines, planes, ajourées, électro-zinguées, à bords roulés EN61537. Pour assurer une continuité parfaite des chemins de câbles, la connexion des modules de chemin de câbles se fera par l'intermédiaire d'un système prévu par le constructeur garantissant l'équipotentialité et l'écoulement des courants hautes fréquences conformément au guide UTE C15-900 (chemin de câble avec éclisses soudées de préférence).

NB : L'usage de chemins de câbles en treillis soudé est strictement interdit.

7.2.2. Règles de mise en œuvre

Les chemins de câbles sont mis en œuvre en respectant les tableaux de charge fournis par le constructeur, plus 30% de réserve.

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

Dans les circulations sans faux plafond, l'installation de chemin de câble sera **soumise à l'accord du maître d'ouvrage**.

Pour la distribution des salles, si plus de 3 câbles Courants faibles VDI cheminent en parallèle sur une distance supérieure à 1,5 mètre, alors les cheminements se feront par l'intermédiaire d'un chemin de câbles VDI.

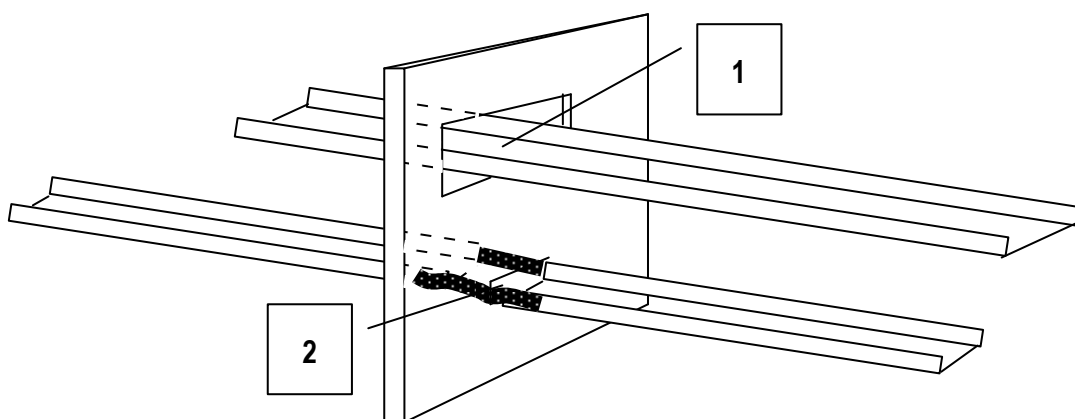
Seul des **éléments préformés** seront utilisés pour réaliser les changements de direction et les bifurcations. Toute découpe des chemins de câbles devra être réalisée soigneusement en assurant **la continuité des ailes** du cheminement à l'aide d'éclisses boulonnées, tout bord blessant **devra être protégé** par un bourrelet en caoutchouc.

Pour les passages soumis à des éventuelles perturbations électromagnétiques, ou accessible par du public, notamment les descentes verticales, un capotage du chemin de câbles sera alors réalisé.

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

Les traversées de parois ou de planchers **garantiront la continuité de masse du chemin de câbles** :

- 1 - Soit, le chemin de câbles est ininterrompu et traverse de part en part la paroi (solution préconisée).
- 2 - Soit les extrémités des ailes des chemins de câbles seront raccordées de part et d'autre de la paroi par une tresse de masse (Cf § 5.3).



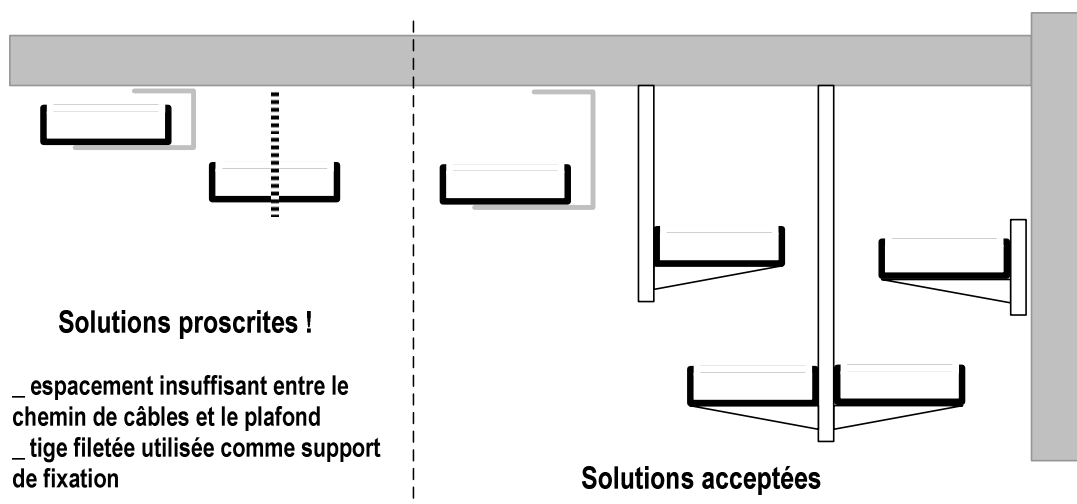
Les colliers utilisés pour le groupement des câbles en torons pour faciliter la pose sur les chemins de câbles ne devront en aucun cas être serrés à la pince (le rétrécissement des isolants modifie l'impédance des câbles, ce qui favorise la diaphonie).

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'aile de la dalle métallique.

7.2.3. Supports de chemins de câbles

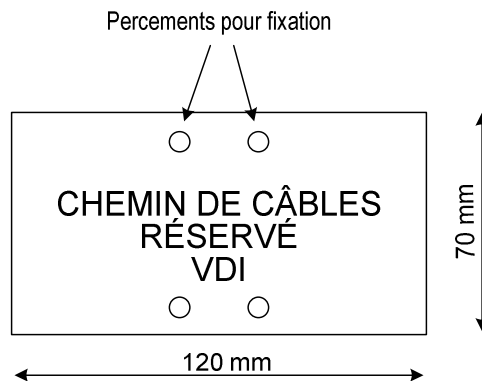
La fixation des chemins de câbles se fait à l'aide d'éléments préfabriqués du type consoles ou suspensions. Les éléments supports sont fixés aux structures par chevilles adaptées à la nature de la paroi ou du plafond.

Les supports des chemins de câbles faciliteront la mise en place des câbles soit par support rigide central jusqu'à 100 mm, soit par consoles fixées sur support vertical rigide (conformément au schéma ci-dessous).



7.2.4. Repérage

Les chemins de câbles seront repérés tous les 5 mètres et à chaque changement de direction par une étiquette gravée du modèle suivant :



7.3. Les conduits et fourreaux

Lors de traversées de cloison ou de cheminement hors chemin de câble, des fourreaux seront installés et fixés pour permettre le passage des câbles actuels et futurs (une réserve de 30% devra être impérativement prévue). Ces fourreaux seront réservés **exclusivement** aux câbles VDI. Les câbles courants forts VDI chemineront dans un fourreau accolé parallèle au fourreau courants faibles VDI de façon à réduire les surfaces de boucles de masse.

Les conduits et fourreaux sont choisis et mis en œuvre conformément à la réglementation.

Les fourreaux sont utilisés dans le cas de liaisons sur un parcours commun regroupant un nombre de câbles courants faibles VDI inférieur ou égal à trois. Au-delà, l'utilisation d'un chemin de câble VDI cloisonné sera nécessaire.

L'utilisation de fourreaux est faite systématiquement pour chaque traversée de parois ou de planchers.

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 garantira le cheminement parallèle des câbles.

Remarque : tout câble VDI (courant fort ou courant faible), seul ou en torons doit être accompagné d'un support (chemin de câbles, goulotte, tube fixé à la dalle, ...).

Le taux d'occupation maximum des fourreaux et conduits sera conforme à la norme NFC15-100.

7.3.1. Repérage

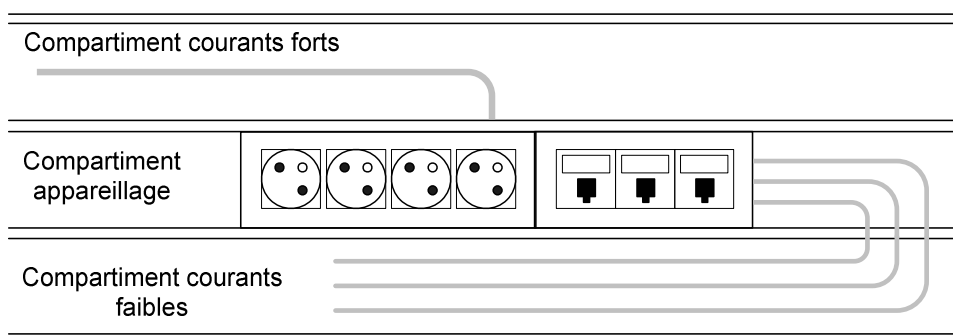
Les conduits et fourreaux inter bâtiment seront repérés aux extrémités par une étiquette gravée du modèle suivant :



7.4. Les goulottes ou plinthes

La desserte des salles se fera en priorité par goulotte ou plinthe qui a pour avantage de laisser la possibilité d'extension du câblage.

Dans la majorité des cas, les goulottes comporteront **trois compartiments** (un pour les courants forts VDI, un pour le courant faible VDI et un central pour l'appareillage en modules 45x45) et trois couvercles.



Lorsque la goulotte est utilisée pour réaliser une descente ne desservant qu'une unique borne, elle pourra ne comporter que deux compartiments. Dans ce cas, l'appareillage se fera dans le compartiment dédié respectivement ou sera installé sur un boîtier 6 ou 8 positions.

Pour les locaux équipés d'un nombre important de bornes, une distribution par ceinturage de la pièce, est particulièrement appropriée.

En raison des environnements parfois agressifs dans lequel seront installées les goulottes (ateliers, labo de chimie,...) et un usage en milieu scolaire, toutes les goulottes (profilés) mises en œuvres assureront un degré de résistance aux chocs **IK08 minimum** suivant la réglementation EN 50085-2-1. L'indice IK du système (profilé + appareillage) sera au **minimum IK07**.

Le couvercle des goulottes nécessitera l'emploi d'un outil pour être retiré et la goulotte sera de degré de protection IP4X. Afin de garantir ce degré de protection, il convient de se reporter à la notice du fabricant. En effet certaines goulottes nécessiteront de prévoir **l'ajout de modules ou clips** aux jonctions de goulottes ainsi que sur l'appareillage pour assurer le degré de protection demandé.

Tous les angles intérieurs, extérieurs, plats, les tés et les embouts de fermeture sont réalisés avec les accessoires et pièces de formes prévus dans les gammes du constructeur. De plus, afin de garantir une tenue optimale, les enjoliveurs et plastrons permettant de recevoir l'appareillage au format 45x45 seront de même gamme et même constructeur que ceux de la goulotte.

Les sections sont définies en fonction du remplissage plus 30% de réserve (hors compartiment central).

Pour les goulottes ou les plinthes, les fixations sont réalisées par vis et chevilles appropriées au support, tous les 50 cm maximum et selon les prescriptions du constructeur. Les fixations en quinconce sont à éviter.

Lors de pose en allège, les goulottes seront installées 5 cm au-dessus des tables de travail ou des paillasses de manière à être accessible.

7.5. Les perches et colonnes

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

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

Elles seront exclusivement réservées au cheminement VDI et auront les caractéristiques suivantes :

- structure en aluminium,
- compartimentées pour la séparation des câbles courants faibles VDI et courants forts VDI,
- bonne tenue mécanique garantie dans le temps,
- mise à la masse.

Les perches seront installées de manière à ne pas gêner la vision des élèves.

8. Courants forts VDI

8.1. Principe de distribution des courants forts associés VDI

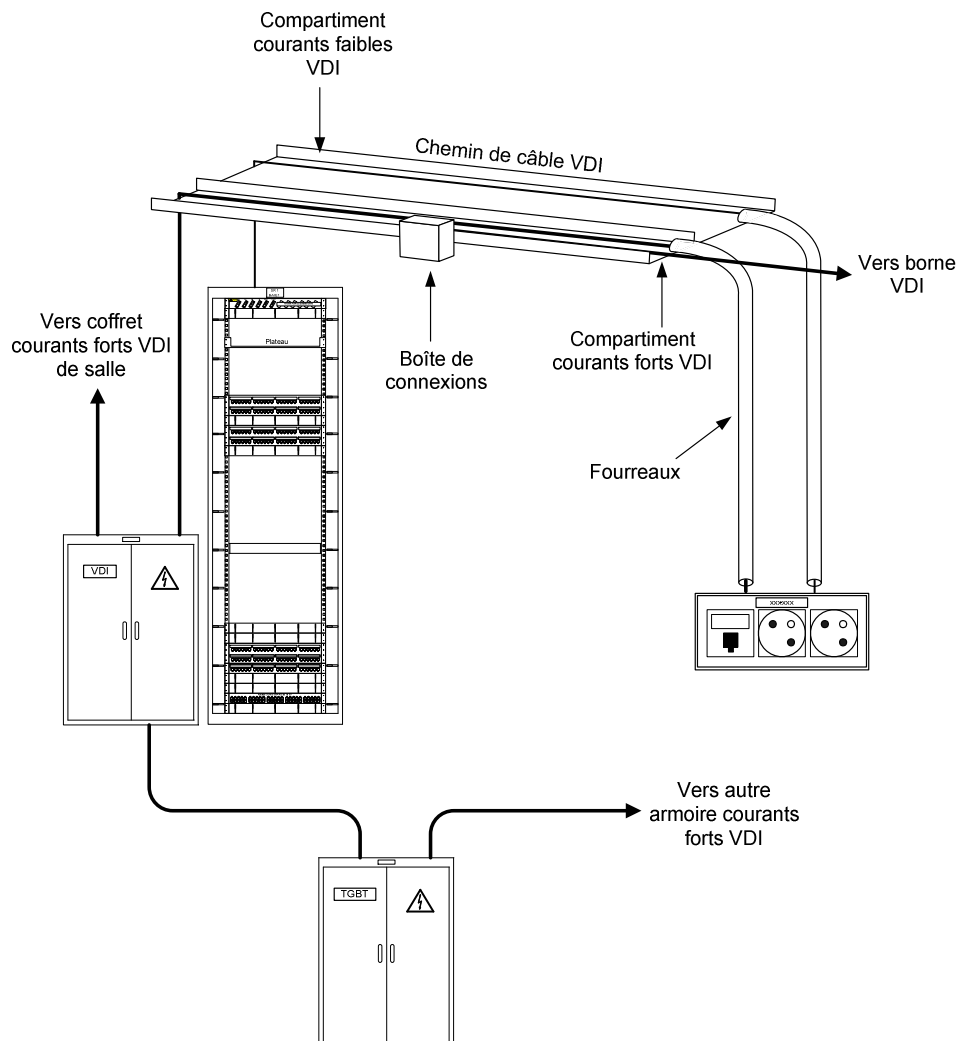
Pour prendre en compte le critère d'immunité électromagnétique et réduire les surfaces de boucle d'induction, le principe de distribution retenu est de rapprocher les câbles (courants forts VDI et faibles VDI) d'un appareil raccordé à l'infrastructure de câblage informatique. Pour ce faire on utilisera le même chemin de câbles avec cloison de séparation.

D'autre part, l'alimentation des armoires électriques VDI auront pour origine le Tableau Général Basse Tension du site (TGBT). Pour les locaux VDI situés dans des bâtiments différents (physiquement séparés) de celui du TGBT, les armoires électriques VDI pourront être alimentées depuis **l'armoire principale du bâtiment**.

L'alimentation électrique d'une borne aura pour origine le même local VDI que celui où se trouve la baie informatique qui dessert la borne. Les armoires électriques VDI seront dédiées à ce réseau et seront installées dans les locaux VDI.

Toutes les salles spécifiques regroupant 20 BS ou plus, peuvent être équipées de leur propre coffret de protection électrique courant fort VDI (Cf §8.3).

Schéma de principe de la distribution VDI :



8.2. Câbles et conducteurs

8.2.1. Caractéristiques des câbles :

Les câbles basse tension seront au minimum classés C2 au sens de la norme NF C 32-070-2.1.

Ce type de câble sera utilisé pour la desserte des bornes et l'alimentation des armoires électriques VDI depuis le TGBT et/ou du bâtiment (Cf § 8.1)

- Câble basse tension industriel ;
- Âme cuivre ou aluminium ;
- Isolant PR (Polyéthylène réticulé) ;
- Gaine de bourrage facultative ;
- Tension nominale 1000 V ;
- Température maximale de l'âme 90°C en permanence et 250°C en court-circuit ;
- Rayon de courbure, 6 fois le diamètre extérieur ;
- Intensités : Valeurs suivant NF C 15-100

Important : Les canalisations préfabriquées (de type Canalis ou Normabarre) ne seront pas réemployées pour la desserte des bornes VDI

8.2.2. Dimensionnement du réseau Basse Tension VDI

Les câbles d'alimentation courants forts VDI auront une section minimale de 2,5mm².

Aucune distribution de postes de travail n'est assurée en tétrapolaire, tous les circuits d'alimentation des postes de travail sont réalisés en bipolaire.

Le calcul de la puissance de la distribution courants forts VDI prendront en compte les paramètres suivants :

- Le régime du neutre (**IT proscrit**) ;
- La température : **30° C** ;
- Le facteur d'utilisation : **1** ;

- Le coefficient de simultanéité (foisonnement) : **0,9 pour les coffrets de salle, et 0,6 pour les armoires VDI** ;
- La chute de tension admissible maximum, **Δu de 1 %**, entre la prise et le tableau électrique;
- La nature des câbles;
- Le facteur de correction pour groupement de plusieurs circuits : **0,7** ;
- L'intensité de court-circuit, I_{cc} au niveau considéré (amont ou aval).

8.3. Caractéristiques des armoires ou coffrets électriques

Les armoires ou coffrets électriques de distribution courants forts VDI sont de conception robuste IP 41 et Ik 07 minimum selon la norme EN 50085-1 et EN 50085-2-1, (*protection contre les corps solides supérieurs à 1mm « IP4X », protection contre les corps liquides > chutes verticales de gouttes d'eau « IPX1 » et protection contre les chocs mécaniques moyens Ik 07(2 joules)*).

Les modifications des armoires existantes (adjonction de protection) ou la création d'armoires de protection des postes de travail doivent intégrer les caractéristiques suivantes :

- colonne à câble sur une des faces latérales de l'armoire
- câblage sur bornier : pas de câblage direct en aval des disjoncteurs
- circulation du câblage en goulotte plastique,
- extrémité des conducteurs souples sertie, terminée par manchons,
- respect des couleurs normalisées des conducteurs : bleu pour le neutre, vert / jaune pour le conducteur de protection, rouge, brun, noir pour les phases,
- indice de service IS211 au regard de la norme CEI 61439-1 et 2
- les organes de coupure et de protection (disjoncteurs) devront posséder un pouvoir de coupure au moins égal à l'intensité de court-circuit pouvant exister dans les armoires ou coffrets.
- le tableau sera équipé d'une porte fermant à clé, le barillet sera uniformisé avec les autres armoires électriques du site
- une prise BT sera installée sur une des faces latérales du tableau
- les schémas seront placés dans une pochette plastique à l'intérieur d'un porte plan fixé sur la porte de l'armoire ou à proximité immédiate,

Concernant plus particulièrement les coffrets de salles, ces derniers devront respectés strictement l'arrêté du 11 décembre 2009.

Ils auront également les caractéristiques suivantes :

- une enveloppe métallique
- une enveloppe ayant satisfait à l'essai au fil incandescent défini dans la norme NF EN 60695-2-11 (décembre 2011), la température du fil incandescent étant de 750° C, si chaque appareillage satisfait à la même condition
- les poignées de manœuvre de l'appareillage positionné à au moins 2,50 m du sol. Sinon, le tableau doit être équipé d'une porte fermant à clé (barillet uniformisé avec les autres armoires électriques du site) ou d'un capot démontable à l'aide d'une clé ou d'un outil.

8.3.1. Protection électrique des bornes

Afin de respecter les prérogatives de la norme NFC 15-100 sur le nombre de prises admissible sur un même circuit, une ligne 16A ne pourra alimenter que 10 socles prises décomptés.

Lorsque des socles de prises de courant sont montés dans un même boîtier ils sont décomptés d'après le tableau suivant :

Nombre de socles de prises par boîtier	1	2	3	4
Nombre de socles de prises décomptés	1	1	2	2

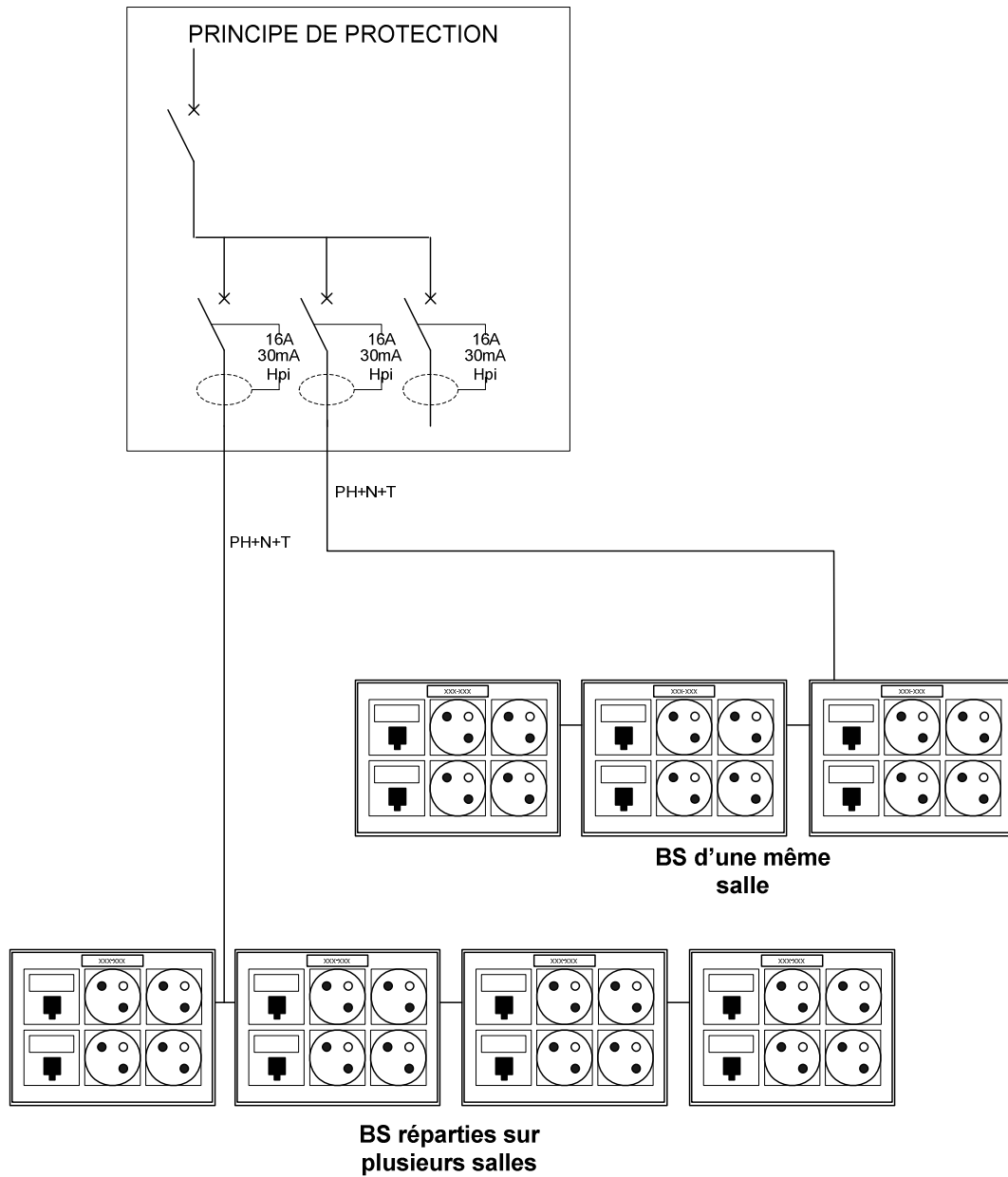
Pour chaque disjoncteur différentiel le nombre de point d'accès des bornes sera limité à :

- 4 par départ pour les BN;
- 3 par départ pour les BNe,
- 8 par départ pour les BS réparties dans plusieurs locaux
- 6 par départ pour les BS regroupées dans un même local (salle informatique, laboratoire multimédia, laboratoire de sciences, ...).

Chaque départ est composé d'un disjoncteur unipolaire + neutre 16A différentiel 30mA à **Haute Immunité, courbe C (5 à 10 x Ir), estampillé NF à pouvoir immunitaire renforcé aux déclenchements intempestifs dans les environnements perturbés.**

Chaque protection générale de tête est assurée par un disjoncteur calibré selon la puissance installée (PI) plus un tiers : Puissance de Tête = 1.3 x PI.

Schéma de principe des protections



8.3.2. Coupure/arrêt d'urgence

Les armoires VDI étant implantées dans des locaux **non accessibles au public**, la coupure ou l'arrêt d'urgence peut donc se faire par le dispositif de sectionnement placé en tête de l'armoire.

Dans le cas d'installation de coffret de salle, les dispositifs d'urgence n'étant pas obligatoire pour les établissements recevant du public du premier groupe de type R, il est décidé de **ne pas installer de coupure d'urgence**.

8.4. Les boîtes de connexions

Les câbles issus d'un coffret ou armoire desservant plusieurs bornes sont dérivés et divisés dans des boîtes de dérivation 100x100 mm minimum à fermeture par 1/4 de tour. Les boîtes sont repérées par une inscription « VDI » sur le couvercle et à l'intérieur du socle de la boîte. Elles sont fixées sur l'aile du chemin de câbles VDI par boulons filetés. Les sources et les natures de circuits ne sont jamais mélangées à l'intérieur des boîtes (protections différentes).

8.5. Les bornes : les prises courants forts dédiées VDI

Le point d'accès utilisateur, appelé borne, est l'endroit prédéfini où s'effectuera une connexion VDI.

Les différents types de bornes (Cf § 4.3.1) :

— Borne Normale BN, BNe :	3 RJ45 et 4 PC 10/16A+T
— Borne Simple BS, BSh :	1 RJ45 et 2 PC 10/16A+T
— Borne Simple Individuelle BSi :	1 RJ45 et 1 PC 10/16A+T
— Borne Simple Particulière BSp	1 RJ45 et 0 PC 10/16A+T

8.5.1. Caractéristiques des prises de courant

Les prises de courant 2P+T 10/16A auront les caractéristiques suivantes :

- Modèle standard,
- Module 45x45 mm avec système anti-arrachement,
- Intensité nominale 10/16A ;
- Tension 250 V alternatif ;
- Contacts électriques protégés par éclipse de protection ;
- Prise de couleur **rouge non détrompée** ;
- Prises multiples (double ou quadruple) à raccordement bilatéral.

Lorsque les points d'accès VDI seront encastrés, les boîtes d'encastrement seront choisies en fonction de la nature des cloisons :

- Cloison sèche ;
- Maçonnerie ;
- Béton ;
- Du type de construction retenu (bâtiment QEB)

Les prescriptions des constructeurs seront respectées scrupuleusement. Il ne sera pas admis d'encastresments au plâtre ou à la colle dans les cloisons sèches ou doublages. De même l'utilisation de boites réservées au coulage dans les parois en béton ne sera pas admise dans des ouvrages en maçonnerie.

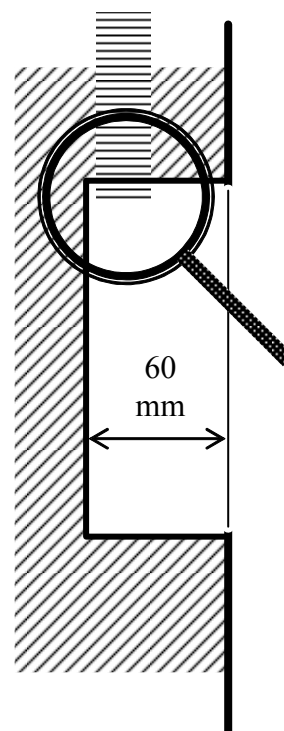
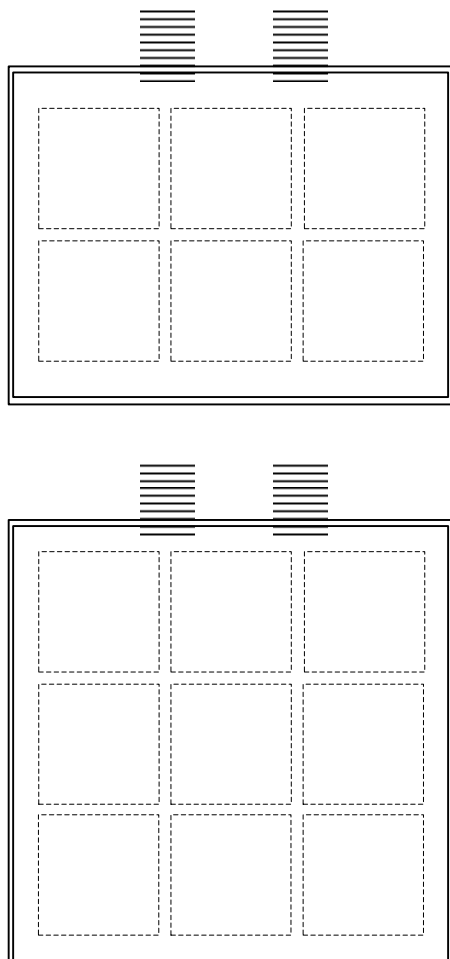
Tous les points d'accès VDI encastrés seront fixés dans des supports à vis, les fixations par griffes sont proscrites.

Les boîtes d'encastrement permettront le déploiement et l'épanouissement des câbles et des conducteurs sans risques de les blesser par écrasement ou mauvais découpage de la pénétration dans la boîte. Le fourreau devra toujours pénétrer d'au moins 5 mm à l'intérieur de la boîte d'encastrement.

La profondeur des boîtes d'encastrement sera adaptée à la profondeur des noyaux RJ45, les tailles réduites sont proscrites. Pour des cas particuliers où les boîtes d'encastrement seraient très encombrées, on optera pour un modèle de la taille supérieure, ce qui permettra une meilleure organisation des câbles et des

raccordements. Ces modules supplémentaires seront habillés de plaques vierges ou obturateurs.

Les bornes sont installées sur goulotte ou plinthe, sur perche métallique ou sur des boîtiers prévus pour recevoir 4, 6 ou 9 modules 45x45.



8.6. Alimentation électrique des répartiteurs VDI

L'alimentation des matériels actifs disposés dans les baies de brassage est réalisée avec 1 bandeau de 8 prises de courant (2 P+T 10/16A) par **baie de brassage**. Il ne possèdera **pas d'interrupteur**, mais un voyant de présence de tension et sera raccordé directement à un disjoncteur dédié (différentiel unipolaire + neutre 16A / 30 mA à haute immunité et estampillé NF), qui sera installée dans l'armoire VDI

Ces bandeaux sont fixés sur les montants arrière des baies, en face de l'emplacement réservé aux actifs. Les prises seront orientées connectiques vers l'arrière de la baie.

Dans chaque local technique VDI, pour permettre l'entretien des locaux, il sera installé 2 prises 2 P+T 10/16A (de couleur blanche). Ces prises seront raccordées sur le réseau électrique des services généraux. Leur protection électrique ne sera donc pas installée dans le coffret VDI.

Rappel : Tous les circuits électriques annexes du local (climatisation, ventilateur, éclairage, etc) seront raccordés sur le réseau électrique des services généraux.

8.7. Repérage des câbles et armoires BT VDI

Le repérage est réalisé d'une façon sûre et durable, et effectué en totalité conformément aux normes en vigueur.

Tous les coffrets, armoires et boîtes de connexions sont repérés à l'aide d'étiquettes gravée.

Exemple :

ARMOIRE VDI - LTP

Les câbles sont repérés du tenant à l'aboutissant. Le repère est une étiquette attachée aux câbles. Son libellé est protégé pour conserver un repérage sûr et durable.

L'ensemble des repérages précités est impérativement identique aux repérages mentionnés sur les plans et schémas et tout texte est libellé en langue française.

NB : Des étiquettes seront placées dans les armoires divisionnaires d'étage, indiquant que les prises électriques VDI sont alimentées depuis un réseau différent.

9. Courants faibles VDI

9.1. Généralités

Les entreprises devront utiliser des composants de qualité (câbles, connecteurs, panneaux, prises) pour bénéficier d'une garantie unique de performance et de pérennité pour l'ensemble de l'infrastructure de communication VDI (Cf §12.1).

9.2. Les câbles

Rappel : Toute contrainte mécanique exercée sur les câbles peut modifier irrémédiablement leurs caractéristiques.

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

- éviter les vrillages du câble, l'utilisation d'un dérouleur de touret est obligatoire, les modèles à axe vertical et montés sur roulements à rouleaux sont fortement recommandés,
- veiller à ne pas marcher sur les câbles, ni déposer d'objets pesants
- le lovage des câbles est proscrit sur l'ensemble du parcours
- veiller à effectuer le déroulement 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,
- respecter le rayon de courbure des câbles (rayon minimum autorisé = 6 à 8 fois le diamètre du câble selon le constructeur),
- protéger les câbles par des fourreaux pour le passage des trémies ou réservations.
- Serrer les colliers de fixation en plastique à la main, sans forcer et en aucun cas à la pince.

9.2.1. Fibres optiques

Les liens en fibre optique sont installés de façon systématique pour les liaisons entre le répartiteur général et les sous répartiteurs.

La capacité retenue sera de **12 brins multimode OM3 50/125** à gradient d'indice, double fenêtre pour les liens **inférieurs à 500 m**. Et pour les liens **supérieurs ou égal à 500 m**, de la fibre **12 brins monomode OS1 9/125** sera utilisée.

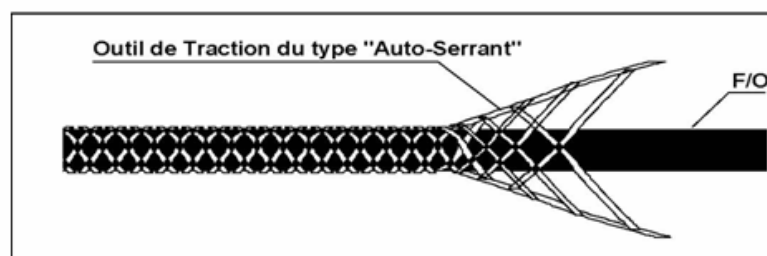
La gaine des câbles sera zéro halogène. Ils seront à structure serrée pour les liaisons intérieures et à structure libre et renforcée pour les liaisons inter-bâtiments (câble avec protection diélectrique renforcée contre les rongeurs, étanche au contact de l'eau et sous fourreau. Les performances des câbles fibre optique devront être supérieures à celles demandées dans la norme ITU-T G651.1 et ITU-T G652.

La gaine sera d'une couleur différente de celle des liens capillaires de manière à rendre la fibre facilement identifiable visuellement.

Important : l'entreprise devra fournir les caractéristiques des câbles fibres optiques (marque, fiches techniques et certificats d'agrément) avant le démarrage des travaux.

Pour minimiser les contraintes, l'installateur prendra les mêmes précautions de pose que celles énoncées pour les câbles courants faibles en ajoutant :

- Respecter les rayons de courbure de 100 mm minimum et conformes aux prescriptions du fabricant
- Tirer la fibre à l'aide d'outils de traction de type "auto-serrant" qui reporte la force de traction sur une très grande partie du câble. Le dernier mètre devra être coupé, celui-ci ayant subi le plus de contraintes



Dans chaque local technique, une boucle de lovage de cinq mètres sera mise en réserve, posée sur le chemin de câble VDI et une autre boucle sera mise en place dans le tiroir optique (1 mètre environ).

Repérage

Les câbles fibre optique seront repérés dans les parties visibles tous les 5 mètres par des étiquettes gravées : « FIBRE OPTIQUE LTx ».

9.2.2. Rocades cuivre

Elles sont installées de façon systématique pour les liaisons entre le répartiteur général et les sous répartiteurs.

Les rocades seront composées de câbles écrantés (F/UTP), multi paires torsadées multifaisceaux de téléphonie privée de catégorie 3 minimum, d'impédance caractéristique de 100 Ohms, autorisant une bande passante d'au moins 16 Mhz et de jauge AWG24.

Un faisceau est constitué d'un ensemble de paires (28 au maximum) repéré par un fil d'accompagnement (cf. tableau ci-dessous).

Le code couleur des fils d'accompagnement des différents faisceaux est le suivant :

Ordre du faisceau	Couleur du fil d'accompagnement
1	Blanc
2	Bleu
3	Jaune
4	Marron

Chaque faisceau est lui-même composé de quatre gammes de sept paires, chacune constituée d'un conducteur accompagnant dont la couleur est commune à toutes les paires de la gamme, et d'un conducteur dont la couleur est propre à l'ordre de la paire dans la gamme.

Le code couleur d'appairage par faisceau de 28 paires est le suivant :

	Gamme 1	Gamme 2	Gamme 3	Gamme 4
Couleur du conducteur accompagnant de gamme	Bleu ciel	Gris	Orange	Marron
Paire 1	Blanc / Violet	Blanc	Blanc	Blanc
Paire 2	Bleu	Bleu	Bleu	Bleu
Paire 3	Jaune	Jaune	Jaune	Jaune
Paire 4	Marron	Marron	Marron	Marron
Paire 5	Noir	Noir	Noir	Noir
Paire 6	Rouge	Rouge	Rouge	Rouge
Paire 7	Vert	Vert	Vert	Vert

Important : l'entreprise devra fournir les caractéristiques des câbles cuivre (marque, fiches techniques et certificats d'homologation) avant le démarrage des travaux.

Dimensionnement

La base de calcul du dimensionnement en nombre de prises RJ45 des rocade cuivre est adaptée aux usages de la zone desservie. Les RJ45 des panneaux de rocade seront **câblés sur 2 paires (paire 1 en 3-6 ; paire 2 en 4-5)**, il convient de suivre les règles suivantes :

- Le nombre minimal de paires de rocade cuivre est calculé de la manière suivante :

$$\text{Nombre de BN et BNe du répartiteur} \times 2 \text{ paires} \times 1,3$$

Exemple : si un SR dessert 30 BN, le nombre minimal de paires de la rocade cuivre sera de $30 \times (2 \times 1,3) = 78$ paires sous la forme d'un câble 64 paires et d'un 15 paires, ou d'un 56 paires et d'un 32 paires, etc... soit 39 prises RJ45 de rocade cuivre.

- Pour la partie logement, le nombre de paires de rocade cuivre est fixé à 4 paires par logement,
- Un nombre minimum de 16 paires (soit 8 RJ45) sera installé entre un LTS et le LTP.

Le nombre de paires de rocade cuivre est arrondi au nombre immédiatement supérieur de paires disponibles sur le marché par référence aux combinaisons

de référence de câbles. Toutes les paires du câble installé sont raccordées aux deux extrémités.

Exemple 1 : si un SR alimente 27 BN, le nombre minimal de paires de la rocade cuivre sera de $27 \times (2 \times 1,3) \approx 71$ paires soit 35 prises RJ45 de rocades cuivre. Si des câbles de 56 et 21 paires sont utilisés, ils seront installés et entièrement raccordés, soit 38 prises RJ 45 de rocades.

NB : Il convient toutefois de s'assurer que ce dimensionnement des rocades permet de garantir les besoins en raccordement téléphonique des locaux de la zone d'influence capillaire du sous- répartiteur et d'avoir une marge supplémentaire de 30%.

Repérage

Tous les câbles devront être repérés et marqués à leurs deux extrémités en indiquant un numéro de câble et le local d'où il provient.

9.2.3. Distribution capillaire

Les câbles informatiques des bornes seront de type multi paires torsadées écrantés **paire par paire** de type U/FTP, catégorie 6_A, d'impédance caractéristique **100 Ohms** et gaine zéro halogène (LS0H), capacité de **1x4 paires seulement**, de jauge minimum AWG24.

Les câbles devront répondre à la norme de compatibilité POE+ IEEE802-3 af.

NB : Les câbles en quarte ainsi que les câbles scindex (deux câbles 4 paires liés) ne sont pas admis

Selon l'EIA –TIA 568B, le code couleur retenu pour le raccordement des câbles 4 paires est le suivant :

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

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 impose, pour les câblages cuivre de classe D, E, E_A et F une longueur maximale de **90 mètres** par lien.

Repérage

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

9.2.4. Les cordons de brassage informatique

Ils permettent d'établir les connexions entre les prises RJ 45 des actifs réseaux et les prises RJ45 des panneaux de distribution (liaisons capillaires vers les prises terminales des bornes).

Ils sont constitués de câbles souples multibrins 100% cuivre, 4 paires, droits écrantés (U/FTP) catégorie 6_A 100 Ω, LSOH d'une longueur normalisée inférieure à 5 mètres, ayant les mêmes caractéristiques physiques ou supérieures que les câbles de l'infrastructures.

Fabriqués industriellement et équipés à chacune de leurs extrémités d'un connecteur RJ 45 mâle blindé et surmoulé, les cordons seront conformes à la Normes ISO 11801 (2^{ème} édition – Amendement 2).

Ces cordons sont des éléments indissociables de l'infrastructure pour en garantir un fonctionnement homogène.

L'identification des cordons de brassage en place fonctionnelle dans les répartiteurs doit être facilitée par un dispositif lumineux permettant le repérage rapide des deux extrémités de chaque cordon, par éclairage d'une extrémité après illumination ou injection de courant de l'autre. L'entreprise fournira l'outil servant au repérage des cordons à raison de 1 par répartiteur.

Calcul du nombre de cordons de brassage

N étant le nombre de cordons de brassage par répartiteur calculé d'après la formule suivante :

$$N = 2 \frac{\text{Nombre_de_RJ45_des_BN}}{3} + \text{Nombre_de_RJ45_des_autres_bornes}$$

Les cordons de brassage seront fournis par le titulaire du lot VDI selon les longueurs et quantitatifs suivants :

Nombre de cordons de brassage de 0,5 m : 5 par baie	Nombre de cordons de brassage de 1 m : N/10	Nombre de cordons de brassage de 2 m : 4N/10	Nombre de cordons de brassage de 3 m : 4N/10	Nombre de cordons de brassage de 5 m : N/10
--	--	---	---	--

NB : La répartition des différentes longueurs de cordons de brassage informatique est indiquée à titre indicatif, et sera à adapter pour chaque site à chaque répartiteur organisé conformément au § 9.3.

Important : l'entreprise devra fournir les caractéristiques des cordons de brassage (marque, fiches techniques et certificats d'agrément ainsi qu'un échantillon) pour validation avant le démarrage des travaux.

9.2.5. Les cordons de brassage téléphonique

Ils permettent d'établir les connexions entre les prises RJ 45 du système de téléphonie ou des rocade cuivre, et les prises RJ45 des panneaux de distribution (liaisons capillaires vers les prises terminales des bornes).

Ils sont constitués de câbles souples multibrins 100% cuivre, 2 paires, droits, LSOH d'une longueur inférieure à 5 mètres.

Fabriqués industriellement et équipés à chacune de leurs extrémités d'un connecteur RJ 45 mâle surmoulé.

L'identification des cordons de brassage téléphone en place fonctionnelle dans les répartiteurs doit être facilitée par un dispositif lumineux permettant le repérage rapide des deux extrémités de chaque cordon, par éclairage d'une extrémité après illumination ou injection de courant de l'autre. L'entreprise fournira l'outil servant au repérage des cordons à raison de 1 par répartiteur.

Le nombre de cordon sera fonction du nombre de poste téléphonique géré par chaque répartiteur avec un supplément de 30%.

Important : l'entreprise devra fournir les caractéristiques des cordons de brassage téléphonique (marque, fiches techniques ainsi qu'un échantillon) pour validation avant le démarrage des travaux.

9.2.6. Les cordons de raccordement

Ils permettent d'établir les connexions entre les prises RJ 45 terminales des bornes et les équipements terminaux des utilisateurs (ordinateurs, téléphones,...).

Ces cordons sont des éléments indissociables de l'infrastructure pour en garantir un fonctionnement homogène.

Ils sont constitués de câbles souples multibrins 100% cuivre, 4 paires, droits écrantés (U/FTP) catégorie 6_A 100 Ω, LSOH d'une longueur normalisée inférieure à 5 mètres, ayant les mêmes caractéristiques physiques ou supérieures que les câbles de l'infrastructures.

Fabriqués industriellement et équipés à chacune de leurs extrémités d'un connecteur RJ 45 mâle blindé et surmoulé, les cordons seront conformes à la Normes ISO 11801 (2^{ème} édition – Amendement 2).

Les cordons de raccordement seront fournis par le titulaire du lot VDI selon les longueurs et quantitatifs suivants (N' étant le nombre de prises RJ45 terminales)

- Longueur 1,5m : N'/4
- Longueur 3m : N'/2
- Longueur 5m : N'/6

NB : Ces longueurs seront à adapter en fonction de la configuration des salles

Important : l'entreprise devra fournir les caractéristiques des cordons de raccordement (marque, fiches techniques et certificats d'agrément ainsi qu'un échantillon) pour validation avant le démarrage des travaux.

9.3. Les répartiteurs

Les répartiteurs sont les nœuds de distribution capillaire de l'infrastructure.

On distinguera deux types de répartiteur :

- le **Répartiteur Général (RG)** implanté dans le Local Technique Principal (LTP)
- les **Sous-Répartiteurs (SR)** implantés dans les Locaux Techniques Secondaires (LTS)

Les répartiteurs sont constitués de baies normalisées (Cf § 9.4) qui seront équipées de panneaux RJ45, de tiroirs optiques, de dispositifs passe-cordons verticaux latéraux et séparateurs horizontaux.

L'utilisation de coffrets sera **exceptionnellement** admise dans certains cas particuliers et de toute façon soumise à l'approbation du seul maître d'ouvrage.

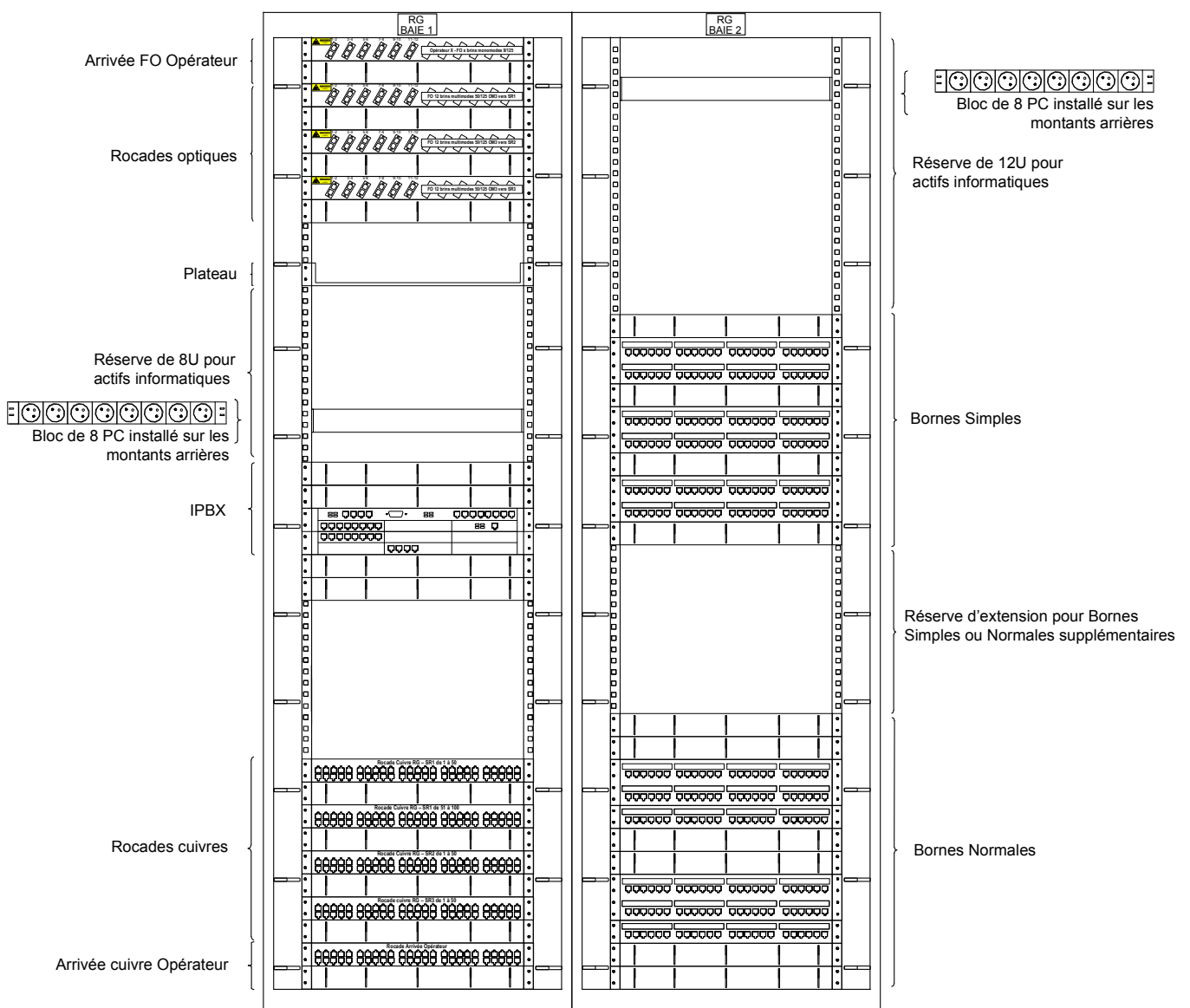
Selon son importance, le répartiteur sera composé d'une, deux, trois ou quatre baies. Il devra permettre une extension du nombre d'équipements d'environ 20 % une fois les actifs réseaux installés dans les baies.

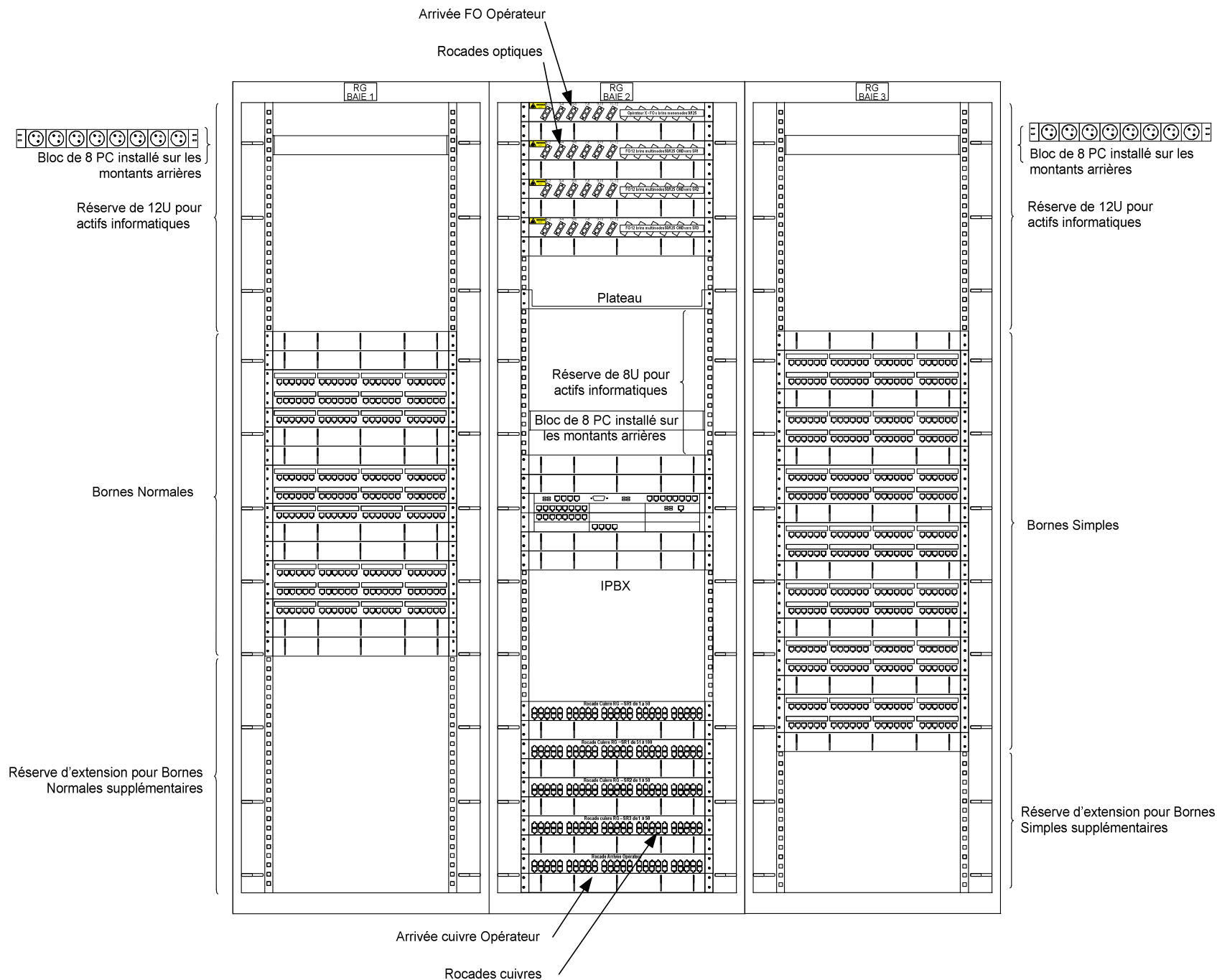
Chaque répartiteur possèdera une barrette de masse interne qui assurera l'équipotentialité de l'infrastructure (Cf §6.3) sur laquelle sera ramenée la borne de masses de chaque baie composant le répartiteur via une tresse de masse (Cf §5.3).

L'organisation des répartiteurs sera soumise à approbation du maître d'ouvrage et respectera l'organisation décrite ci-dessous :

Schéma de principe de répartiteurs généraux équipés de 2 à 4 baies

NB : selon l'implantation dans le local technique et en prévision d'extensions futures, positionner les baies de telle manière que les extensions conservent autant que possible la baies des rocadés et ressources en position centrale.





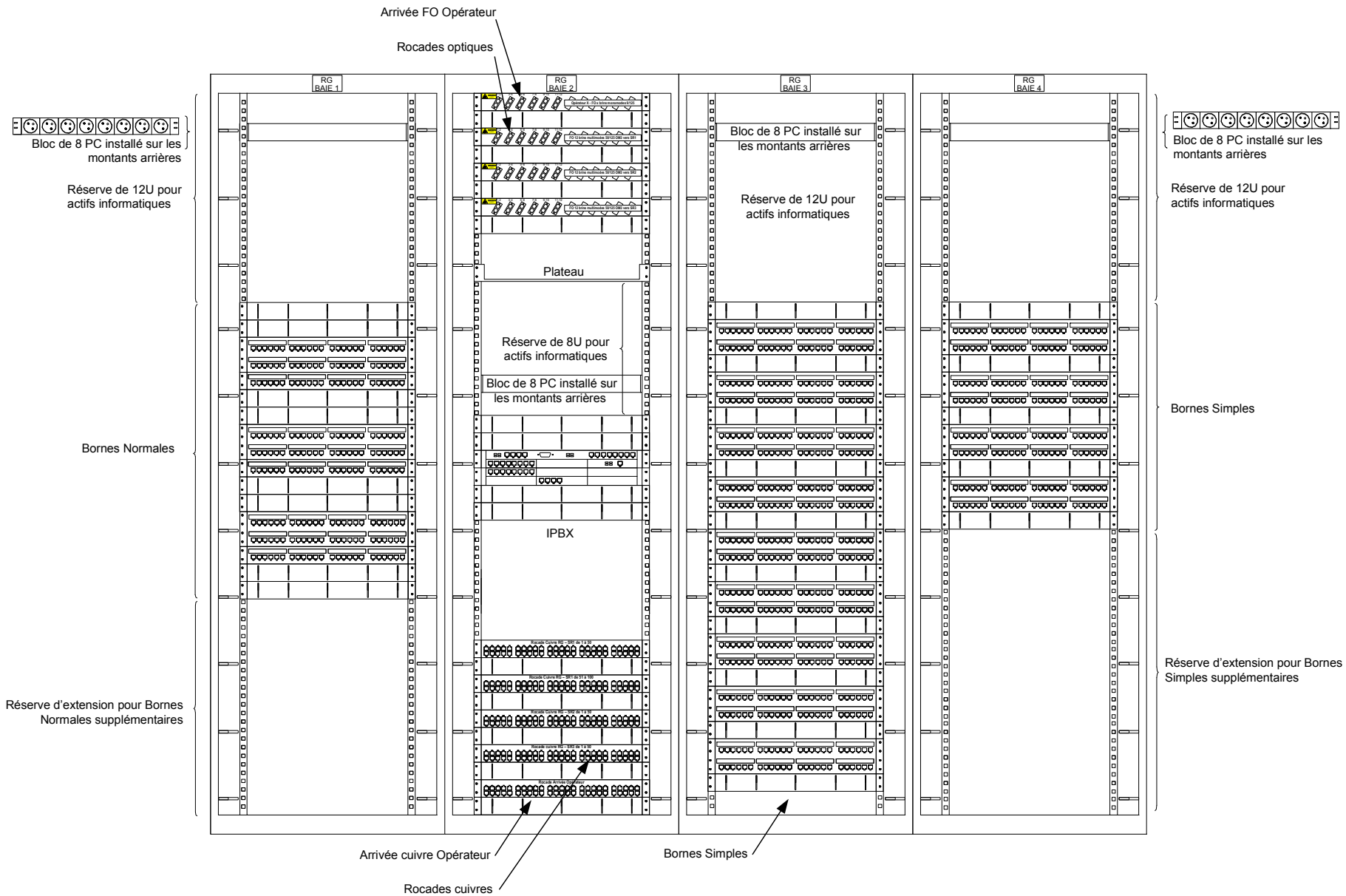
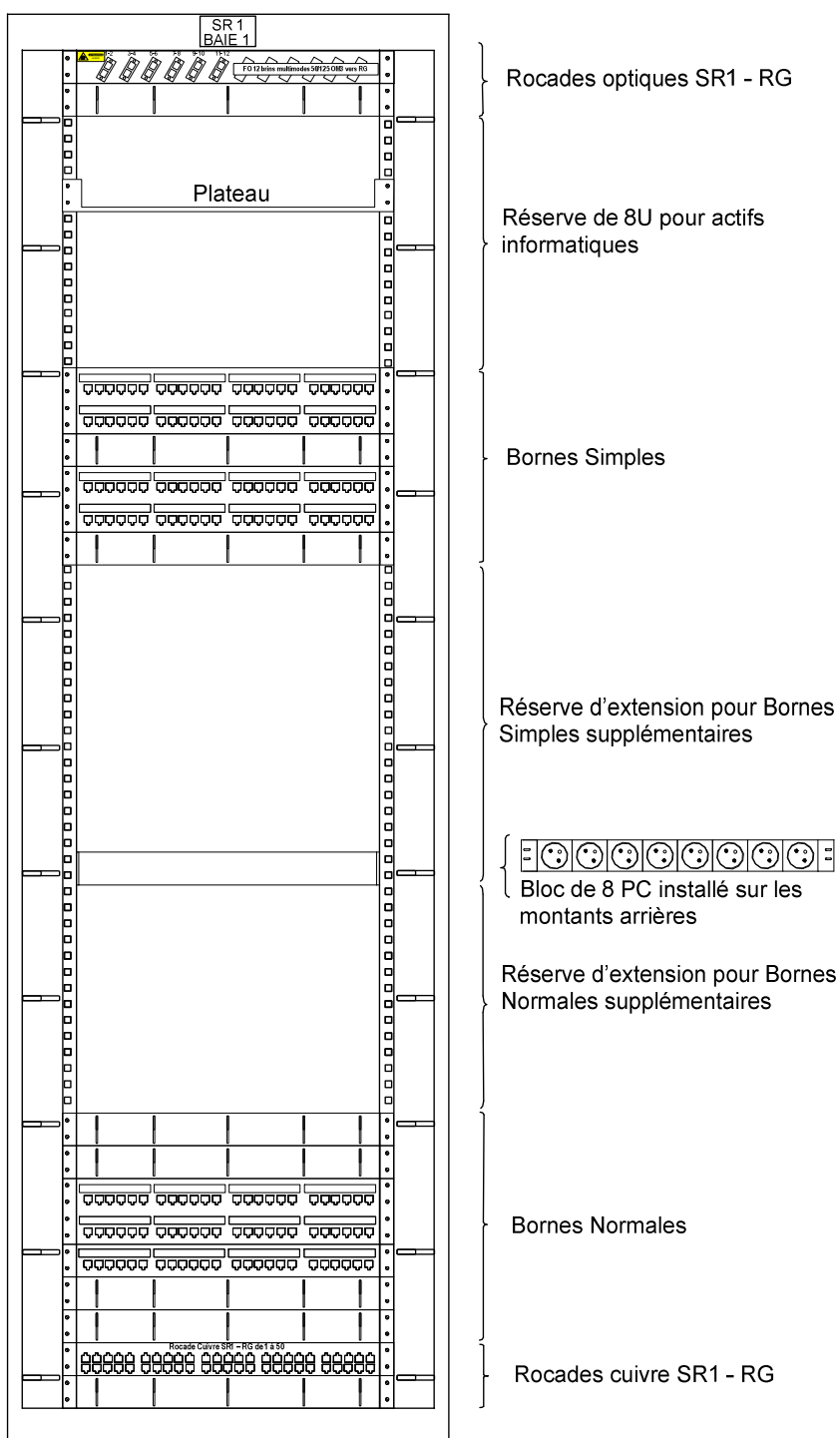
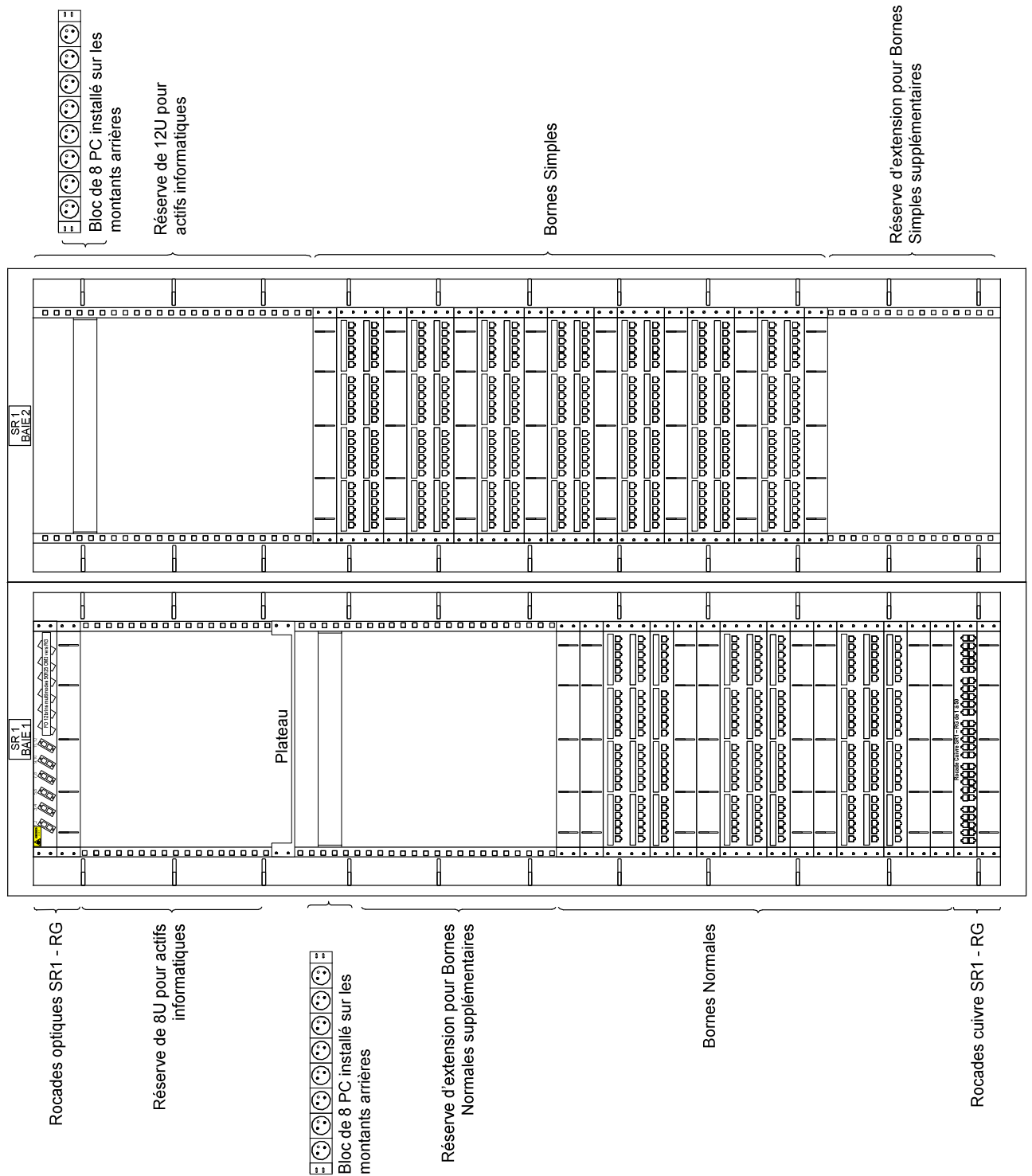
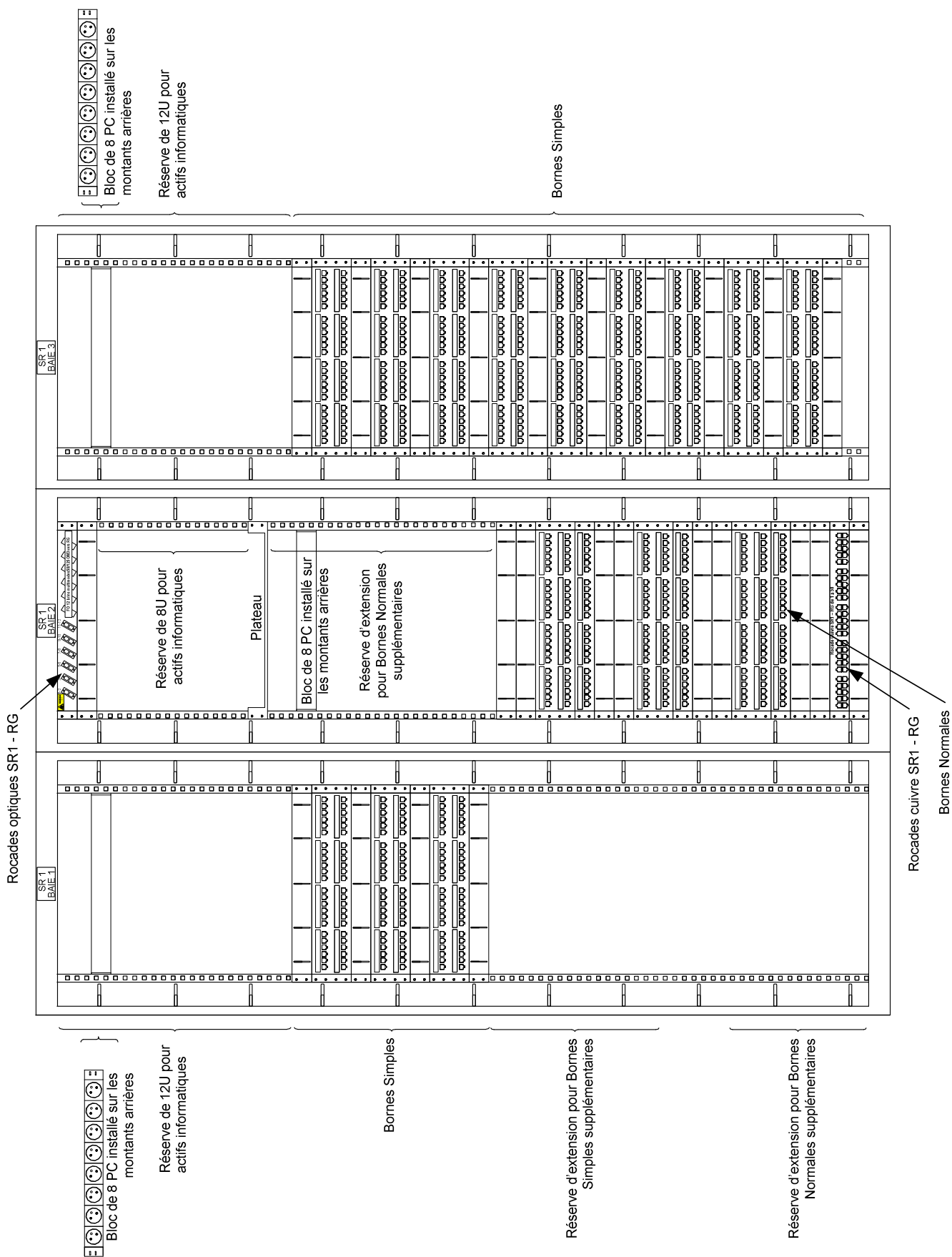


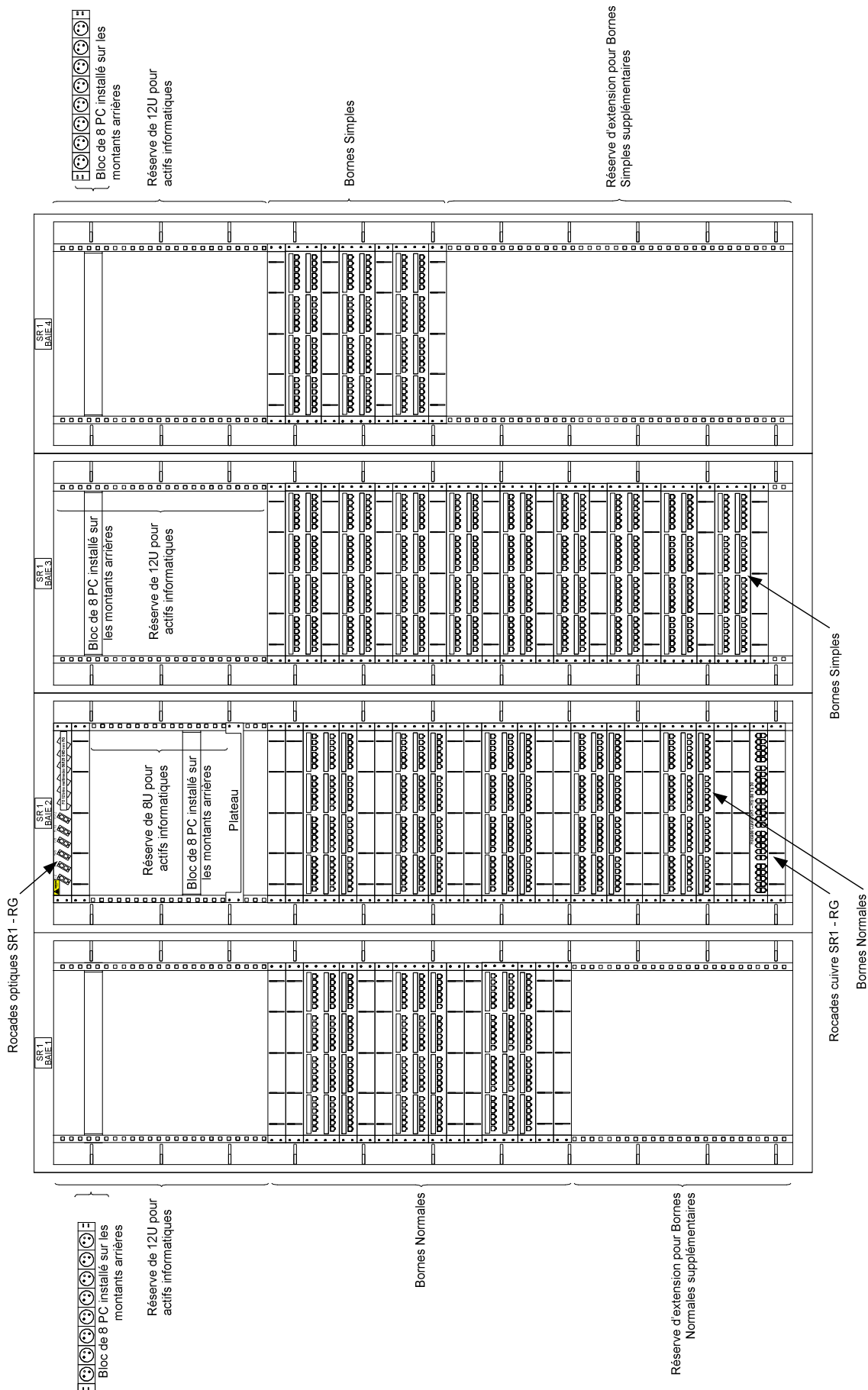
Schéma de principe de sous répartiteurs équipés de 1 à 4 baies

NB : selon l'implantation dans le local technique et en prévision d'extensions futures, positionner les baies de telle manière que les extensions conservent autant que possible la baies des rocadés et ressources en position centrale.









9.4. Caractéristiques et organisation des baies 19 pouces

Les répartiteurs sont composés de baies 19" de hauteur 42 U dotées ayant les caractéristiques et équipements suivants :

- profondeur 800 mm,
- largeur 800 mm,
- sans porte
- panneaux latéraux et de fond amovibles, pleins et métalliques
- toit ajouré,
- 4 montants 19" réglables en profondeur, les deux en façade avant étant positionnés de façon à faciliter le brassage inter-baie (**retrait minimal de 20 cm par rapport à la face avant de la baie**),
- panneaux 19" pour :
 - les tiroirs spécifiques pour les rocares optiques (Cf § 9.4.1),
 - les rocares cuivre (Cf § 9.4.2),
 - la distribution capillaire (Cf § 9.4.3),
 - les reports opérateurs (Cf § 9.4.4),
 - les guides cordons horizontaux (Cf § 9.4.5),
 - les guides cordons verticaux (Cf § 9.4.5),
 - les panneaux occultants de 1 U ou 2 U (Cf § 9.4.6),
- une réserve de 8U ou 12 U minimum pour les équipements actifs de réseau
- deux chemins de câbles verticaux de type dalle d'une largeur d'au moins 400 mm fixés latéralement entre les montants réglables de chaque baie pour guider et fixer les arrivées de câbles regroupés de manière à préserver de l'espace pour les probables extensions futures,
- sans fond, et équipée d'un socle d'une hauteur minimale de 80mm,
- d'un bloc de 8 prises électriques minimum par baie (Cf § 8.6),
- d'une étagère par répartiteur à quatre points de fixation,
- Une provision d'une centaine d'ensembles vis + écrou cage sera prévue pour permettre la fixation des actifs et des 8 guides cordons provisionnés,
- Une borne de masse assurant l'équipotentialité de la baie.

Si deux, trois ou quatre baies sont nécessaires, elles seront placées côte à côte et les panneaux latéraux adjacents seront retirés pour permettre le brassage inter baies.

La protection des parties coupantes sera réalisée par des joints type carrossier aux endroits des passages de câbles

L'installateur devra interconnecter les panneaux de brassage entre eux de chaque côté (droit et gauche) par deux câbles V/J. Le dernier panneau inférieur sera raccordé à la borne de masse de la baie par des câbles identiques.

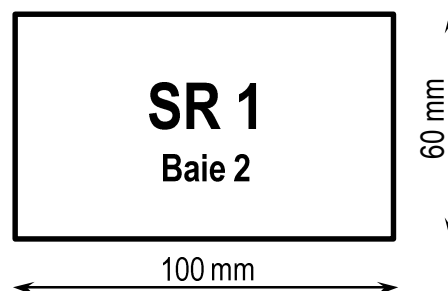
Important : l'entreprise devra fournir les caractéristiques des baies 19 pouces (marque, fiches techniques et certificats d'agrément ainsi qu'un échantillon pour validation) avant le démarrage des travaux.

Repérage

Les baies 19 pouces seront numérotées dans chaque local technique de 1 à N. Une étiquette gravée sera posée en tête de chacune d'entre elles.

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

Exemple pour le LTS1 :



9.4.1. Les tiroirs optiques

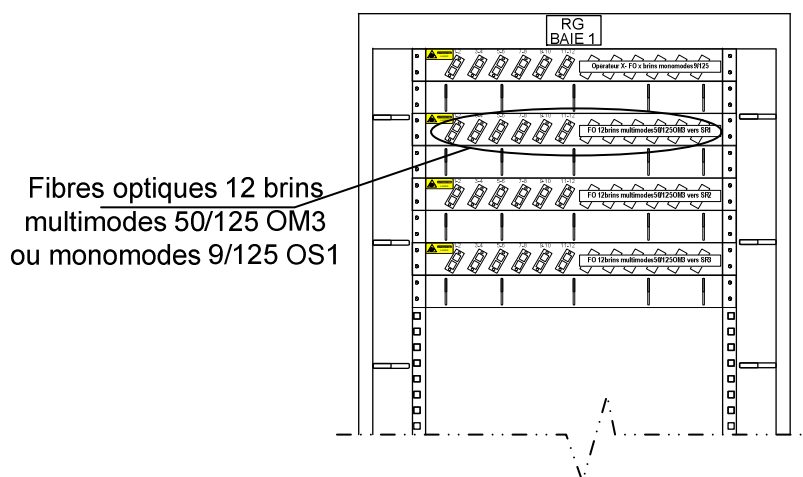
Les tiroirs auront une capacité unique de **12 ports SC/PC Duplex pour de la fibre multimode (ou SC/APC Duplex pour de la fibre monomode)**, et d'une hauteur de 1U à raison de **1 panneau par fibre**. Les traversées seront équipées de centreurs céramiques. Les ports non utilisés seront équipés d'un obturateur. À l'arrière, les tiroirs seront équipés de presse-étoupes pour le passage et le maintien des câbles fibre optique.

Ce tiroir recevra également les cassettes de lovage des fibres ainsi qu'un ensemble d'équipements de maintien de celles-ci. Il sera de préférence à glissières (interventions plus aisées).

En dessous de chaque tiroir sera installé un panneau guide cordons de 1U.

Important : l'entreprise devra fournir les caractéristiques des tiroirs et des traversées optiques (marque, fiches techniques et certificats d'agrément) avant le démarrage des travaux.

Schéma d'organisation des rocares optiques



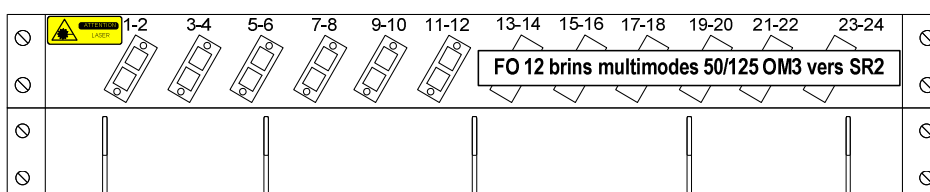
Repérage

Une étiquette gravée sera collée sur les tiroirs optiques pour indiquer le numéro de chaque paire, faisant apparaître clairement à chaque extrémité les tenants et les aboutissants de chaque brin, et leur type (multimode 50/125 ou monomode 9/125).

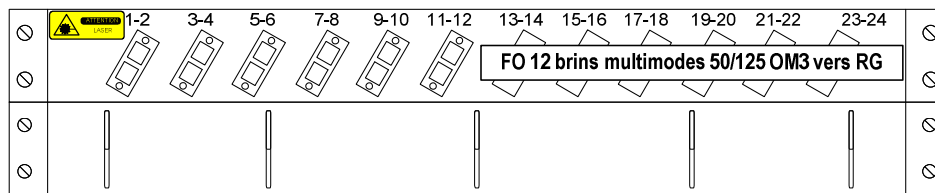
De plus, une étiquette indiquant « ATTENTION LASER » sera placée sur le tiroir optique.



Exemple de tiroir optiques du RG



Exemple de tiroirs optiques du SR2



9.4.2. Les panneaux de rocade cuivre

Il sera utilisé **exclusivement** des panneaux téléphoniques 19 pouces catégorie 3 de **50 ou 56 ports RJ45 sur 1U**.

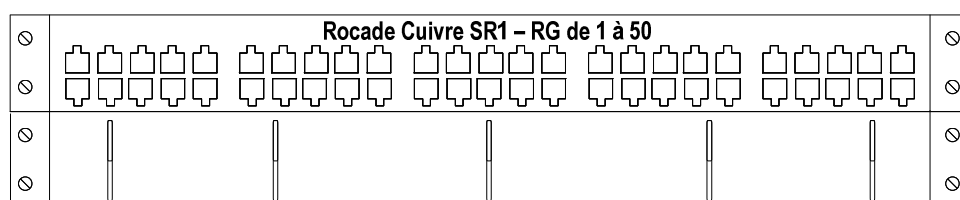
Un panneau de rocade n'accueillera qu'une et une seule rocade.

Les RJ45 des panneaux de rocade seront **câblés sur 2 paires (paire 1 en 3-6 ; paire 2 en 4-5)**.

Les panneaux seront équipés de bornes de reprise de blindage sur lesquels seront raccordés les écrans des câbles de rocade.

Un passe cordon de 1U sera installé en dessous du panneau de rocade.

Schéma d'organisation des rocade cuivre



Repérage

Une étiquette gravée sera collée sur les panneaux de brassage pour indiquer le nom de la rocade ainsi que le nombre de ports câblés.

Exemple pour les rocales entre le RG et le SR2 :

Rocades Cuivre RG – SR2 de 1 à 28

Les ports du panneau seront repérés individuellement de 1 à N par un numéro d'ordre unique.

9.4.3. Les panneaux de distribution capillaire

La distribution capillaire des baies sera assurée par des panneaux 24 ports RJ45 maximum sur 1 U (ou 48 sur 2 U).

Les panneaux seront équipés à l'arrière d'un organisateur de câbles. Ils seront composés de ports indépendants, amovibles, garantissant une bonne compatibilité électromagnétique. La continuité de masse sera assurée entre la prise blindée et le panneau.

Des guides cordons horizontaux de 1 ou 2U seront installés de part et d'autre des panneaux de distributions (Cf 9.4.5)

Les panneaux seront également équipés d'une reprise de masse à chacune de leur extrémité afin de garantir l'équipotentialité avec la baie (Cf § 9.4).

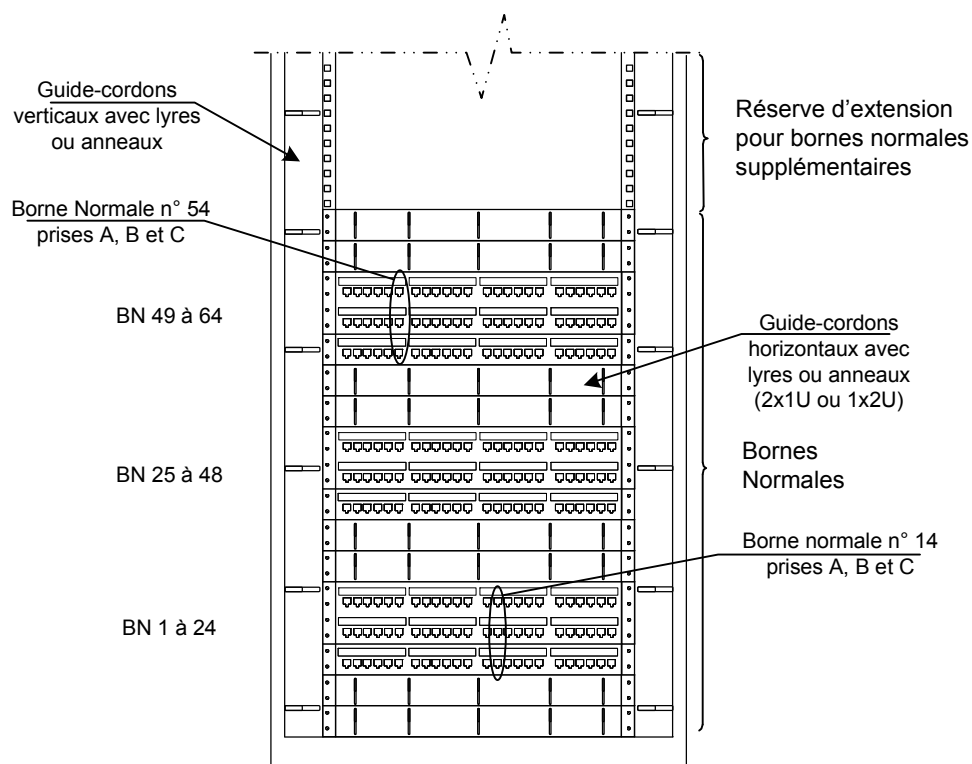
Important : l'entreprise devra fournir les caractéristiques des panneaux RJ45 (marque, fiches techniques et certificats d'agrément) avant le démarrage des travaux.

Câblage des panneaux

Les noyaux RJ45 des panneaux de brassage seront câblés selon les mêmes règles que celles des prises terminales (Cf § 9.4.6). L'arrivée du câble se fera dans l'axe de la prise. Les câbles seront fixés à l'aide de colliers de serrage, serrés à la main sur l'organisateur de câbles.

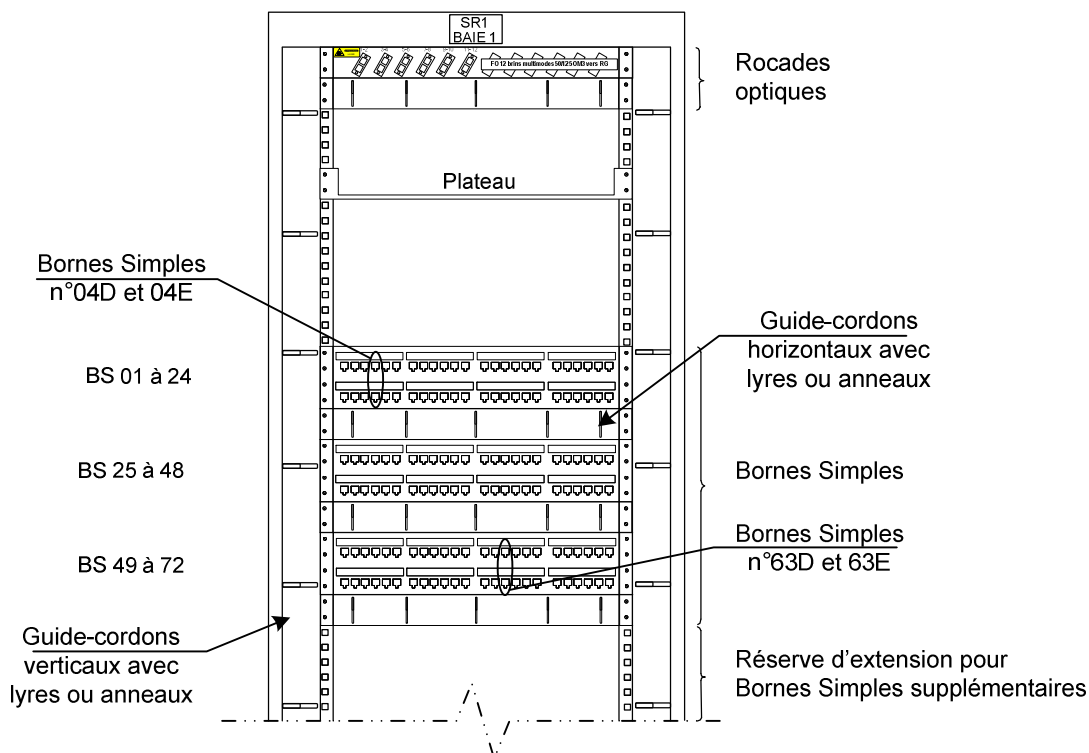
Organisation des panneaux de distribution capillaire

Bornes normales



Important : les trois prises RJ45 d'une même Borne Normale (et Bne) sont toujours regroupées verticalement et sont repérées respectivement avec un numéro d'ordre suivi d'une lettre A, B et C.

Bornes Simples



Important : les prises RJ45 des Bornes Simples sont repérées respectivement avec un numéro d'ordre suivi d'une lettre D ou E en alternance afin de garder une organisation homogène.

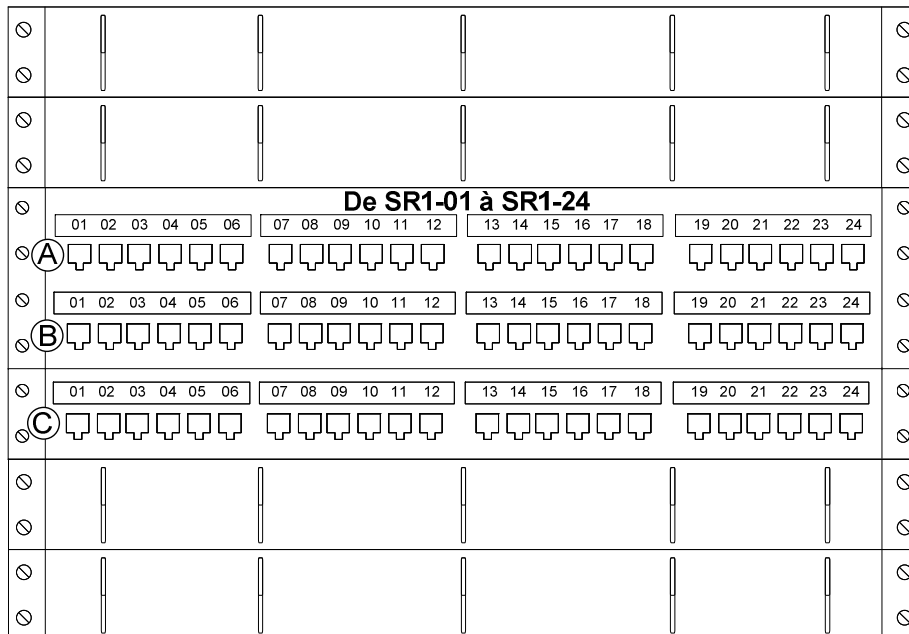
Repérage

Les ports des panneaux de distribution capillaire seront repérés à l'aide d'étiquettes gravées autocollantes.

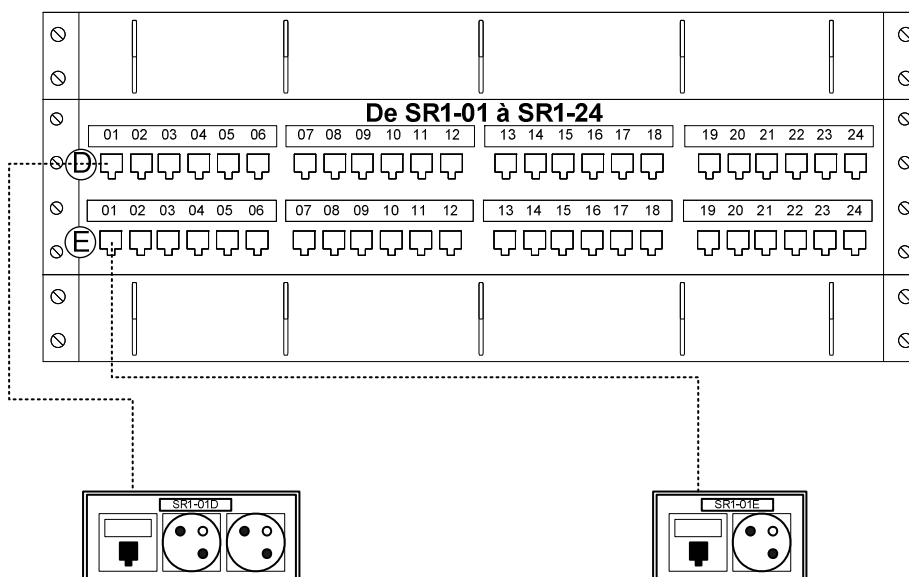
Pour les panneaux de BN, de BS situés en **haut** d'une baie, la numérotation des prises se fera de **haut en bas et de gauche à droite**.

Pour les panneaux de BN, de BS situés en **bas** d'une baie, la numérotation des prises se fera de **bas en haut et de gauche à droite**.

Exemple de repérage d'un premier panneau de Bornes Normales :



Exemple de repérage d'un premier panneau de Bornes Simples:



9.4.4. IPBX et reports opérateurs

Afin d'assurer une distribution téléphonique de qualité le Répartiteur Général accueillera les arrivées opérateurs fibres et cuivres ainsi que l'IPBX (Cf § 9.3).

L'autocom de type rackable, sera installé dans une des baies du RG. Des guides cordons seront également prévus de part et d'autre de l'autocom rackable pour assurer un brassage harmonieux des cordons (2 dessus, 2 dessous Cf § 9.4.5),

N.B. : En cas d'installation d'un nouvel autocom., celui-ci sera obligatoirement rackable.

Report de l'arrivée cuivre opérateur

L'arrivée cuivre opérateur étant installée dans le LTP, mais n'arrivant pas directement dans le Répartiteur Général (Cf § 9.5), il est nécessaire de prévoir une rocade cuivre entre celle-ci et le RG.

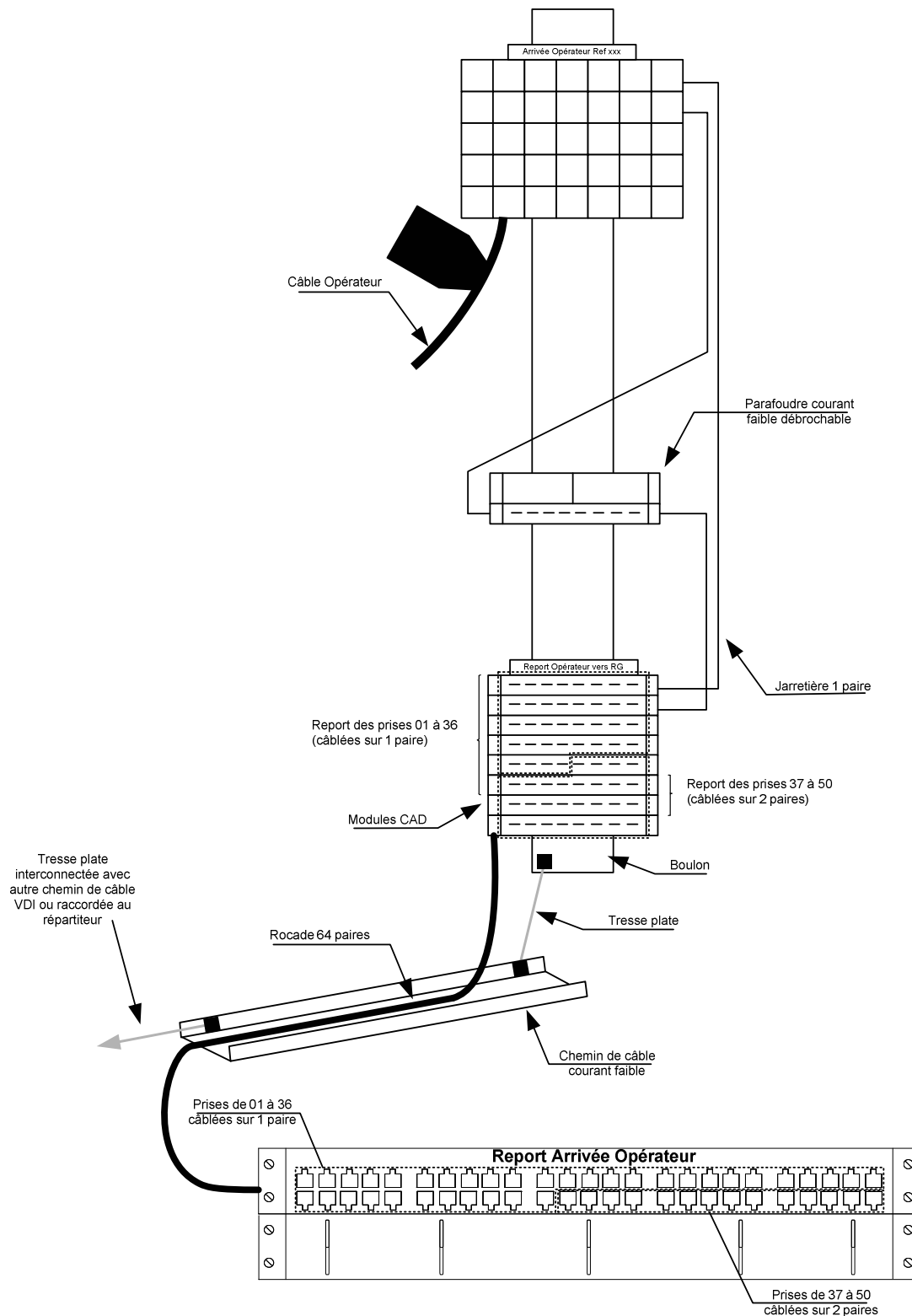
Pour ce faire, l'arrivée cuivre opérateur sera installée sur un rail HPUL équipé de 8 modules CAD et d'un anneau de guidage (pour le jarretière). Ce rail accueillera également les parafoudres de lignes (Cf § 6.5 et référentiel foudre de la Région Rhône-Alpes).

Le report sera réalisé via un câble écranté **64 paires** identique à celui utilisé pour les rocades cuivre (Cf § 9.2.2). Un panneau de brassage 50 ports sur 1U garantira un brassage aisé des lignes téléphoniques. Il sera organisé comme ci-dessous :

- Les 36 premières paires du câble seront câblées sur les 36 premières RJ45 à raison de 1 paire par RJ45 (en 4-5)
- Les 28 autres paires de la rocade seront câblées sur les prises 37 à 50 sur 2 paires par RJ45 (en 3-6 et 4-5)

Un guide cordon horizontal de 1U sera installé sous le panneau de brassage.

Schéma de principe de report de l'arrivée opérateur



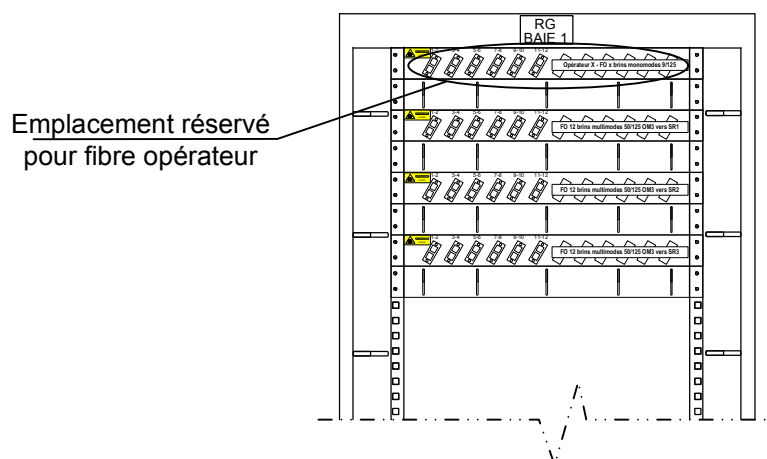
NB : La totalité des 64 paires de cette rocade de déport seront câblées aussi bien sur les modules CAD que sur le panneau de brassage du RG.

Un chemin de câble (Cf §7.2) sera installé entre l'arrivée opérateur et le répartiteur, dans lequel sera installé le câble 64 paires.

L'équipotentialité de l'installation sera garantie. L'écran du câble 64 paires sera raccordé au plus court sur le rail HPUL et sur le panneau de brassage côté RG. Le chemin de câble sera raccordé au rail HPUL et au chemin de câble VDI le plus proche via une tresse de masse (Cf 5.3). Si ce chemin de câble n'est pas installé, il devra obligatoirement l'être dans le cadre des travaux.

Arrivée fibre optique opérateur

Chaque opérateur fibre disposant de son propre matériel, dans le RG, il sera laissé à disposition des opérateurs de communication, un espace de 1U au dessus des rocade fibre optique ainsi qu'un passe cordon



Repérage

Des étiquettes gravées seront collées au dessus des modules CAD et au dessus du panneau 50 ports servant au report de l'arrivée opérateur, indiquant le nombre de paires par RJ45. De plus, les numéros de lignes téléphoniques associées au numéro des RJ45 seront indiqués sur un document affiché dans la baie.

Rocade Arrivée Opérateur

RJ45 de 1 à 36 (1 paire par RJ45)

RJ45 de 37 à 50 (2 paires par RJ45)

9.4.5. Les guides cordons

Les guides cordons verticaux et horizontaux ont deux fonctions. D'une part de répartir harmonieusement les cordons dans les baies, et d'autre part de créer une séparation entre la face avant (dédiée au brassage) et l'intérieur de la baie (réservée aux opérations de câblage). Les guides cordons proviendront du même constructeur que les baies informatiques.

Les guides cordons horizontaux

Les panneaux guides cordons seront obligatoirement **pleins** (non ajourés), **sans couvercle**, de 1U ou 2U et équipés d'au moins **4 anneaux ou lyres**.

Chaque bloc de BS possèdera un guide cordon bas de 1U. Un guide cordon supplémentaire sera placé en haut du premier panneau (Cf § 9.4.3).

Chaque bloc de BN possèdera un guide cordon bas de 2U. Un guide cordon de 2U supplémentaire sera placé en haut du premier panneau (Cf § 9.4.3).

Dans le cas d'un Autommutateur rackable (Cf § 9.4.4), celui-ci sera également équipé de guides cordons haut et bas de 2U chacun

Les guides cordons verticaux

Des guides cordons verticaux de 42U obligatoirement à anneaux ou à lyres, **sans couvercle** et de grande capacité seront fixés sur les montants avant de la baie de part et d'autre des panneaux RJ45. Ils seront de type **plein** (non ajouré).

Important : Les guides cordons ne devront en aucun cas empêcher le brassage entre baies

9.4.6. Les panneaux occultants

Suite à l'installation des panneaux de brassage, des panneaux occultants 19 pouces de 1 et/ou 2U pleins seront mis en place sur les espace encore disponibles (réserves BN et BS). Ce dispositif favorisera le brassage des baies uniquement sur leur face avant.

9.4.7. Le noyau terminal

Le noyau terminal des bornes et des panneaux de distribution capillaire permet la connexion de tous les types d'équipements VDI prévus dans l'établissement. Il sera du type **RJ45 catégorie 6_A** blindé avec capot CEM pour effectuer une reprise des écrans sur 360°.

Le noyau sera conforme à la norme EN ou IEC 60603-7-51 de 2010.

Ce noyau sera constitué de :

- 8 points utilisés pour le transport des signaux,
- le neuvième point est destiné d'une part à mettre le drain du câble à la masse, et d'autre part à assurer la continuité de la même masse jusqu'au terminal.
- D'un blindage CEM sur toute la périphérie de la prise assurant une reprise à 360° des écrans des câbles

Le noyau de la prise terminale pourra être équipé d'un volet cache poussière. Il conviendra de vérifier la profondeur du noyau vis-à-vis des goulottes, plinthes et boîtiers/modules afin de respecter le rayon de courbure des câbles.

Important : l'entreprise devra fournir les caractéristiques des prises terminales (marque, fiches techniques et certificats d'homologation ainsi qu'un échantillon) pour validation avant le démarrage des travaux.

Convention de raccordement du noyau RJ 45

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

Câble		Prise RJ 45
Paires	Couleur	Points
2—	Blanc/orange	1
2—	Orange	2
3—	Blanc/vert	3
1—	Bleu	4
1—	Blanc/bleu	5
3—	Vert	6
4—	Blanc/marron	7
4—	Marron	8
Drain	cuivre nu	9

Câblage du noyau RJ 45 terminale

Le raccordement des noyaux sera effectué selon les prescriptions du constructeur **et** en respectant les règles suivantes :

- Le détorsadage devra être le plus court possible,
- Le pas de torsade du câble sera conservé,
- La longueur de dégainage du câble sera minimale,
- Le raccordement des 8 fils et de la continuité des écrans sera effectué soigneusement avec l'outil adapté,
- La longueur de fil après le contact auto dénudant n'excédera pas 1 mm,
- Le fil de continuité (drain) sera raccordé à la prise sur le plot prévu à cet effet ou tout autre moyen mentionné par le constructeur,
- S'assurer de la bonne **reprise à 360°** des écrans telle qu'elle a été préconisée par le constructeur, éventuellement amendée et validée par le maître d'ouvrage. La partie conductrice des écrans sera en contact avec le capot CEM du noyau.
- Le **lovage du câble dans les goulottes** avant sa connexion est **interdit**. Le câbleur devra laisser un mou de 2 à 3 cm justes suffisants pour refaire une fois le raccordement du noyau.

9.4.8. Le Plastron

Les plastrons des prises terminales seront de couleur blanche, au format 45x45 à clipsage direct associés à un système anti-arrachement, afin d'assurer une parfaite tenue au support.

Ils disposeront d'un volet de protection mobile et inamovible en l'absence de volet de protection cache poussière sur le noyau des prises terminales.

Le plastron assurera au bloc prise un degré de protection minimum IP4x. Afin de garantir une tenue optimale, les enjoliveurs et plastrons seront de même gamme et même constructeurs que la goulotte et socles de prises (Cf § 7.4)

Les plastrons intégreront un système de marquage et d'identification des noyaux terminaux (Cf 4.3.1)

9.5. Arrivées opérateurs

Les arrivées opérateurs désignent les boîtiers de répartition d'un opérateur de communication installé chez l'abonné. Ces arrivées peuvent être de type cuivre (répartiteur téléphonique), et/ou de type fibre. Elles seront installées dans le **Local Technique Principal** afin de centraliser les ressources téléphoniques et réseaux dans un même lieu adapté et sécurisé.

Afin de faciliter l'installation des arrivées opérateurs, un fourreau Ø 40mm sera installé entre la chambre de tirage opérateur située sur le domaine public et le LTP. Ce fourreau sera aiguillé et empruntera principalement les cheminements VDI.

Si les arrivées opérateurs ne sont pas installées dans le LTP, toutes les démarches auprès des opérateurs pour les déplacer, seront effectuées dans le cadre des travaux. Dans le cas où les démarches seraient trop longues ou techniquement impossible, **le Maître d'Ouvrage** pourra prendre la décision de ne pas déplacer l'arrivée opérateur.

Les arrivées opérateurs seront reportées dans le Répartiteur Général comme indiqué au § 9.4.4.

10. Vérifications techniques

10.1. Généralités

En application de la réglementation en vigueur, l'entreprise procèdera pendant la période d'exécution des travaux, aux vérifications techniques réglementaires qui lui incombent.

Ce contrôle interne doit être réalisé au niveau des fournitures, du stockage, de la fabrication et de la mise en œuvre.

La procédure de contrôle doit apporter la preuve que l'installation a été réalisée :

- conformément à la réglementation française (Cf § 3),
- conformément aux avis techniques du CSTB,
- conformément aux règles de l'art,
- conformément aux prescriptions du présent document.

Elle devra aussi permettre de vérifier que :

- les composants n'ont pas été dégradés pendant leur installation,
- l'installation ne comporte pas de défauts "ou vices cachés".

La procédure de contrôle se divise en quatre niveaux :

- 1- un contrôle visuel des quantités installées et sa correspondance avec les pièces écrites et les documents graphiques,
- 2- un contrôle de la desserte des tensions,
- 3- un contrôle du bon fonctionnement des appareils de protection,
- 4- un contrôle prouvant que les réseaux de mise à la terre des répartiteurs et des cheminements sont correctement réalisés,

Tout contrôle mettant en évidence un dysfonctionnement ou une quelconque incohérence se traduira par l'obligation pour l'entreprise d'y remédier à ses frais, et de valider la remise en état par un nouveau contrôle.

Un document établi par l'entreprise attestera que l'ensemble des contrôles précités ait été effectué dans leur intégralité et qu'il ne subsiste aucun défaut dans l'installation. Ce document sera remis au maître d'ouvrage, ainsi que tous les rapports justificatifs.

10.2. Recette cuivre

La procédure de recette, réalisée par l'installateur, doit apporter la preuve que les opérations de câblage ont été effectuées correctement et que les composants n'ont pas été endommagés. La recette sera réalisée sur des noyaux **installés en position définitive**. Les objectifs de performance sont définis dans les tableaux suivants. La recette comportera des tests statiques et dynamiques sur la totalité de la réalisation (liens de distribution capillaire et rocadés).

10.2.1. Tests statiques

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.

A savoir :

- qu'elle soit correctement reliée à chacune de ses extrémités,
- que sa continuité ne soit pas interrompue,
- que sa polarité soit respectée,
- qu'aucun court-circuit ne soit provoqué entre deux conducteurs,
- que son isolement par rapport aux autres paires et par rapport à la masse soit correct,
- que sa longueur ne soit pas supérieure à la valeur autorisée,
- que les deux fils qui la composent soient bien ceux d'une même paire (dépairage),
- que la reprise à 360° des écrans du lien capillaire soit réalisée
- que son identification (repère géographique) sur le plan d'installation corresponde bien à la réalité.

10.2.2. Tests dynamiques

Ces tests permettront de vérifier que les limites des paramètres définis par la norme **ISO 11801 (2^{ème} édition – Amendement 2)** jusqu'à des fréquences de 500 MHz ne sont pas dépassées. Les mesures seront réalisées en mode « **permanent link** ».

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 et une fiche de tests.

Important : la vitesse de propagation (NVP ou VPN) paramétrée dans l'appareil de mesure devra être celle du câble installé et non pas une valeur par défaut. La documentation du constructeur du câble précisant la VPN devra être systématiquement fournie avec les fiches de recette.

L'entreprise prendra soin de changer les cordons de test toutes les 500 mesures et de mettre à jour le testeur à la dernière version disponible chez le constructeur. L'entreprise fournira un certificat de métrologie de l'appareil datant de moins de 6 mois avant d'avoir effectué les tests. Le testeur et l'injecteur seront étalonnés avant chaque usage.

Recette des câbles cuivres capillaires

La recette des câbles cuivre capillaires sera réalisée selon les prescriptions de la catégorie 6_A, Classe E_A, suivant la norme ISO 11801 (2^{ème} édition – Amendement 2). Ces tests seront effectués en condition normale d'utilisation (noyaux terminaux et plastrons fixés dans les goulottes ou dans les boîtiers muraux)

Précautions nécessaires au paramétrage de l'appareil de test

- nom du site (à remplir par l'utilisateur)
- vérifier la sélection de la norme ISO 11801 (2^{ème} édition – Amendement 2)
- vérifier le type de test sélectionné (permanent link)
- vérifier le choix du câble dans les listes livrées avec le matériel de mesure. Si le câble mis en œuvre ne figure pas dans le référentiel, il convient de donner les informations suivantes :
 - Type de câble
 - Nom du Constructeur
 - Référence du câble
 - Impédance du câble avec la tolérance donnée par le constructeur (généralement +/- 15%)
- exiger la fiche technique du câble fournie par le constructeur (3 exemplaires)
- vérifier la valeur choisie pour la NVP (Nominal Velocity Propagation). Elle doit correspondre à la fiche technique du câble qui doit être fournie
- vérifier que l'identification paramétrée sur l'appareil de test correspond bien à l'identification physique du point de connexion terminal testée.

Important : ne jamais prendre un câble existant comme base pour créer un nouveau câble.

IL EST OBLIGATOIRE de vérifier LA VALEUR REELLE DE LA NVP AUPRES DU CONSTRUCTEUR du câble testé, attestée par un document d'homologation fourni.

Si cette valeur est erronée l'ensemble des tests ne pourra être pris en compte et devra être refait.

Seul le respect strict de ce paramétrage permet de mesurer rigoureusement la qualité des travaux de construction de l'infrastructure capillaire de communication.

NB : le cahier de recette doit être fourni au format natif (accompagné du logiciel testeur qui permet de le lire), et format pouvant être lu via un logiciel libre de droit.

10.3. Recette optique

Comme pour les mesures cuivre, l'entreprise devra proposer au maître d'ouvrage une méthodologie de test.

La procédure de recette consiste à effectuer une mesure par réflectométrie. Les mesures seront réalisées sur deux fenêtres de longueurs d'onde :

- à **850 nm et 1300 nm** +/- 20nm pour la fibre multimode OM3 à gradient d'indice double fenêtre - 50/125µm
- à **1310 nm et 1550 nm** +/- 20nm, pour la fibre monomode OS1 double fenêtre – 9/125µm

Les tests seront effectués dans **les deux sens** sur chaque brin optique. Pour cela, l'entreprise utilisera **une bobine amorce et une bobine de fin** de façon à mesurer les affaiblissements des deux connecteurs dans un sens puis dans l'autre. Ces bobines seront chacune de 500 mètres pour la multimode et de 1000 mètres pour la monomode.

Remarque : une mesure de photométrie sera réalisée pour les liaisons inférieures ou égales à 20 mètres. En effet, pour ces distances, le réflectomètre ne fournira pas de résultats interprétables. Le photomètre, constitué d'une source et d'un récepteur, mesure l'affaiblissement total du signal lumineux à travers un lien optique.

Points à vérifier et renseigner pour la validation des fiches de tests

- nom du site
- identification du brin
- méthodologie employée en Multimode (selon OF500) pour protocole 1000SX (à 850nm) & 1000LX (à 1300nm)
- méthodologie employée en Monomode (selon OF2000) pour protocole 1000LX (à 1310nm) et 10GLX4 (à 1550nm)
- indice de réfraction (1,4X dB/km à préciser selon fibre employée)
- temps de test : entre 10 & 30s pour lissage optimisé

Les valeurs à ne pas dépasser :

Atténuation sur la fibre

	Fibre Multimode (OM3)		Fibre Monomode (OS1)	
Longueur d'onde	850 nm	1300 nm	1310 nm	1550 nm
Atténuation maximale (en dB/Km)	3,5	1,5	1	1

Perte d'insertion globale :

Classe	Fibre Multimode (OM3)		Fibre Monomode (OS1)	
	850 nm	1300 nm	1310 nm	1550 nm
OF 300 (en dB)	2,55	1,95	1,8	1,8
OF 500 (en dB)	3,25	2,25	2	2
OF 2000 (en dB)	8,5	4,5	3,5	3,5

Important : La valeur individuelle de l'affaiblissement d'un connecteur dans un sens ne devra **jamais** dépasser **0,50 dB**. à 850 nm et à 1300 nm

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 évènements. En aucun cas, les affaiblissements ne seront mesurés par positionnement manuel de curseurs. L'appareil de test sera calibré avec la valeur de réflexion du

constructeur et non pas avec une valeur moyenne. Un certificat d'étalonnage du matériel de test sera fourni avant d'effectuer la recette des liens optiques.

Les courbes de réflectométrie et de photométrie seront imprimées et fournies avec le dossier de recette. Elles mentionneront les échelles et les conditions de mesure. Sur chaque mesure devra apparaître l'affaiblissement de chaque connecteur et de la fibre. Afin d'optimiser la lecture des réflectogrammes et de mettre en évidence nettement tous défauts éventuels présents sur le câble, ceux-ci seront expansés au maximum possible des échelles pour faire apparaître uniquement les deux connecteurs d'extrémité et la longueur de fibre mesurée

10.4. Recette des réseaux de terre

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

Pour cela, il devra, à partir de chaque répartiteur et jusqu'à la colonne de terre, vérifier à l'aide d'un multimètre la continuité de la mise à la masse des cheminements et des répartiteurs.

11. Dossier des ouvrages exécutés : DOE

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

- Infrastructure de câblage :
 - Le synoptique de l'infrastructure VDI,
 - Un document type tableur de répartition des bornes par bâtiment, local et répartiteur,
 - Les schémas complets et détaillés sous pochette plastifiée transparente de chaque coffret ou armoire électrique (schéma unifilaire et schéma de face avant des coffrets), dont un exemplaire supplémentaire sera laissé à disposition dans chaque coffret ou armoire.
 - Le schéma de répartition de la tête opérateur

- Matériel installé :
 - Fiches signalétiques générales des composants,
 - Les fiches techniques de tous les composants utilisés avec leurs certificats d'agrément.
 - Un tableau récapitulatif indiquant le nombre de cordons de brassage par longueur pour chaque répartiteur.
- Cahier de recette :
 - Des liens capillaires cuivre classés par répartiteur,
 - Des rocares optiques classées par répartiteur,
 - Une attestation de conformité de mise à la terre des équipements et infrastructures installés.
- Plans :
 - Le plan de masse lié à l'opération avec les cheminements principaux, l'implantation de chaque répartiteur VDI, coffret et armoire BT-VDI ;
 - des bâtiments avec l'implantation et l'identification des liens capillaires, des cheminements et des équipements installés,
 - des locaux techniques VDI avec l'implantation des baies et la position de l'arrivée opérateur,
 - des faces avant des baies différenciant les noyaux installés et les emplacements libres

L'entreprise devra fournir toute documentation ou spécifications techniques qui pourraient lui être demandées.

L'entreprise doit remettre impérativement au Maître d'Ouvrage 3 exemplaires numériques du dossier des ouvrages exécutés DOE (pour les plans DWG ou DXF ainsi que PDF) :

- Un exemplaire pour le Maître d'ouvrage.
- Un exemplaire pour le mandataire, le cas échéant.
- Un exemplaire pour l'établissement.

12. Garanties

12.1. Garantie constructeur

Afin de garantir la pérennité de l'installation, **l'entreprise ainsi que ses intervenants (y compris sous-traitants) devront obligatoirement posséder l'agrément du constructeur** en tant que prestataire agréé. De plus, chaque technicien intervenant sur le câblage devra être en mesure de présenter un certificat nominatif de formation sur le matériel installé émanant du constructeur.

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

- d'une garantie produits de 15 ans sur l'ensemble des composants passifs du câblage,
- d'une garantie applicative de 15 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 :

- La certification nominative par le constructeur des techniciens en charge des travaux de pose des câbles, de raccordement et de tests,
- Engagement du constructeur à fournir la garantie en fin d'installation par l'installateur
- 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.

13. Répartition des Bornes par local

Le nombre et la répartition des bornes au sein d'un local ou zone fonctionnelle seront définis à minima selon l'aménagement de l'espace, en référence aux prescriptions générales énoncées ci-dessous et reprises dans le tableau §13.2. Ils doivent être arrêtés dès le programme de construction ou de réhabilitation, en accord avec l'équipe éducative et le chargé d'établissement (direction des lycées) de la Région.

13.1. Implantation des bornes :

Les Bornes Normales (BN)

Les Bornes Normales associées à un bureau tel que dans l'Administration, seront installées à proximité des bureaux.

Les Bornes Normales Eclatées (BNe)

De plus en plus de salles banalisées sont équipées de vidéo projecteurs fixés de manière permanente au plafond.

Cette borne spécifique permet d'alimenter les vidéo projecteurs fixes, tout en les raccordant au réseau de données de l'établissement, La BNe consiste à éclater la BN en 2 boîtiers indépendants :

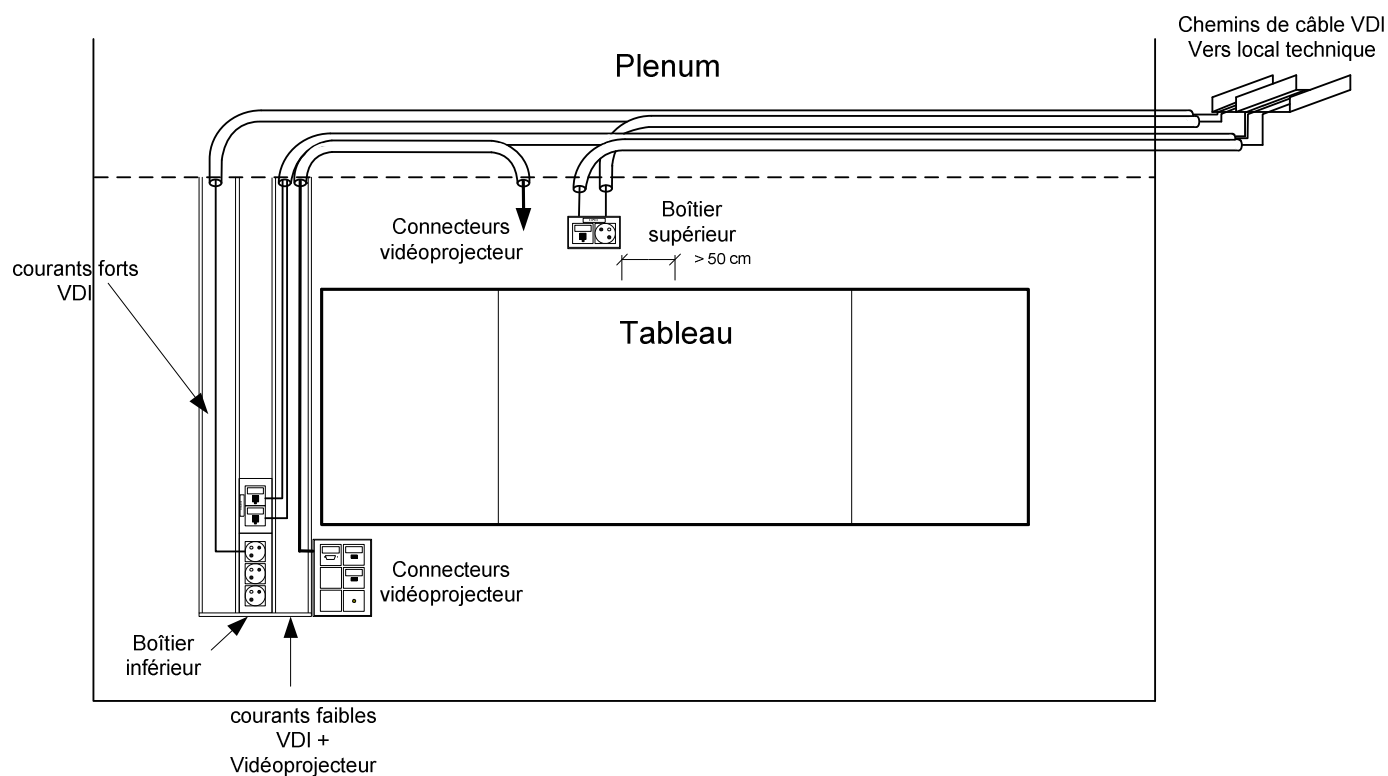
- 1 boîtier inférieur, près du tableau de l'enseignant, composé de 2 noyaux terminaux RJ45 (prises A et B de la BN) + 3 prises électriques;
- 1 boîtier supérieur composé d'un noyau terminal RJ45 (prise C de la BN) + 1 prise électrique au-dessus du tableau de l'enseignant, sur la même paroi que celui-ci, visible (accessible) sous le plafond.

Dans une salle de cours, le boîtier inférieur de la BNe devra être située **côté fenêtre** au niveau du tableau et installée à une hauteur comprise entre 100 et 140 cm du sol.

L'emplacement du boîtier supérieur de la BNe ne doit pas gêner l'installation de l'éclairage du tableau ou de la salle (emplacement des lampes), et la fixation du

bras du vidéo projecteur. A défaut de connaître à l'avance ces trois contraintes, le boîtier supérieur sera installé juste en dessous du faux plafond, excentré de 50cm en direction des fenêtres.

Implantation type dans une salle banalisée – Vue de face



Les Bornes Simples (BS)

La distribution des Bornes Simples se fera soit en goulotte en allège en périphérie de la salle, soit dans le mobilier fixe (par exemple arrivée des câbles par le sol au niveau de chaque paillasse), soit par des perches ou colonnes pour alimenter des postes de travail en partie centrale. Les plans d'implantation seront réalisés par le maître d'œuvre en collaboration avec l'établissement afin de mettre en place une installation cohérente et fonctionnelle adaptée aux usages éducatifs.

Les Bornes Simples Individuelles (BSi)

Les Bornes Individuelles sont utilisées pour connecter au réseau des appareils ne possédant qu'un cordon d'alimentation comme par exemple les ordinateurs portables. Principalement utilisées dans les Internats, les BSi seront installées à raison d'une prise par lit et positionnées à proximité de chacune des tables de travail composant le local d'hébergement.

Les Bornes Simples Hautes (BSh)

Ces bornes sont installées à une hauteur de 2,5 m permettent de connecter soit des écrans d'information, de la vidéo surveillance, de la gestion d'heure, des bornes de téléphonie mobile ou encore des bornes Wifi.

Les Bornes Simples Particulières (BSp)

Les BSp ont pour fonction de connecter des appareils techniques type GTC au réseau informatique de l'établissement, ou d'installer une ligne téléphonique spécifique dans un lieu peu accessible (ascenseur).

Dans les locaux techniques, les BSp seront implantées à proximité du matériel qu'elles doivent connecter.

Ces bornes seront également installées dans les logements de fonction à raison de deux BSp par logement. Elle sera implantée au niveau du tableau de communication du logement (NFC 15-100).

Le choix de la solution de distribution, doit prendre en considération les caractéristiques fonctionnelles des locaux (accessibilité, visibilité, évacuation incendie...) ainsi que la faisabilité et le coût de réalisation estimé.

13.2. Typologie des locaux des lycées

Ce Tableau a pour objet de définir les utilisations principales de chaque type de local d'enseignement ou zone fonctionnelle, et d'en traduire les besoins en nombre minimal de points d'accès utilisateur (X= Nbre d'appareils connectés) :

CELLULE FONCTIONNELLE	POINTS D'ACCES	OBSERVATIONS
Accueil	Néant	
Accueil CDI	X BN + X BS + 1 BSh	1 BN par poste de travail. A localiser en fonction de l'aménagement prévu. 1 BS par périphérique d'impression et d'acquisition. 1 BSh pour diffusion d'informations.
Archives de proximité	Néant	
Archives générales	Néant	
Archives Vie scolaire	Néant	
Atelier	X BS + 1 BSp	X à définir en fonction du nombre d'appareil connecter. Ces bornes seront fixées sur une face externe du chemin de câbles VDI. 1 BSp sera utilisée pour un téléphone de sécurité.
Atelier Maintenance	2 BSp	Selon les besoins de la téléphonie de sécurité ou de connectivité des systèmes au réseau informatique.
Attente	Néant	
Bureau assistante sociale	1 BN	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Bureau chef de travaux	1 BN	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Bureau conseiller d'orientation	1 BN	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Bureau CPE	X BN	1 BN par poste de travail. A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Bureau du proviseur	1 BN + 1 BS	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Bureau du proviseur adjoint	1 BN	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Bureau gestionnaire	1 BN	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Bureau infirmière/médecin	1 BN	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Bureau Intendance Comptabilité	X BN	1 BN par poste de travail. A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Bureau magasinier	1 BN	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Bureau professeurs	1 BN + 1 BSi	1 BN située dans le local professeurs. 1 BSi située dans la salle et équipée d'une protection anti-chocs.
Bureau reception ou association	1 BS	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Bureau responsable des équipes entretien	1 BN	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Bureau responsable équipe	1 BN	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Bureau secrétariat de Direction	X BN	1 BN par poste de travail. A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Bureau secrétariat intendance	X BN	1 BN par poste de travail. A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Bureau surveillants	X BN	1 BN par poste de travail. A positionner en fonction de l'aménagement prévu.

Centre de ressources	(X+2) BS	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Centre documentation ressources	Néant	
Chambre Maître Internat	2 BSi	Pour poste informatique et téléphonie.
Chambres des internes	X BSi	1 BSi par lit positionnée au niveau des bureaux.
Déboîtage, déconditionnement	2 BS	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Dépôt	Néant	
Dépôt Arts Plastiques	Néant	
Dépôt Musique	Néant	
Dépôt SI/CIT	Néant	
Dépôt SSI	Néant	
Dépôt/Vestiaires/stockage mobilier	Néant	
Détente Administration	Néant	
Distribution	2 BS	Pour connexion au distributeur de plateaux.
Espace repos	Néant	
Foyer des élèves	1 BSh	Borne située en hauteur, pour diffusion d'informations.
Hall d'accueil (espace lave-mains)	1 BSh	Pour diffusion d'informations.
Hall d'entrée	1 BSh	Pour diffusion d'informations.
La loge	1 BN + X BS	1 BN par poste de travail. A localiser en fonction de l'aménagement prévu. 1 BS par périphérique connecté.
Laboratoire	1 BNe + (X+2) BS	1 BNe située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. BS à répartir, en fonction de l'aménagement prévu.
Laboratoire de communication	1 BNe + (X+2) BS	1 BNe située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. BS à répartir, en fonction de l'aménagement prévu.
Laboratoire informatique 18 postes	1 BNe + (X+2) BS	1 BNe située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. BS à répartir, en fonction de l'aménagement prévu.
Laboratoire informatique 24 postes	1 BNe + (X+2) BS	1 BNe située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. BS à répartir, en fonction de l'aménagement prévu.
Laboratoire informatique 9 postes	1 BNe + (X+2) BS	1 BNe située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. BS à répartir, en fonction de l'aménagement prévu.

CELLULE FONCTIONNELLE	POINTS D'ACCES	OBSERVATIONS
Laboratoire SI/CIT	1 BNe + (X+2) BS	1 BNe située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. BS à répartir, en fonction de l'aménagement prévu.
Laboratoire SSI	1 BNe + (X+2) BS	1 BNe située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. BS à répartir, en fonction de l'aménagement prévu.
Laboratoire STI2D enseign. de spécialités	1 BNe + (X+2) BS	1 BNe située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. BS à répartir, en fonction de l'aménagement prévu.
Laboratoire STI2D enseign. Transversaux	1 BNe + (X+2) BS	1 BNe située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. BS à répartir, en fonction de l'aménagement prévu.
Laboratoires spécialisés (BTS SEN, SIO, IRIS)	1 BNe + (X+2) BS	1 BNe située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. Aménagement spécifique détaillé au § 13.3.
Le Hall	1 BSh + 1 BS	1 BSh pour diffusion d'informations. 1 BS pour appareil connecté.
L'espace polyvalent	2 BN + 2 BS	1 BN coté scène, la seconde en fond de salle. Les BS seront installées de part et d'autre de la salle.
Lingerie	1 BSp	Selon les besoins de la téléphonie de sécurité ou de connectivité des systèmes au réseau informatique.
Local carburants	Néant	
Local d'entretien	Néant	
Local Détente personnel	2 BS	Pour poste informatique et téléphonie.
Local espaces verts	Néant	
Local matériel travail en hauteur	Néant	
Local ménage	Néant	
Local onduleur Photovoltaïque	2 BSp	Selon les besoins de la téléphonie de sécurité ou de connectivité des systèmes au réseau informatique.
Local technique	X BSp	X en fonction du nombre de système à raccorder (GTC, sonde,...).
Local TGBT	2 BSp	Selon les besoins de la téléphonie de sécurité ou de connectivité des systèmes au réseau informatique.
Local VDI	14 BS dans le LTP 2 BS dans chaque LTS	Pour connexions serveurs.
Locaux annexes (colis, sanitaires)	Néant	
Locaux de circulation	X BSh	Pour diffusion d'informations, borne DECT et distribution de l'heure. A chaque extrémité des circulations.
Logement de fonction	2 BSp	Les bornes seront installées à l'entrée de chaque logement au niveau du coffret de communication.

Machinerie ascenseur	2 BSp	Installation de BSp, ou arrivée uniquement des câbles, à définir en fonction de l'installation.
Portail extérieur	X BSp	X BSp, ou arrivée uniquement des câbles, pour équipement connecté (vidéo, interphonie,...).
Préparations chaudes	X BS	Enregistrement des températures des fours, sauteuses, marmites,...
Préparations froides	X BS	Enregistrement des températures du local.
Réception	2 BS	Située sur le quai de déchargement.
Reprographie	(X+2) BSi	Pour les appareils de reprographie connectés au réseau.
Réserve épicerie	1 BS	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Réserves	Néant	
Salle à manger élèves et adultes	2 BS + 2 BSh	2 BS pour raccordement de postes informatiques ponctuels. 2 BSh pour diffusion d'informations.
Salle banalisée classe entière	1 BNe	Située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. Le boîtier haut au dessus du tableau.
Salle banalisée groupe	1 BNe	Située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. Le boîtier haut au dessus du tableau.
Salle d'activités de groupe	1 BN	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Salle d'activités tertiaires SAT	1 BNe	Située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. Le boîtier haut au dessus du tableau.
Salle d'Arts Plastiques	1 BNe + (X+2) BS	1 BNe située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. BS à répartir, en fonction de l'aménagement prévu.
Salle de collections	Néant	
salle de cours	1 BNe	Située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. Le boîtier haut au dessus du tableau.
Salle de cours et technologie	1 BNe	Située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. Le boîtier haut au dessus du tableau.
Salle de cours PHY-CHI-SVT	1 BNe	Située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. Le boîtier haut au dessus du tableau.
Salle de cours SSI	1 BNe	Située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. Le boîtier haut au dessus du tableau.
salle de cours STI2D	1 BNe	Située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. Le boîtier haut au dessus du tableau.
Salle de démonstration collective	1 BNe	Située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. Le boîtier haut au dessus du tableau.
Salle de détente / Foyer	1 BSh	Pour diffusion d'informations.
Salle de lancement	1 BN	Postes informatiques destinés à la préparation des cours.
Salle de lecture	X BS	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Salle de Musique	1 BNe	Située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. Le boîtier haut au dessus du tableau.
Salle de préparation	1 BN	Postes informatiques destinés à la préparation des cours.
Salle de préparation/pôle sciences	2 BN	Salle de préparation des supports de cours, à disposition des enseignants.
Salle de réunion	1 BNe + 3 BSi	Réparties dans la salle selon l'aménagement prévu.

CELLULE FONCTIONNELLE	POINTS D'ACCES	OBSERVATIONS
Salle de réunion délégués	1 BN	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Salle de soins	Néant	
Salle de TP	1 BNe + (X+2) BS	1 BNe située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. 1 BS par paillasse de 2 élèves.
Salle de travail	6 BS + 1BSh	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Salle de travail classe	1 BNe	Située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. Le boîtier haut au dessus du tableau.
Salle de travail et d'études	8 BS maxi	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Salle de travail groupe	1 BN	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Salle de travail individuel	1 BN	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Salle des agents	2 BS	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Salle des professeurs + Cafétéria	1 BN + 1 BSh	A répartir en fonction de l'aménagement prévu. Borne située en hauteur, pour diffusion d'informations.
Salle d'études	1 BNe	Située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. Le boîtier haut au dessus du tableau.
Salle informatique interdisciplinaire	1 BNe + (X+2) BS	1 BNe située près du tableau, côté fenêtre, pour démonstration collective. BS à répartir, en fonction de l'aménagement prévu.
Sanitaire	Néant	
Secretariat	1 BN	A positionner en fonction de l'aménagement prévu.
Stockage documentation	Néant	
Stockage mobilier	Néant	
Stockages équipements	Néant	
Vestiaires	Néant	

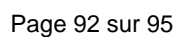
13.3. Enseignement spécifique réseau et télécom

Certaines spécialités professionnelles dédiées à l'apprentissage du fonctionnement des réseaux de communication nécessitent l'installation d'un réseau indépendant afin de ne pas perturber le reste de l'établissement.

Pour cela et afin de garder de la flexibilité, un coffret VDI et une armoire électrique VDI seront installés dans chaque salle et desserviront l'ensemble des bornes de la salle à l'exception de la BNe.

La BNe sera alimentée et raccordée directement au LTP ou LTS le plus proche tant du côté courant fort que courant faible.

Deux Bornes Techniques en provenance du répartiteur VDI le plus proche (identique à celui de la BNe) seront installées dans le coffret VDI en vue de raccorder cette salle au réseau de l'établissement ou d'acheminer un accès Internet dédié à l'enseignement.



Repérage

Le coffret VDI portera la dénomination du répartiteur VDI dont il dépend suivi d'un numéro d'ordre :

- Si le coffret est raccordé à un sous répartiteur, le repérage sera du type SRX.X (exemple : le premier coffret rattaché au SR2, portera la dénomination SR2.1.)
- Si le coffret est raccordé au Répartiteur Général, il sera du type SR0.X

14. Clause environnementale

La Région Rhône-Alpes souhaite renforcer son implication dans une démarche environnementale raisonnée en définissant certaines règles à respecter lors des opérations de travaux.

14.1. Politique d'entreprise en faveur du développement

Les entreprises doivent être engagées, au sens large, dans une démarche de développement durable pour les thèmes suivants :

- Limiter la consommation de ressources dans l'ensemble de l'activité de l'entreprise
- Réduire la consommation énergétique
- Protéger la santé de l'utilisateur
- Réduire le volume de déchets en fin de vie des produits
- Promouvoir les droits fondamentaux des travailleurs
- Favoriser le choix d'équipements de constructeurs « responsables »

14.2. Production et commercialisation répondant aux critères de développement durable

14.2.1. Mode de fabrication des produits proposés

Les entreprises proposeront des produits issus de fabricants justifiants de la plus faible empreinte carbone et d'un suivi de l'impact environnemental des produits.

Ces dispositions devront être présentées sous deux formes :

- Bilan carbone du fabricant
- Fiche produit présentant l'impact environnemental du produit tout au long de son cycle de vie (noyau, câble, goulotte, baie)

Les entreprises proposeront, tant que faire se peut, un produit au démantèlement simple, avec des parties plastiques et métalliques recyclables, ou recyclées. Ces parties plastiques ne contiendront ni plomb, ni cadmium ou autres inclusions métalliques non séparables et seront constituées d'un seul polymère ou de polymères compatibles.

Les entreprises proposeront des produits exempts de substances classées dangereuses par la Directive 67/548/CEE pour les éléments plastiques de plus de 25 g.

Les entreprises présenteront leur conformité vis à vis de la Directive Européenne 2002/95/EC – RoHS.

Les entreprises proposeront, des produits fabriqués selon un processus respectueux de la santé, de la sécurité et des droits du travail, excluant notamment le travail forcé et le travail des enfants.

14.2.2. Utilisation des produits de manière durable et respectueuse des utilisateurs

Les entreprises présenteront leurs démarches de protection de l'environnement et de la santé des utilisateurs.

Elles fourniront un guide ou mode d'emploi (en langue française) pour une utilisation respectueuse de l'environnement, notamment en termes d'économies d'énergie. Ce mode d'emploi devra être mis en téléchargement libre, sous format .txt ou .pdf.

Les entreprises proposeront tant que faire se peut un produit qui respectera les limites de rayonnements électromagnétiques indiquées par la recommandation 1999/519/CE.

14.3. Reprise des matériels et recyclage selon les normes en vigueur

Les entreprises proposeront un service de reprise pour revalorisation et/ou recyclage du matériel rendu inutilisable suite à une panne ou défini comme obsolète par le Maître d'Ouvrage. Elles en décriront les modalités.

De même, lors des travaux et de la dépose de l'ancien câblage, les entreprises s'engageront à valoriser les déchets au travers des filières adaptées.