



REGION BOURGOGNE-FRANCHE-COMTE

REFERENTIEL DE CONCEPTION DES INFRASTRUCTURES VOIX – DONNEES – IMAGES DES LYCEES DE BOURGOGNE-FRANCHE-COMTE

Rev	Date	Rédaction	Approbation
2.1	28/02/2017	C.PELOTTE	A.LAMY
2.2	29/03/2017	C.PELOTTE	A.LAMY

Sommaire

1.	Introduction	5
1.1.	Contexte et objectif du référentiel	5
1.2.	Le cahier des clauses techniques particulières	5
1.3.	Qualité de la prestation	6
2.	Normes, règlements et DTU applicables	7
3.	Recyclage.....	8
4.	Principes d'une infrastructure VDI	9
4.1.	Objectif	9
4.2.	Architecture générale	10
4.3.	Implantation des locaux techniques	11
4.3.1.	Zone d'influence campus.....	11
4.3.2.	Zone d'influence bâtiment	12
4.3.3.	Caractéristique du local technique principal	13
4.3.4.	Caractéristique des locaux techniques secondaires	14
4.3.5.	Agencement/Dimensionnement des locaux techniques.....	15
4.3.6.	Caractéristiques des coffrets techniques secondaires	16
4.3.7.	Disposition des baies dans le local technique principal	16
5.	Maçonnerie et aménagement.....	17
5.1.	Percements.....	17
5.2.	Rebouchages.....	17
5.3.	Habillage des colonnes inter-étages	17
5.4.	Aménagement du local technique principal.....	17
5.4.1.	Porte	17
5.4.2.	Préconisation pour la réalisation d'un faux plancher.....	17
5.4.3.	Cloisons	18
5.4.3.1.	Ossature	18
5.4.3.2.	Panneaux	18
5.4.3.3.	Pose	18
5.4.4.	Faux plancher	18
5.4.5.	Climatisation	19
5.4.6.	Onduleur.....	20
6.	Spécifications techniques VDI	21
6.1.	Baies.....	21
6.1.1.	Caractéristiques	21
6.1.2.	Exemple de répartition dans une baie Type « Répartition VDI »	22
6.1.3.	Exemple de répartition dans une baie Type « BackBone »	23
6.1.4.	Exemple de répartition dans une baie Type « Telecom »	24
6.1.5.	Exemple de répartition électrique dans une baie	25
6.2.	Liens cuivre « Catégorie 6a Classe Ea »	26
6.2.1.	Câbles de distribution	26
6.2.2.	Connecteurs	26
6.2.3.	Répartiteurs	27
6.2.4.	Raccordement des câbles dans les baies	28
6.2.5.	Pose des câbles sur les chemins de câbles.....	29
6.2.6.	Pose des câbles dans les goulottes et boîtiers	29
6.2.7.	Cordons de brassage	30
6.2.8.	Points d'accès utilisateurs	31

6.2.8.1.	Principe.....	31
6.2.8.2.	La borne réduite (BR)	32
6.2.8.3.	La borne individuelle (BI)	33
6.2.8.4.	Préconisation des ratios	33
6.3.	Rocades optiques.....	34
6.3.1.	Câbles optiques	34
6.3.1.1.	Câbles optiques monomode	35
6.3.2.	Tiroirs optiques.....	36
6.3.3.	Connecteurs optiques	37
6.3.4.	Répartition des brins	38
6.4.	Les rocades cuivre	39
6.5.	Les cheminements	40
6.5.1.	Préambule.....	40
6.5.2.	Règles d'implantation	40
6.5.3.	Les chemins de câbles	40
6.5.4.	Les supports des chemins de câbles	43
6.5.5.	Les tubes IRL	45
6.5.6.	Les gaines ICTA	46
6.5.7.	Règles de cheminement dans les faux plafonds.....	46
6.5.8.	Les goulottes.....	46
6.5.9.	Protection des câbles.....	46
6.5.10.	La mise à la Terre.....	47
6.6.	Recommandations de mise en œuvre CEM	49
6.6.1.	Principes	49
6.6.2.	Exemples de réalisation	49
6.6.3.	Contraintes d'environnement.....	50
6.7.	Le repérage	52
6.7.1.	Principe	52
6.7.2.	Les locaux techniques.....	52
6.7.3.	Les cheminements	52
6.7.4.	Les câbles VDI.....	52
6.7.5.	Repérage des sites et locaux techniques	53
6.7.6.	Les prises.....	57
6.7.6.1.	Identification des Bornes Réduites	58
6.7.6.2.	Identification des Bornes Individuelles	58
6.7.7.	Les rocades optiques	59
6.7.8.	Les rocades cuivre.....	59
6.8.	Le câblage électrique.....	59
7.	Tests et contrôles.....	60
7.1.	Méthodologie de contrôle visuel	60
7.1.1.	Avant la mise en œuvre	60
7.1.2.	Après la mise en œuvre	60
7.2.	Mesures sur les câbles cuivre	62
7.2.1.	Chaîne de liaison Catégorie 6A Classe EA	62
7.2.2.	Rocade cuivre.....	63
7.3.	Mesures sur les câbles optiques	64
7.3.1.	Photométrie optique : Contrôle quantitatif.....	64
7.3.2.	Réflectométrie optique : Contrôle qualitatif.....	65
8.	Documentation et réception.....	66
8.1.	Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE).....	66

8.2.	Réception	66
9.	Point informatique des bornes Wifi	67
9.1.	Mise en place avec faux plafond.....	67
9.2.	Mise en place sans faux plafond.....	68
9.3.	Mise en place sur dalle haute supérieure à 2,5 mètres.....	68
9.4.	Mise en place gymnase.....	69



1. Introduction

1.1. Contexte et objectif du référentiel

Pour faire face à l'évolution des technologies, la Région Bourgogne Franche-Comté a décidé d'adopter une stratégie cohérente de câblage des bâtiments pour l'ensemble des lycées. Le présent document constitue le référentiel de conception, Catégorie 6a Classe Ea, V.D.I. (Voix Données Images).

L'objectif de ce référentiel, qui décrit l'ensemble des éléments constituant l'infrastructure de câblage, est de définir une stratégie à court terme, dans laquelle il faudra s'inscrire lors de toute nouvelle opération de création ou de modification, afin d'atteindre l'architecture cible de câblage préconisée.

Le but recherché est de maîtriser les coûts, de pérenniser les investissements, d'optimiser et d'homogénéiser la qualité des infrastructures déployées, pour pouvoir répondre aux nombreux besoins émergents en matière de nouvelles technologies à court et moyen terme.

Il sera également souhaitable que ce document serve de base lors de toute nouvelle programmation d'opération lourde afin que les estimations initiales tiennent compte du coût de mise en œuvre des infrastructures de communication VDI telles que définies dans ce référentiel.

Ce descriptif sera complété par un document, qui devra tenir compte des spécificités de chacun des sites à équiper, et qui aboutira à un Cahier des Clauses Techniques Particulières propre à chacun d'eux.

1.2. Le cahier des clauses techniques particulières

Au-delà de ce référentiel, il sera nécessaire pour chaque nouvelle opération de câblage conséquente, d'établir un CCTP, afin de mettre en concurrence les entreprises, par simple consultation ou dans le cadre d'un marché public, en validant la qualité et la conformité des installations livrées.

Le CCTP doit, dans le respect du présent référentiel, définir précisément les caractéristiques techniques du câblage VDI à déployer (en une seule ou plusieurs tranches de travaux) dans un établissement donné, en fonction notamment :

- ☛ De la topologie du site,
- ☛ Du diagnostic de l'existant,
- ☛ De l'analyse des besoins,
- ☛ Des directives du maître d'ouvrage.

Les offres des entreprises doivent respecter le cadre de la consultation. Chaque offre s'appuie sur un bordereau quantitatif et un mémoire technique motivant les aspects qualitatifs. Les éléments suivants sont attendus :

- ☛ Les quantités mises en œuvre (nombre, volume, mètres ...),
- ☛ Les prix unitaires incluant la fourniture du matériel, les frais de transport, la pose, les frais annexes de chantier, la recette, la garantie...

Dans son contenu, le CCTP doit comporter les directives concernant les éléments suivants :

- ☺ La continuité de service téléphonique, informatique et vidéo lors de l'évolution du système de câblage (description de l'existant, travaux provisoires,...),
- ☺ L'étude technique, l'établissement des plans et/ou schémas des ouvrages à réaliser,
- ☺ La réalisation du câblage,
- ☺ Les essais et la mise en œuvre des moyens nécessaires pour le contrôle des qualités techniques requises,
- ☺ La mise en service avec la garantie de résultat souhaitée,
- ☺ Les garanties légales et contractuelles,
- ☺ La formation technique du personnel qui sera chargé de l'exploitation,
- ☺ Le "**Dossier des Ouvrages Exécutés**" qui doit être remis au chargé d'exploitation.

Si la réalisation du câblage nécessite la dépose de tout ou partie d'un câblage existant, celle-ci doit être prise en compte dans le CCTP, en respectant les plans de création ou de modification des lieux, ainsi que l'évacuation des différents matériaux

1.3. Qualité de la prestation

Dans le cadre d'une opération de restructuration ou de construction, le lot "**Infrastructures de Communications VDI**", qui comporte le câblage polyvalent de type V.D.I. sur support cuivre et optique, les installations téléphoniques et l'aménagement des locaux techniques, doit faire l'objet d'un **lot distinct** du lot "courant faible" (GTC, gestion de l'heure, détection incendie, câblage et équipements TV...) ainsi que du lot "Courants Forts".

Compte tenu des spécificités et face aux enjeux pour l'avenir, il doit être demandé aux différents intervenants des niveaux de qualification réels. Ce lot "**Infrastructures de Communications VDI**" ne peut être attribué qu'à une entreprise présentant les capacités et les références suffisantes dans ce domaine particulier. Une dizaine de référence câblage de plus de 150 prises, **datant de moins de trois ans**, avec pour chaque référence :

- ☺ Le nom de l'Entreprise,
- ☺ Le nom du Client,
- ☺ Son N° de téléphone,
- ☺ Le nombre de prises installées,
- ☺ Le type de câblage installé.

En complément, le candidat doit présenter une certification de capacité d'installation estampillé par le constructeur du système de câblage.

Le titulaire doit être tenu à une obligation de résultats. En particulier, il doit remettre en œuvre matériellement et fonctionnellement les réseaux mis en place avant le câblage.

Le titulaire est tenu pour seul responsable d'un mauvais fonctionnement ou de toute défectuosité qui peut résulter d'un assemblage de pièces ou d'accessoires mal adaptés, y compris dans le cas où les composants d'un ensemble ne proviendraient pas d'un même constructeur.

2. Normes, règlements et DTU applicables

Les infrastructures déployées doivent être conformes aux normes des systèmes génériques de câblage structurés, aux règles de l'art en vigueur mais aussi respecter les normes suivantes :

A l'ensemble des normes

- ☺ Aux normes AFNOR,
- ☺ A la norme NFC 15.100 – 2002 et ses additifs,
- ☺ Au guide pratique UTE C15-900 (octobre 2000),
- ☺ Aux DTU, Documents Techniques Unifiés,
- ☺ À tous les décrets, arrêtés, règlements et normes concernant les infrastructures VDI (câblage VDI et distribution électrique) qui seront en vigueur à la date de la soumission,
- ☺ Aux règlements UTE en général,
- ☺ Norme EN 50173 Standard européen – 2009.
- ☺ Normes EN 50174 -1 et 2 – 2009,
- ☺ Norme ISO/IEC 11801 Standard International, édition septembre 2002 (additifs 1 et 2)
- ☺ Normes EIA/TIA 568 US Norme sur laquelle reposent les caractéristiques physiques des réseaux locaux et standards informatiques,
- ☺ Norme EN 55022 Perturbations des systèmes de traitement de l'information,
- ☺ Normes CEI 1000 et 801-4 Compatibilité électromagnétique,
- ☺ Norme EN 50167 Câbles de distribution capillaires,
- ☺ Normes EN 50168 Brassage,
- ☺ Norme EN 50169 Câbles de rocades,
- ☺ Aux règles de l'art,
- ☺ Au code du travail,
- ☺ Au décret du 14 novembre 1988 et circulaires relatives à la protection des travailleurs et à l'arrêté du 26 février 2003,
- ☺ Aux prescriptions spécifiques indiquées dans le présent document,
- ☺ Aux prescriptions et spécifications éditées par les divers constructeurs.

Tous les produits doivent être normalisés NF USE. Les indices de protection (IP/ IK) doivent être conformes aux normes et réglementations en vigueur, suivant la classification des risques dans les locaux.

L'entreprise doit utiliser les dernières normes en vigueur lors de la réalisation des travaux.

3. Recyclage

Lors de tout projet de réfection, il convient d'adopter des dispositions auprès du maître d'œuvre.

Il faut prévoir notamment, le démontage et de la mise en décharge/recyclage des équipements remplacés. Le Cahier des Clauses Techniques Particulières doit indiquer précisément si des équipements remplacés sont éventuellement conservés par le maître d'ouvrage (Quantité et type de matériel).

La mise en décharge/recyclage des déchets issus de son intervention (y compris emballages non réutilisés) et équipements mis au rebut en respect des bonnes pratiques environnementales.

Le recyclage doit s'effectuer en respect des bonnes pratiques environnementales, et en particulier du décret n° 2005-829 du 20 juillet 2005 relatif à la composition des équipements électriques et électroniques et à l'élimination des déchets issus de ces équipements.



4. Principes d'une infrastructure VDI

4.1. Objectif

L'objectif de ce câblage, à terme, est d'offrir à tout occupant d'un établissement un accès aux ressources de communications V.D.I. et cela en tout point du bâtiment. Ce câblage pourra notamment :

- ☛ Supporter simultanément les applications V.D.I. actuelles et futures,
- ☛ Permettre les réaffectations aisées des postes de travail, les modifications de topologie, les changements d'applications ou de type de réseau, rapidement et sans adjonction de câbles supplémentaires.

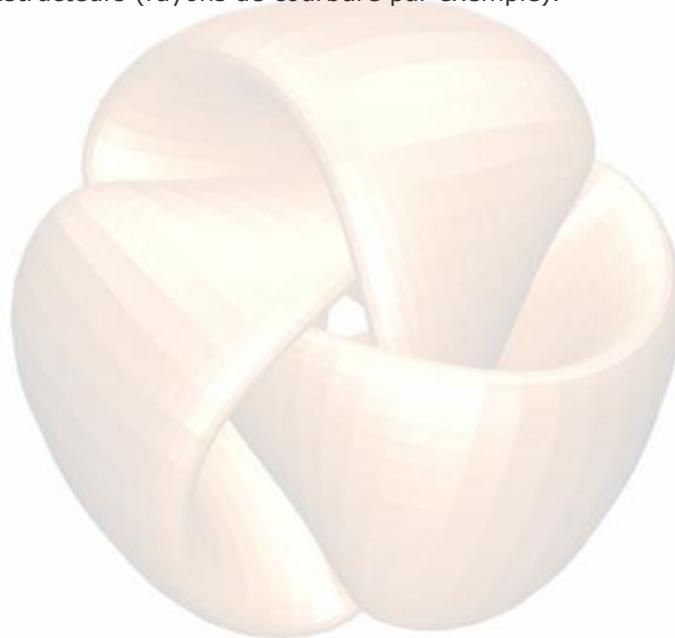
Le dimensionnement du câblage sera adapté aux besoins initiaux ainsi qu'aux extensions à court et moyen terme.

Le câblage sera défini de manière à être **systematique, reconfigurable, banalisé et universel**.

Ceci implique qu'il sera suffisant en :

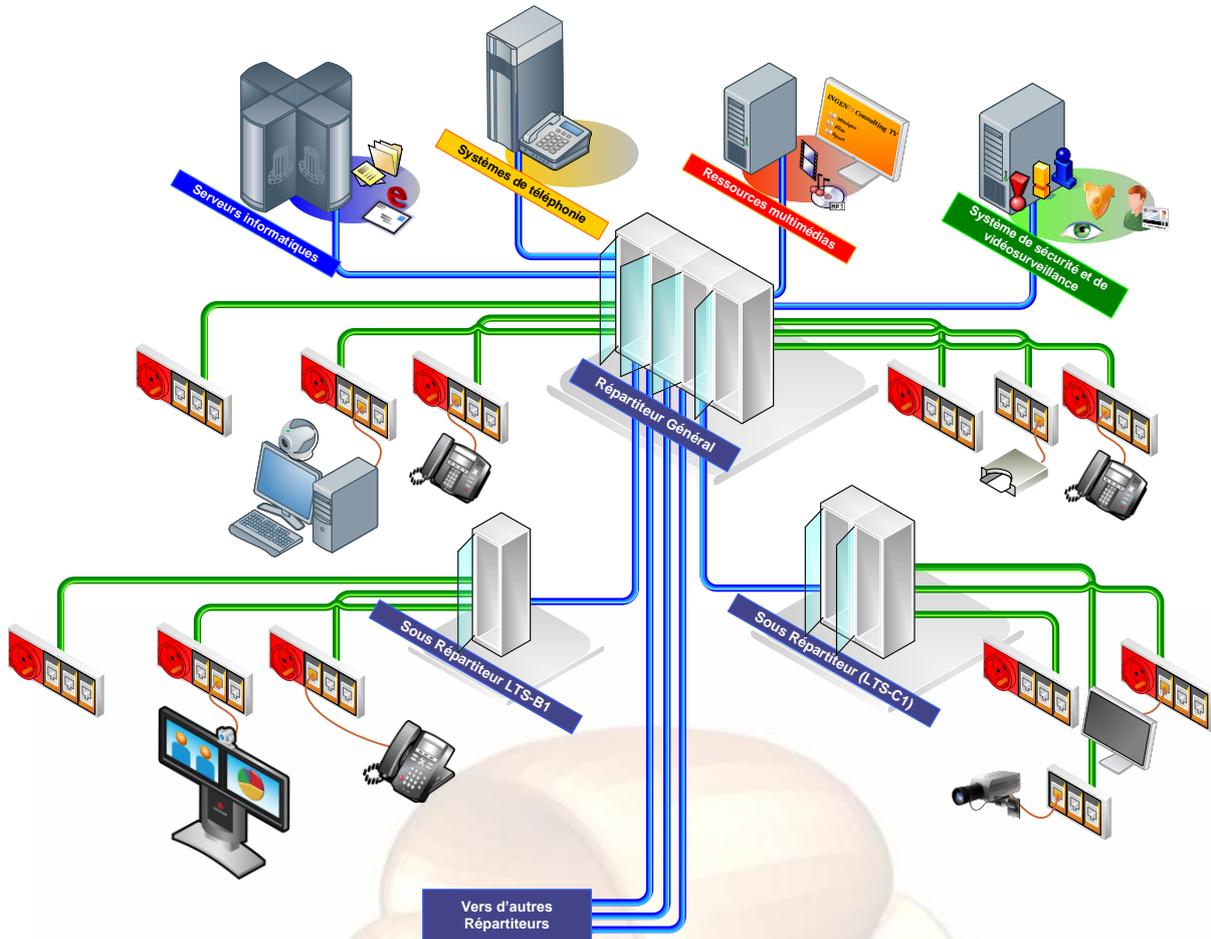
- ☛ Quantité (nombre de postes de travail et nombre de prises terminales),
- ☛ Qualité (respect des normes et des règles d'ingénierie),
- ☛ Evolutivité et adaptabilité (câblage et connectique non propriétaire).

Il est à noter que l'infrastructure sera déployée sur un site composé de plusieurs bâtiments indépendants. Le choix des types de câbles de rocade à utiliser (optique et cuivre) doit être homogène et les précautions à prendre pour leurs mises en place doivent être conformes aux exigences des constructeurs (rayons de courbure par exemple).



4.2. Architecture générale

La figure, ci-dessous, décrit de manière générale l'architecture d'une infrastructure de communication. Chacun des constituants du câblage sera détaillé dans les chapitres suivants.



Les principaux constituants d'une infrastructure de câblage sont les suivants :

- 🔌 Le répartiteur général, point central de l'architecture,
- 🔌 Le câblage capillaire alimentant les prises terminales,
- 🔌 Les points d'accès, composés de plusieurs prises RJ45 terminales et plusieurs prises « courants forts 220-240 volts VDI », que nous appellerons "bornes",
- 🔌 Le minimum de sous-répartiteurs, alimentés depuis le répartiteur général via les rocade optiques.

4.3. Implantation des locaux techniques

Nous préconisons de considérer l'ensemble d'un site afin d'en conserver l'homogénéité même si certains bâtiments, qui le composent, ne sont pas concernés immédiatement par des travaux.

C'est pour cela que le positionnement des locaux techniques nécessite la définition des **Zones d'influences**.

Nous identifions deux principes :

- ☉ La zone d'influence Campus,
- ☉ La zone d'influence Bâtiment.

La "zone d'influence Campus" consiste à déterminer quel bâtiment est le plus à même d'héberger le local technique servant de point de convergence des artères de notre infrastructure.

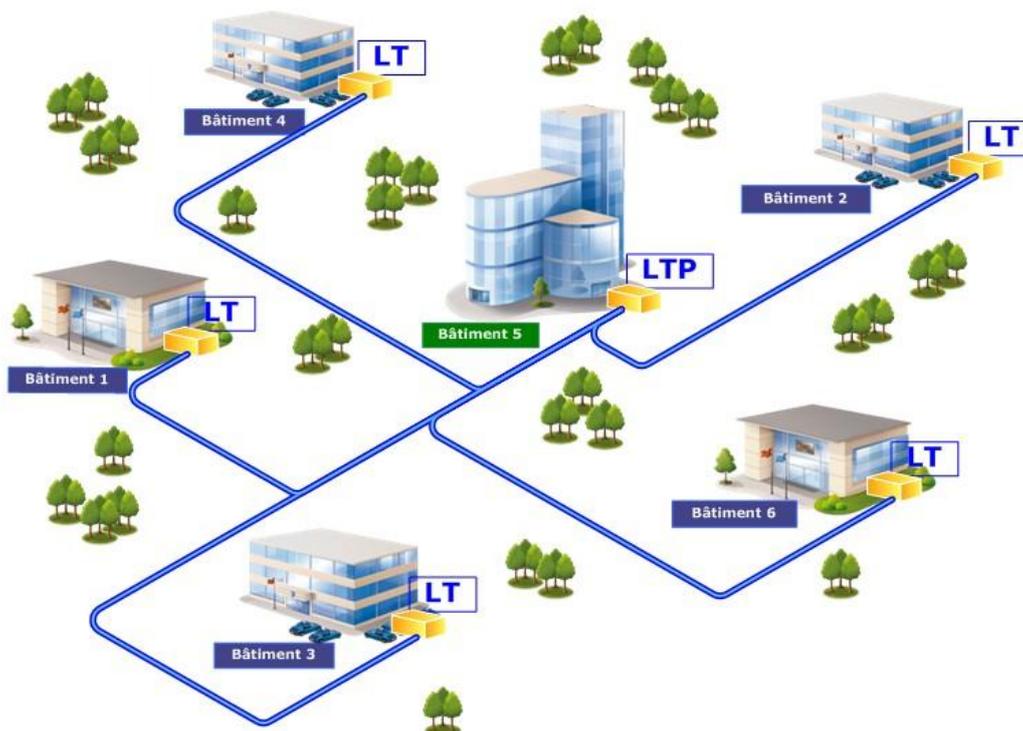
La "zone d'influence Bâtiment" consiste à déterminer quel emplacement est le plus judicieux pour créer le local technique permettant d'héberger le câblage capillaire. Chaque bâtiment sera muni d'un ou plusieurs locaux techniques.

4.3.1. Zone d'influence campus

Afin de trouver le bâtiment le mieux situé, notre recherche se focalise sur les caractéristiques suivantes :

- ☉ Etre au centre du campus afin d'optimiser les longueurs de câble (notamment les rocaes),
- ☉ Permettre d'héberger les ressources informatiques ou disposer d'alternative (double chemin) pour aller vers ces ressources.

Notre exemple, ci-après, présente un scénario de préconisation. Le bâtiment N°5, idéalement centré, est le plus à même de répondre à nos exigences (LT = Local technique).

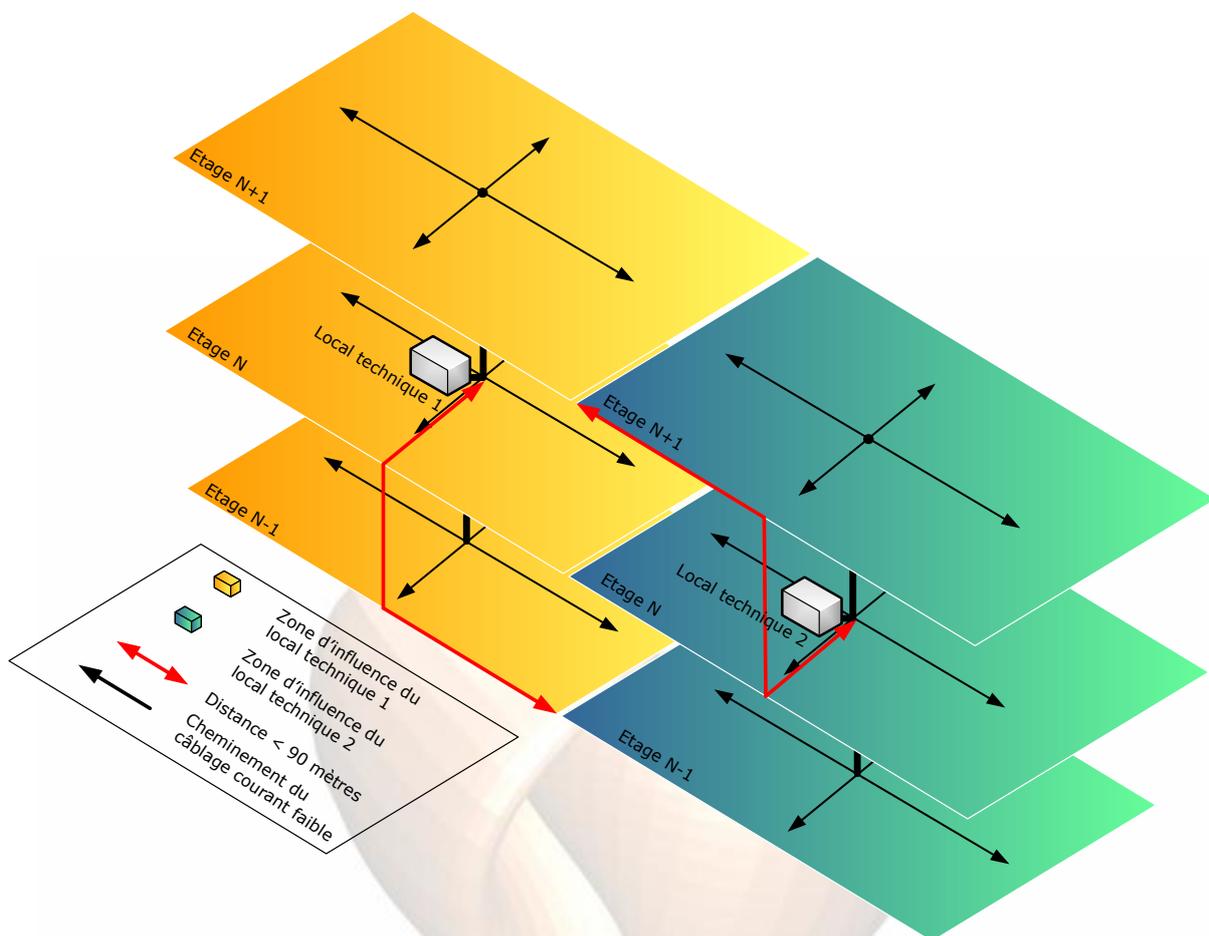


Reste à déterminer l'emplacement du local technique dans ce bâtiment. Pour cela nous appliquons les principes qui sont présentés dans le chapitre suivant « zone d'influence bâtiment ». En effet, afin d'optimiser les locaux techniques, le local permet aussi d'accueillir les points d'accès V.D.I situés à moins de 90 mètres (câblage capillaire).

4.3.2. Zone d'influence bâtiment

Il est retenu le principe d'implantation de locaux techniques permettant d'irriguer les utilisateurs dans un rayon de 50 à 70 m, c'est-à-dire une distance réelle, compte tenu des chemins de câbles et autres passages, toujours inférieure à 90 mètres.

Ce rayon n'est pas seulement horizontal, sur un même niveau, mais également vertical, ce qui présente l'avantage de desservir des utilisateurs aux niveaux inférieurs et supérieurs. Dans ce cadre, il est important de disposer (ou de créer) des gaines techniques inter-étage à proximité des locaux techniques pour basculer d'un étage à un autre.



D'une manière générale et dans le but de simplifier la gestion du câblage, il est important de limiter au maximum le nombre de sous-répartiteurs et d'augmenter la qualité de chacun (superficie, accès, climatisation, etc.).

4.3.3. Caractéristique du local technique principal

Le local technique dispose des caractéristiques importantes suivantes :

- ☺ Surface minimum de 12 m² (**la surface est calculée en fonction des équipements**), ils assurent une volumétrie permettant l'implantation de l'ensemble des matériels et le déplacement d'un technicien (hauteur sous plafond = 2,50m),
- ☺ Eloignement d'au moins 3-5 mètres des principales sources de parasites (ascenseurs, transformateurs,...),
- ☺ Equipé d'un chemin de câbles (300mm au minimum) de type dalle marine pour permettre l'installation des câbles courants faibles VDI,
- ☺ Equipé d'un éclairage d'intensité minimale 500 lux. De préférence, l'éclairage ne doit pas être de type lampe à vapeur de sodium ou type fluorescent à LED (prendre un système d'allumage électronique avec éclairage brillant de luxe si possible),
- ☺ Dimension de la porte d'entrée : 92 cm de largeur minimum,
- ☺ Respecte les normes incendie et sécurité de l'établissement (minimum 1 détecteur dans la salle),
- ☺ Peint (sol, mur) d'un support anti-poussière et antistatique,
- ☺ Dispose d'une lampe portative de sécurité sur support mural (raccordement sur une des PC à l'entrée du local + batteries incorporées),
- ☺ Equipé d'une climatisation dimensionnée en fonction des équipements installés,
- ☺ Disposé d'une bonne isolation phonique (en fonction des équipements installés dans le local),
- ☺ Equipé éventuellement d'un faux-plafond et faux-plancher.

Le local technique principal doit permettre un accès aux 4 côtés des baies et doit disposer de suffisamment de prises de courant banalisées de type domestique, dans le local technique, afin qu'un technicien de maintenance ne branche pas ses outils dans la baie ou sur les PC220 du réseau VDI.

Le local doit être réservé uniquement pour le réseau VDI.

4.3.4. Caractéristique des locaux techniques secondaires

Le local technique secondaire dispose des caractéristiques importantes suivantes :

- ✿ Eloignement d'au moins 3-5 mètres des principales sources de parasites (ascenseurs, transformateurs,...),
- ✿ Equipé d'un chemin de câbles (300mm au minimum) de type dalle marine pour permettre l'installation des câbles courants faibles VDI,
- ✿ Equipé d'un éclairage d'intensité minimale 500 lux. De préférence, l'éclairage ne doit pas être de type lampe à vapeur de sodium ou type fluorescent à LED (prendre un système d'allumage électronique avec éclairage brillant de luxe si possible),
- ✿ Dimension de la porte d'entrée : 92 cm de largeur minimum,
- ✿ Respecte les normes incendie et sécurité de l'établissement (minimum 1 détecteur dans la salle),
- ✿ Peint (sol, mur) d'un support anti-poussière et antistatique,
- ✿ Equipé d'une climatisation dimensionnée en fonction des équipements installés uniquement si le besoin s'en fait sentir (c'est-à-dire une température qui atteint quotidiennement les 35°C).
- ✿ Disposé d'une bonne isolation phonique (en fonction des équipements installés dans le local),
- ✿ Equipé éventuellement d'un faux-plafond et faux-plancher.

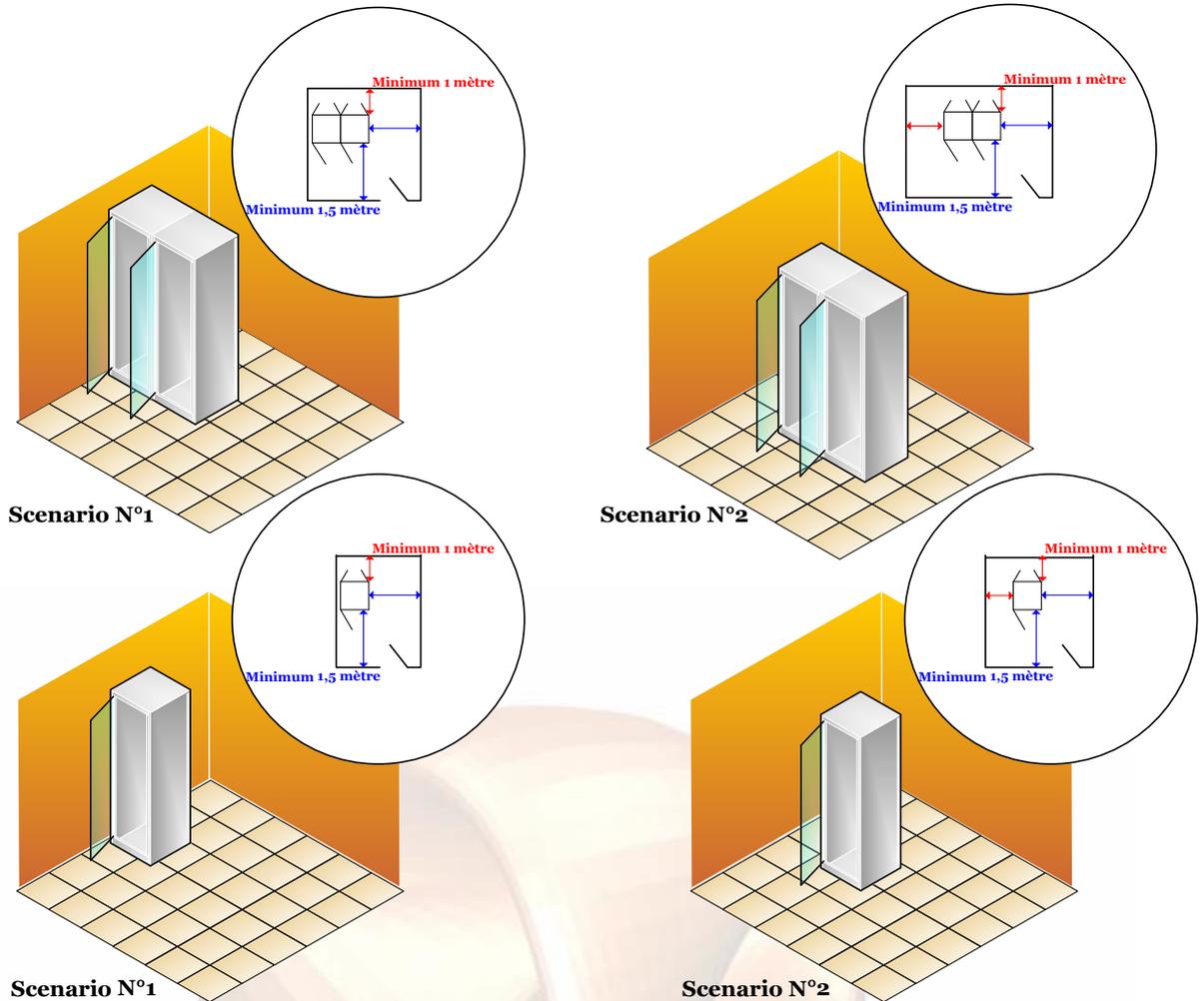
Le local doit disposer de suffisamment de prises de courant banalisées de type domestique, dans le local technique, afin qu'un technicien de maintenance ne branche pas ses outils dans la baie ou sur les PC220 du réseau VDI.

Le local doit être réservé uniquement pour le réseau VDI.



4.3.5. Agencement/Dimensionnement des locaux techniques

L'agencement des locaux doit permettre de réaliser les opérations de maintenance ainsi que les opérations de complément d'infrastructure très facilement. Le positionnement des baies doit être réalisé en respectant l'esprit et les espaces de vie présentés dans les scénarii suivants :



On note que les espaces de vie doivent être libres de circulation. Ils ne peuvent en aucun cas être utilisés pour y installer du mobilier (Table, chaise, armoire, etc.).

La surface d'un local est définie en fonction du nombre de point informatique (RJ45) hébergé dans le local. Il convient donc de collecter les besoins avant de définir la taille du local. Nous indiquons ici des surfaces minimum à respecter (Espace intérieur).

Scenario	Nombre de baie	Superficie minimum requise	Superficie minimum requise (Avec bureau)
Numéro 1	1	9 m ²	14 m ²
Numéro 2	1	12 m ²	18 m ²
Numéro 1	2	12 m ²	18 m ²
Numéro 2	2	15 m ²	21 m ²
	3	18 m ²	23 m ²
	4	21 m ²	26 m ²

4.3.6. Caractéristiques des coffrets techniques secondaires

Dans certains cas de figure, il est opportun de positionner un coffret technique secondaire dans un endroit où la volumétrie de points de distribution (RJ45) est faible (cuisine, gymnase, etc...).

Il n'apparaît pas opportun de créer un local pour un aussi petit besoin. Un coffret mural au format 19 pouces est suffisant.

Cependant, une règle d'or est à respecter : **NE JAMAIS POSITIONNER UN COFFRET DANS UNE PIÈCE OU RESIDE DES UTILISATEURS** pour des raisons de nuisances sonores.

4.3.7. Disposition des baies dans le local technique principal

Le local technique principal est constitué de baies. Afin de faciliter l'agencement des baies et des équipements intégrés, trois (3) familles de baies sont identifiées :

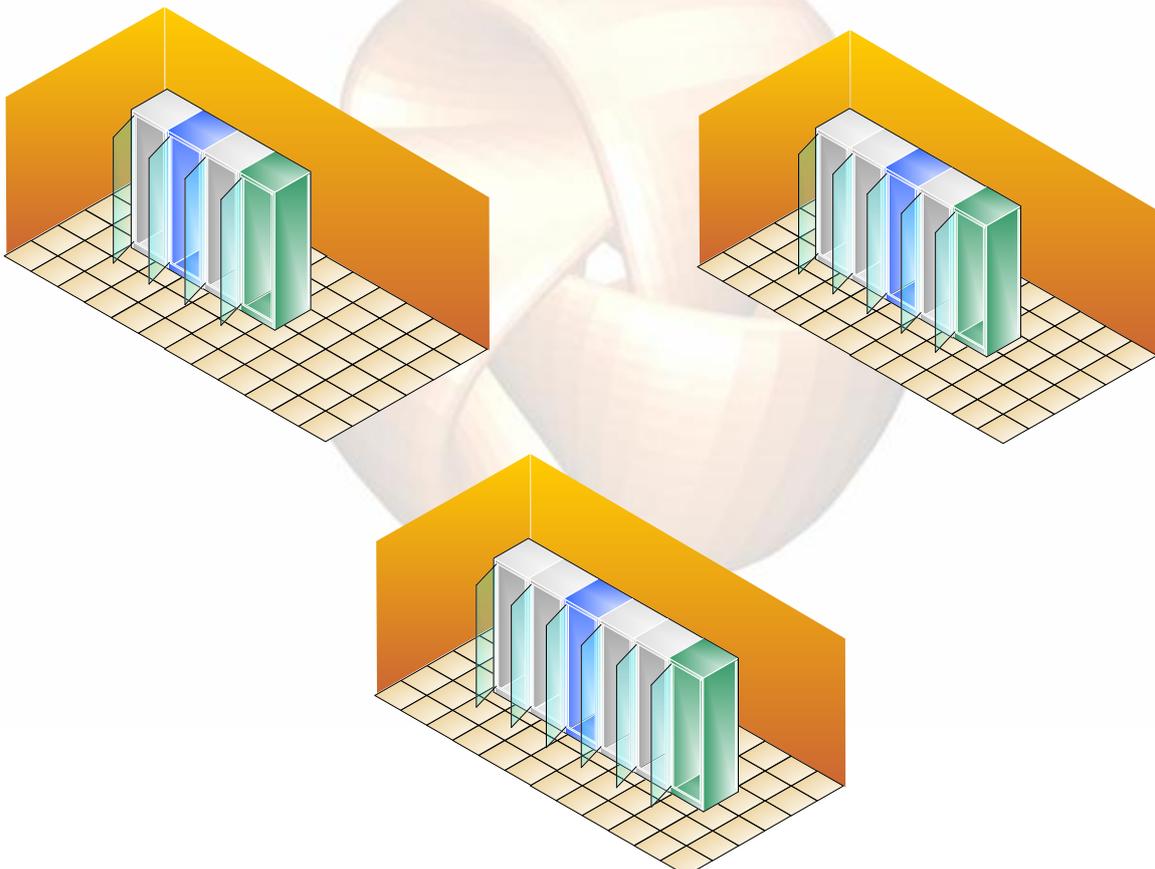
- Baie de « Répartition VDI » (distribution utilisateurs – Bandeaux RJ45/passe-câbles),
- Baie « BackBone » (Bandeaux fibres optiques et serveurs),
- Baie « Telecom » (Rocades cuivre et système de téléphonie).

L'implantation des baies doit être réalisée de façon à ce que, la baie « BackBone » se situe au centre de la ligne des baies.

La baie « Telecom » est accolée, à droite ou à gauche, de la ligne de baies, constituée des baies « Répartition VDI » et « BackBone ».

Exemples de disposition :

- Baie Grise : Baie « Répartition VDI »,
- Baie Bleue : Baie « BackBone »,
- Baie Verte : Baie « Telecom ».



5. Maçonnerie et aménagement

5.1. Percements

Les travaux de percement (carottages) nécessaires ainsi que la création des ouvertures pour le passage des chemins de câbles inter étages **font l'objet d'une validation de la faisabilité à chaque fois que nécessaire, en particulier si la structure du bâtiment doit être impactée par ces ouvertures.**

Les percements (carottages) s'effectuent de manière soignée afin d'éviter les éclats sur la paroi opposée. Si des éclats ont été effectués, ils doivent être soigneusement repris (y compris retouche peinture).

Tous les percements et carottages seront protégés afin que les câbles ne soient pas en contact direct avec la structure du bâtiment.

Les percements (carottages) sont réalisés en dehors des heures ouvrées.

5.2. Rebouchages

Les percements sont impérativement rebouchés à l'aide de mousse coupe feu 1heure. Les pénétrations inter étages sont fermées après pose des câbles, avec des matériaux aux normes anti-propagation incendie (Pas de plâtre).

Dans tous les cas, une attention particulière doit être apportée afin de conserver l'étanchéité des zones coupe-feux.

5.3. Habillage des colonnes inter-étages

Il est réalisé pour les zones accessibles (si chemin de câbles). Cet habillage doit être facilement démontable.

Il est réalisé avec un caisson en panneaux de particules surfacés de couleur. La couleur est définie lors de la première réunion de chantier.

5.4. Aménagement du local technique principal

Le local doit être coupe-feu dans son ensemble. Aucun élément ne doit déroger à cette règle.

5.4.1. Porte

Le local dispose d'une porte coupe feu (1/2h) : porte 92 cm bois avec isolation interne ouvrant sur l'extérieur du local.

Le numéro de clé dont le numéro est unique sur l'ensemble des locaux techniques de l'établissement et hors organigramme de l'établissement. Elle doit être validé par le maître d'ouvrage.

La porte est équipée d'un ferme-porte, d'un porte document sur sa face intérieur et l'identification du local technique sur sa face extérieure.

5.4.2. Préconisation pour la réalisation d'un faux plancher

La pose d'un faux plancher doit répondre à quelques critères précis qu'il conviendra de respecter :

- ☘ Les dalles seront de dimension 60x60 et seront posées sur des chandelles (vérins métalliques raccordées entre elles par des petites agrafes à ressort (reprise de masse) par un câble sur 25 mm² cuivre.
- ☘ Installation d'une ceinture de terre : plat de cuivre 25mm relié à la terre principale du bâtiment par un câble cuivre de section 35mm² au minimum, cette ceinture étant installée sur les 12 arrêtes du local (ceinturage bas, ceinturage haut, les 4 angles verticaux, le tout interconnecté)
- ☘ Les dalles supporteront au minimum une charge de 400 Kg au m².

5.4.3. Cloisons

5.4.3.1. Ossature

L'ossature est constituée de profils métalliques suspendus à la structure porteuse par l'intermédiaire de suspentes réglables et rigides, en nombre et de section suffisante pour assurer la stabilité mécanique de l'ensemble, quel que soit le niveau de surpression ou dépression du local considéré.

La fixation des suspentes, ossatures, etc. doit tenir compte de la nature et de la qualité du support et ne doit en aucun cas amoindrir leurs résistances mécaniques, physiques, etc.

Tous les éléments d'ossature, suspentes, etc. sont protégés de la corrosion par galvanisation, métallisation ou revêtement organique. Ceci est adéquat avec les caractéristiques des locaux.

5.4.3.2. Panneaux

Les matériaux et produits utilisés ont fait l'objet d'une certification à la marque NF ou possède une certification AFNOR/CSTB.

La nature des panneaux de remplissage doit être adaptée aux conditions du local concerné, que ce soit au niveau hygrométrie, isolation thermique ou phonique, degré coupe feu, etc.

5.4.3.3. Pose

Avant tout début de mise en place, le titulaire procède au traçage complet des lignes d'implantation des suspentes et en obtient l'accord du Maître d'Ouvrage.

5.4.4. Faux plancher

La pose d'un faux plancher doit répondre à quelques critères précis qu'il conviendra de respecter :

- ☺ Les dalles sont de dimension 60x60 et sont posées sur des chandelles (vérins métalliques) raccordées entre elles par des petites agrafes à ressort (reprise de masse) par un câble sur 25 mm² cuivre.
- ☺ Installation d'une ceinture de terre : plat de cuivre 25mm relié à la terre principale du bâtiment par un câble cuivre de section 35mm² minimum, cette ceinture étant installée sur les 12 arrêtes du local (ceinturage bas, ceinturage haut, les 4 angles verticaux, le tout interconnecté)
- ☺ Les dalles supportent au minimum une charge de 400 Kg au m².

5.4.5. Climatisation

Le local principal doit être équipé d'une climatisation de type Split système avec unité intérieure et extérieure fonctionnant au gaz R410A. L'unité intérieure est dimensionnée pour obtenir un faible niveau sonore. Elle est équipée d'un filtre performant et d'une commande murale avec sonde de température intégrée. Le bloc intérieur ne doit pas être installé au-dessus des baies.

La climatisation est dimensionnée en fonction des équipements installés dans le local. Pour cela un bilan thermique doit être réalisé en prenant en compte :

- ☉ Le nombre de baie,
- ☉ Le nombre d'équipements,
- ☉ Le personnel.

La température recherchée doit être comprise entre 22 et 24°C avec un taux d'une humidité relative compris entre 35 à 50%. Le système de climatisation doit permettre de maintenir une température constante à 0,5°C près et un degré d'humidité stable à 3-5%.

<i>Elément</i>	<i>Informations requises</i>	<i>Calcul de la dissipation thermique</i>	<i>Sous-Total de la dissipation thermique (Watts)</i>
<i>Equipements informatiques</i>	<i>Charge totale du matériel informatique (somme des consommations électriques de tous les éléments physiques des systèmes informatiques)</i>	<i>Egale à la puissance nominale totale en watts</i>	
<i>Onduleur avec batterie</i>	<i>Puissance nominale de l'alimentation (puissance nominale délivrée par l'onduleur, à l'exclusion des modules redondants)</i>	<i>(0,04 x puissance nominale système) + (0,06 x charge totale du matériel informatique)</i>	
<i>Distribution électrique</i>	<i>Puissance nominale de l'alimentation électrique</i>	<i>(0,02 x puissance nominale système) + (0,02 x charge totale du matériel informatique)</i>	
<i>Eclairage</i>	<i>Surface du plancher en mètre carrés, convertie en watts</i>	<i>21,53 x surfaces planché (m²)</i>	
<i>Personnel</i>	<i>Nombre max. de personnes admises dans le centre de données, convertis en watts</i>	<i>100 x nombre de personnes</i>	
		<i>Total</i>	

5.4.6. Onduleur

L'ensemble des répartiteurs (répartiteur principal et répartiteur secondaire) est équipé d'onduleurs au format 19' « rackable ». Ils doivent disposer d'une carte « Ethernet » et être accessible via le protocole SNMP pour collecter les informations de leur état.

<i>Elément</i>	<i>Informations requises</i>	<i>Calcul de la dissipation thermique</i>	<i>Sous-Total (KWatts)</i>
<i>Charge critique</i>	<i>Valeur nominale de chaque appareil informatique</i>	<i>(Total de la valeur nominale de l'ensemble des équipements x 0.67) / 1000</i>	
<i>Charge futur</i>	<i>Valeur potentielle de chaque appareil</i>	<i>(Total de la valeur potentielle de l'ensemble des équipements x 0.67) / 1000</i>	
		<i>Total</i>	

La valeur totale est majorée de 5% pour prévoir les variations de charges critiques.



6. Spécifications techniques VDI

6.1. Baies

6.1.1. Caractéristiques

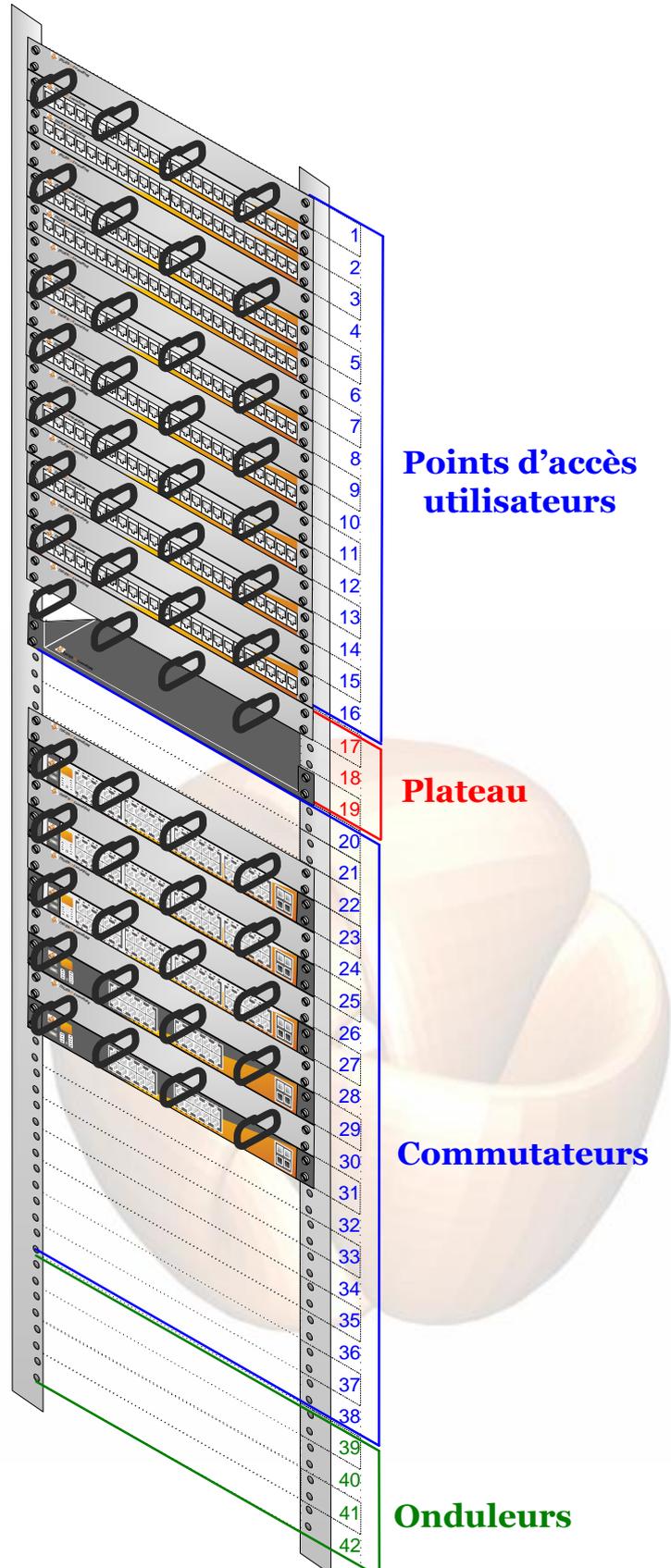
Les baies possèdent les dimensions suivantes : 800 x 1000, 42 U de hauteur. Elles sont surélevées d'environ **10 cm sur vérins**.

Les baies sont toutes du même fournisseur et de la même ligne de produit, elles sont équipées de :

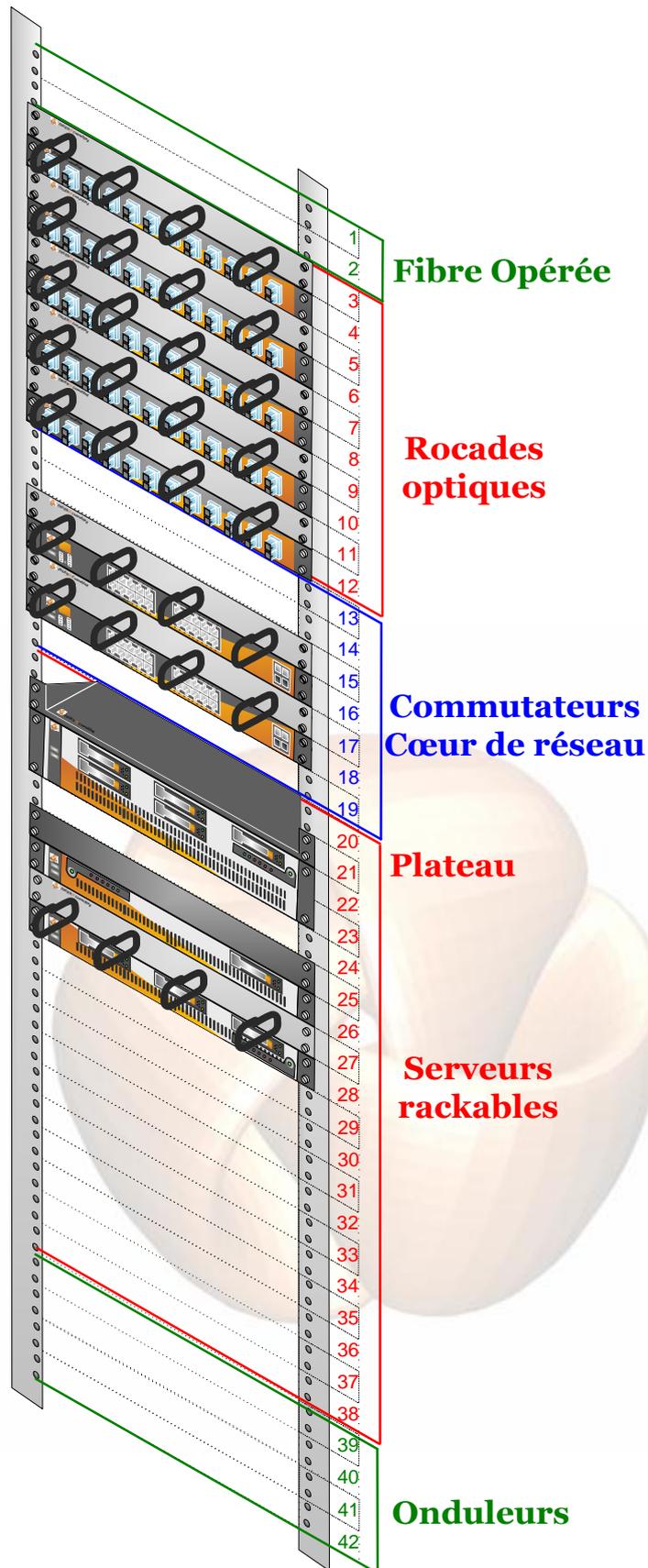
- ☛ Panneaux latéraux amovibles, fixations (démontage) intérieures à la baie,
- ☛ Une face supérieure équipée d'une grille d'extraction d'air ou d'ouïes latérales d'aération,
- ☛ Montant 19" à l'avant et à l'arrière avec un écartement compris entre 65 et 67 centimètres. Les montants 19" avant sont reculés d'au moins 20 cm, afin de permettre le passage des cordons de brassage entre les baies,
- ☛ Un chemin de câbles largeur 500 mm, de type dalle marine, fixés de chaque côté des baies entre les montants 19" et les panneaux latéraux (l'arrivée des câbles est réalisée en chemin de câbles de type dalle marine, installé en partie supérieure des baies),
- ☛ deux plateaux fixés à l'avant et à l'arrière de la baie, permettant la pose éventuelle de matériels ou d'équipements non « rackables » dans le cas d'une configuration à une seule baie, sinon un seul plateau par baie si présence de plusieurs baies dans le local technique. Un espace de 3U minimum sera réservé au-dessus de chaque plateau. La surface pleine de chaque plateau sera au minimum de 90% de la surface entre les quatre montant 19 pouces.
- ☛ Un bornier isolé de reprise des conducteurs de masse 4mm², arrivant des panneaux de brassage, et permettant une sortie vers la barrette à coupure située dans le local,
- ☛ Une porte avant transparente fermant à clé,
- ☛ Un panneau arrière type « nid d'abeille » fermant à clé également,
- ☛ Quatre vérins réglables en hauteur (environ 10 cm),
- ☛ Un rail alu équipé de huit prises minimum (2P + T). Ce rail possède un voyant lumineux (pas d'interrupteur) recordé sur l'onduleur,
- ☛ Un rail alu à câbler, équipé de huit prises minimum (2P + T). Ce rail possède un voyant lumineux (pas d'interrupteur). Il est protégé par une protection différentielle 16A SI, 300mA, raccordé sur le courant non ondulé,
- ☛ Un raccordement "standard" (16A, 300mA) alimentant au sein de chaque baie, une prise banalisée (pour les opérations de maintenance...),
- ☛ De panneaux (horizontaux) "guide cordon" obligatoirement en acier et permettant le brassage harmonieux des jarretières optiques et des jarretières cuivre en face avant.
- ☛ Des goulottes verticales métalliques avec capot sur charnières pour le passage des câbles
- ☛ Un lot de cent vis et écrous cage à laisser à disposition du client.

Chaque baie permet de desservir au maximum 192 prises RJ45.

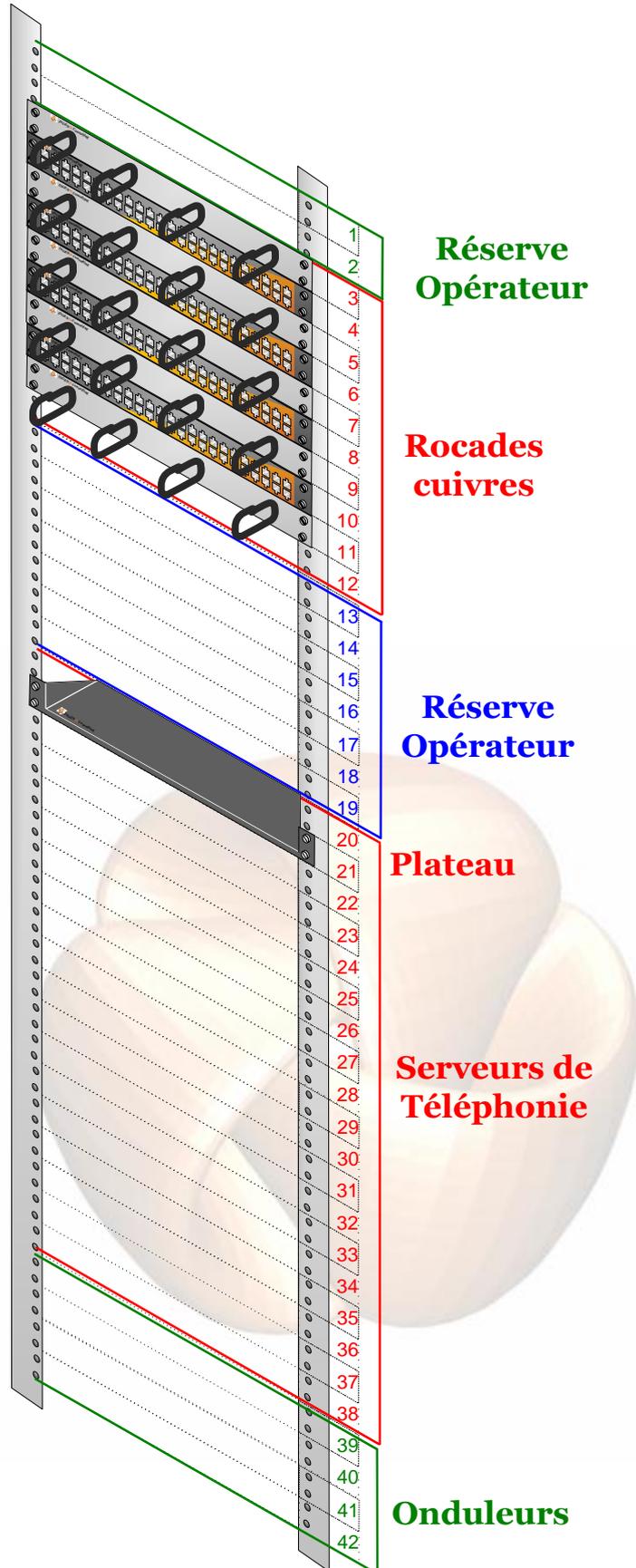
6.1.2. Exemple de répartition dans une baie Type
« Répartition VDI »



6.1.3. Exemple de répartition dans une baie Type « Backbone »

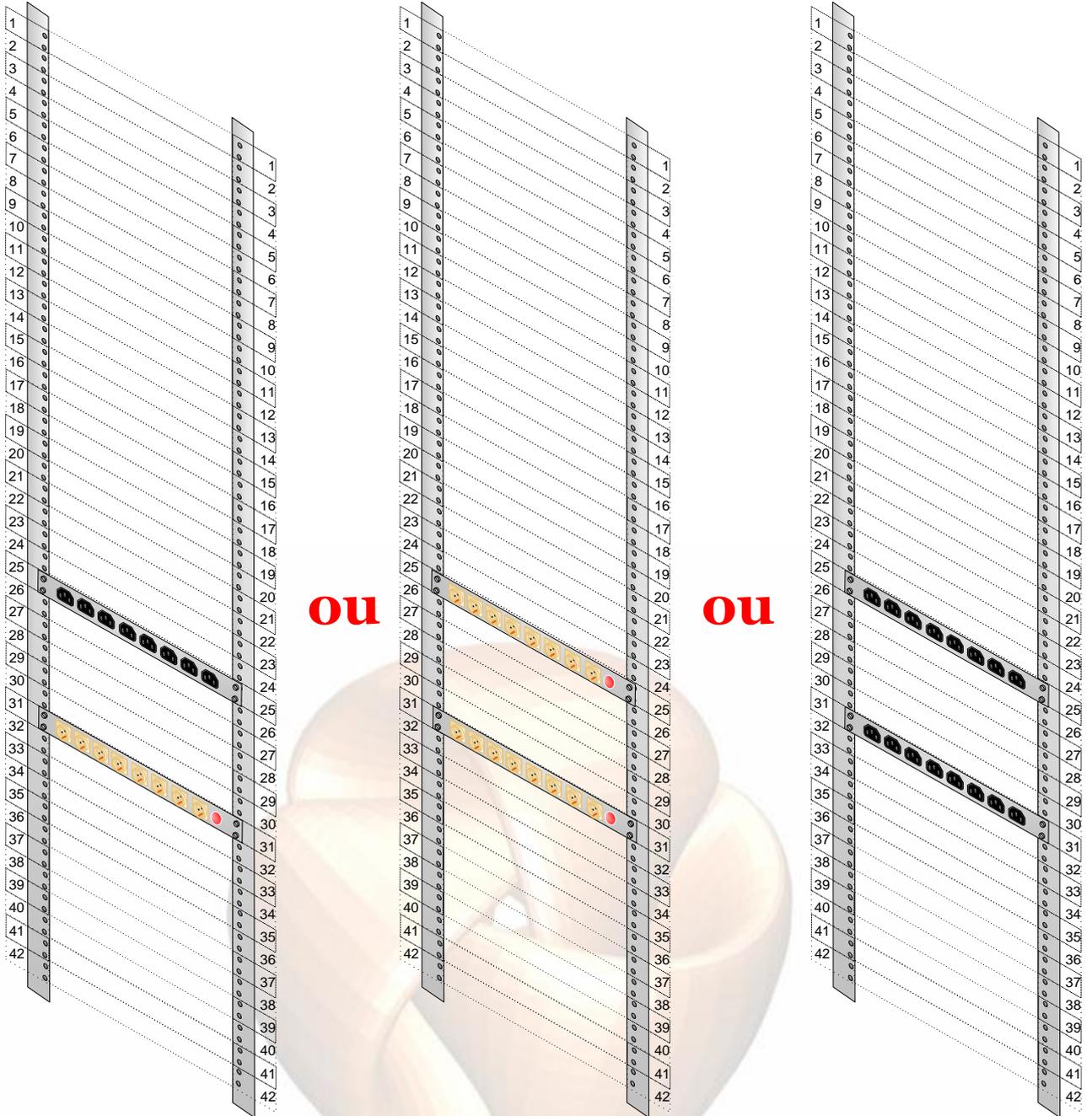


6.1.4. Exemple de répartition dans une baie Type « Telecom »



6.1.5. Exemple de répartition électrique dans une baie

En face arrière de la baie, est positionné deux (2) bandeaux électriques. Les bandeaux disposent de prise IEC60320 ou CEE 7/7 type E.



6.2. Liens cuivre « Catégorie 6a Classe Ea »

Les chaînes de liaison déployées sont de type catégorie 6a Classe Ea, avec protection par blindage et continuité des masses.

6.2.1. Câbles de distribution

Chaque chaîne de liaison est composée d'un câble dont les caractéristiques sont les suivantes :

- ☘ 4 paires,
- ☘ Ecranté U/FTP ou F/FTP (Les câbles de Type F/UTP sont proscris),
- ☘ LSZH, (Faible dégagement de fumée, Sans halogène),
- ☘ RoSH (Directive concernant la non utilisation de composant nocif),
- ☘ Catégorie 6a,
- ☘ 23 AWG de jauge minimum,
- ☘ Conforme aux normes ISO 11801 ed2.0/Amd1&Amd2 et EN 50173,
- ☘ Type 1x4 paires ou 2x4 paires (Les câbles 3x4 paires sont proscris).

Nota :

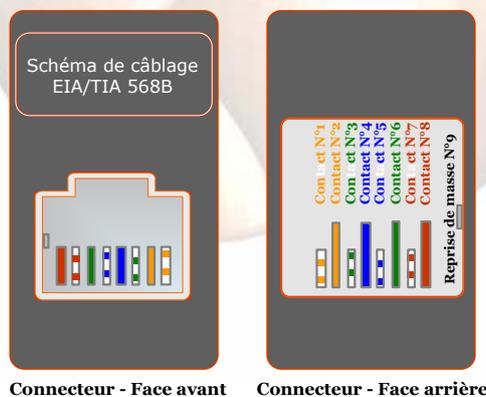
La longueur d'une chaîne de liaison fixe ne dépasse pas 90 mètres de longueur installée, finie (« lien permanent » ou « permanent link »).

6.2.2. Connecteurs

Chaque chaîne de liaison est composée de deux connecteurs répondant aux spécifications suivantes :

- ☘ Catégorie 6a,
- ☘ Standard RJ45,
- ☘ 9 points (8 paires et reprise de masse du câble VDI),
- ☘ Blindé 360°,
- ☘ Conforme aux normes ISO 11801 ed2.0/Amd1&Amd2 et EN 50173,

L'interconnexion, entre le câble et chacun des connecteurs, est réalisé en affectation les paires du câble selon le schéma de câblage EIA/TIA 568B (Voir ci-dessous)



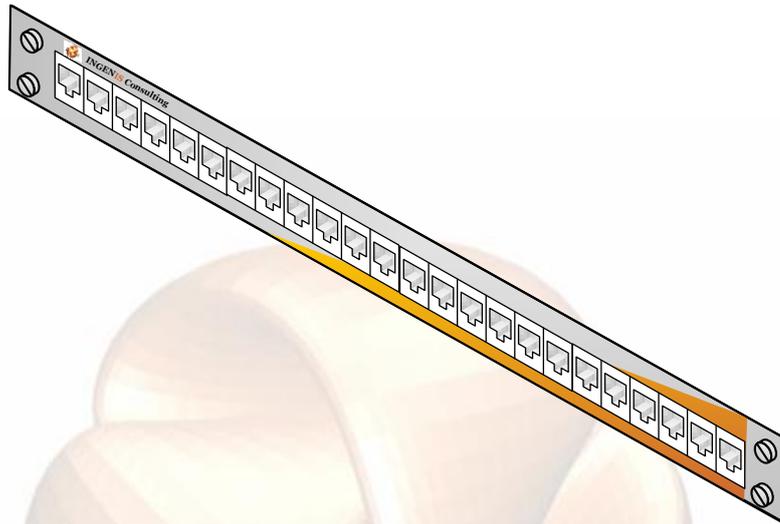
1 : Blanc – Orange	5 : Blanc – Bleu
2 : Orange	6 : Vert
3 : Blanc Vert	7 : Blanc – Marron
4 : Bleu	8 : Marron

Dans le but de conserver les caractéristiques et les performances de la liaison, ainsi que pour respecter la norme, on dénude et on dépaire le câble au minimum (**12,5 mm maxi** de dépairage et **30 mm** maxi de dégainage). Si ceci n'est pas respecté, **la connectique sera donc à refaire**

6.2.3. Répartiteurs

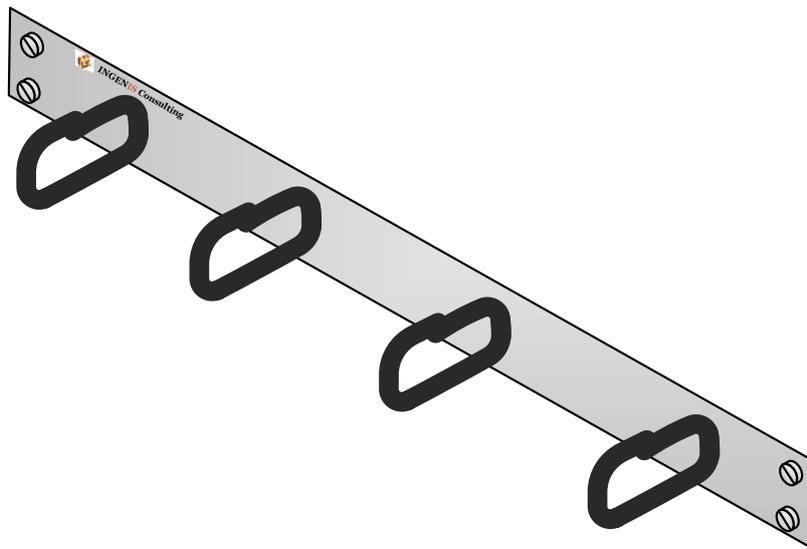
Les connecteurs catégorie 6a, coté répartiteur, sont distribués sur des panneaux de brassage dont les caractéristiques sont les suivantes :

- ☛ Format 19",
- ☛ Hauteur d'1U,



- ☛ Continuité de masse avec les connecteurs RJ45 blindé 360,
- ☛ Connecteur de reprise de masse globale,
- ☛ 24 emplacements dimensionnés pour accueillir les connecteurs RJ45, standardisés « Keystone »,
- ☛ Bras de support du câble avec attache, en face arrière.

Sous chaque panneau de brassage ou ensemble de panneau (Cf borne normale ou borne réduite) doit être positionné un guide cordon de 1U en acier permettant le rangement de tous les cordons RJ45/RJ45 de brassage (voir exemple ci-dessous).

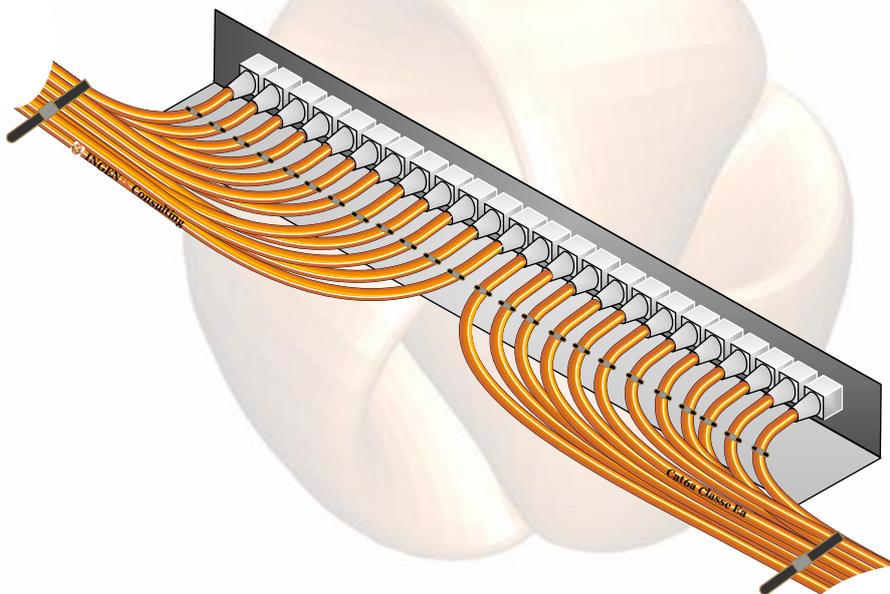


6.2.4. Raccordement des câbles dans les baies

Tous les câbles 4 paires écrantés sont raccordés en face arrière des panneaux 24 connecteurs RJ45 blindés catégorie 6a.

Pour éviter les tractions et limiter les risques d'arrachement, les câbles sont maintenus par des colliers velcro. Les câbles sont regroupés en faisceau et maintenus sur les panneaux 19" par des éléments constructeurs adaptés, et dans les chemins de câbles fixés latéralement dans le châssis 19 pouces.

Le flux de câbles est divisé en deux, et remonte (ou descend) sur des chemins de câbles de chaque côté du châssis 19 pouces. L'entreprise prend un soin particulier au peignage des torons de câbles.

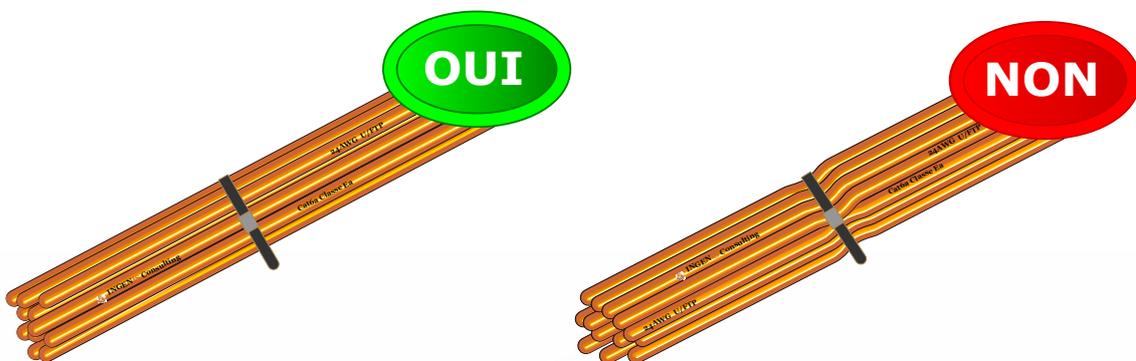


6.2.5. Pose des câbles sur les chemins de câbles

Les câbles doivent être posés et non tirés. Ils doivent être identifiés (numéro de la prise) aux deux extrémités à l'aide d'un feutre à encre indélébile, ou par des rubans pré imprimés. Les câbles ne doivent pas être coupés entre la baie de répartition et les prises RJ45 dans les bureaux. Les épissures sont interdites quel que soit le type de la liaison (4 paires ou multipaires).

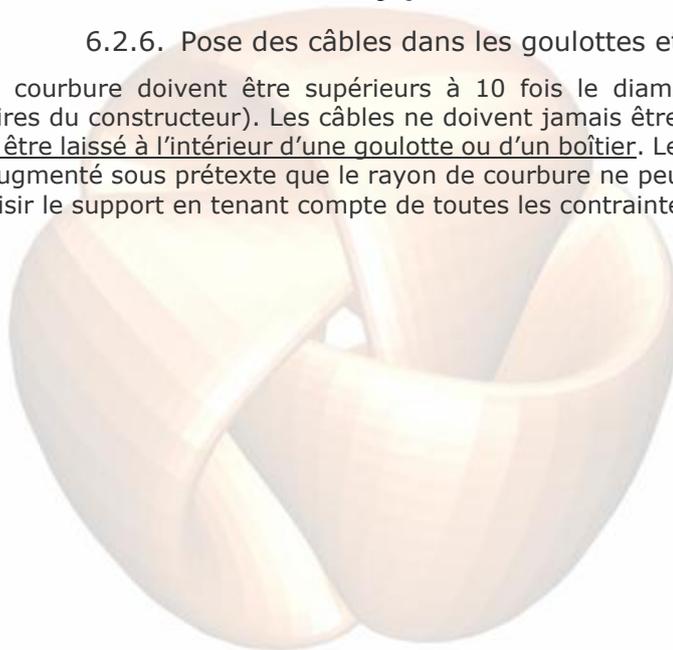
Les câbles sont placés côte à côte sans se chevaucher. Les câbles doivent toujours reposer sur un support ou dans une canalisation ne présentant pas d'arêtes vives. Les extrémités des chemins de câbles sont repliées ou protégées par des manchons plastiques (indémontables) adaptés au nombre de câbles à protéger. Tous éléments de support du câble pouvant marquer ou détériorer la gaine des câbles doivent être traités afin de résoudre le problème.

Quel que soit le type de chemin de câbles, les câbles (de la distribution verticale et horizontale) sont fixés sans serrage par des colliers plastiques, tous les deux mètres en cheminement horizontal et tous les mètres en cheminement vertical. Le serrage doit être réalisé manuellement (la "tête" du collier doit pouvoir être légèrement déplacée après serrage).



6.2.6. Pose des câbles dans les goulottes et boîtiers

Les rayons de courbure doivent être supérieurs à 10 fois le diamètre du câble (sauf indications contraires du constructeur). Les câbles ne doivent jamais être pliés. Aucun « love de câble » ne doit être laissé à l'intérieur d'une goulotte ou d'un boîtier. Le dégainage du câble ne doit pas être augmenté sous prétexte que le rayon de courbure ne peut pas être respecté. Il convient de choisir le support en tenant compte de toutes les contraintes.



6.2.7. Cordons de brassage

Ces cordons ont les caractéristiques suivantes :

- ☘ 4 paires,
- ☘ Ecranté U/FTP ou F/FTP (Les câbles de Type F/UTP sont proscris),
- ☘ LSZH, (Faible dégagement de fumée, Sans halogène),
- ☘ RoSH (Directive concernant la non utilisation de composant nocif),
- ☘ Catégorie 6a Classe Ea,
- ☘ 26 AWG de jauge minimum,
- ☘ Conforme aux normes ISO 11801 Amd1&Amd2 et EN 50173,
- ☘ Certifié PoE+ (IEEE 802.3at),
- ☘ 100% cuivre,
- ☘ Conforme à IEC6033261, IEC61034.

Ils sont tous identiques, seule leur longueur diffère suivant les besoins indiqués dans le présent document.

Tant pour le brassage que pour les raccordements, il sera prévu un parc proportionnel au nombre de prises installées.



Tant pour le brassage que pour les raccordements, il sera prévu un parc proportionnel au parc informatique et au nombre de borne WIFI en service.

Nom du lycée	Exemple
Nombre de postes informatiques	500
Nombre de bornes WIFI	50

Désignation	Jauge minimum	Rouge (Infra)				Vert (Admin)				Bleu (Tél.)				Gris (Pédago)																											
		1ml	1,5ml	2ml	3ml	1ml	1,5ml	2ml	3ml	1ml	1,5ml	2ml	3ml	1ml	1,5ml	2ml	3ml																								
Cordons de brassage Cat. 6A	26 AWG	25	25	25	25	50	50	25	10	20	20	20	0	400	200	300	50																								
Règle de calcul en % du nombre de postes informatiques		5%				10%				5%				2%				4%				0%				80%				40%				60%				10%			
Cordons de brassage Cat. 6A (PoE)	26 AWG	20	20	20	5	0				0				60				30				0				0															
Règle de calcul en % du nombre d'AP		40%				10%				0%				0%				10+100%				100%-20				0%				0%											

Les cordons doivent être d'une couleur spécifique à chaque usage :

Couleur	Usage
Rouge	Brassage de l'infrastructure (Serveur, WiFi, etc.) et vidéoprotection
Vert	Brassage au réseau administratif
Bleu	Brassage téléphonie
Gris	Brassage réseau pédagogique (postes de travail, périphériques)
Jaune	Brassage GTC/GTB
Noir	Interconnexion Backbone – Switchs secondaires

6.2.8. Points d'accès utilisateurs

6.2.8.1. Principe

Ils sont constitués de prises murales banalisées et identifiées, de type RJ45, U/FTP ou F/FTP, 9 points, catégorie 6a, avec blindage à 360 ° de couleur blanche.

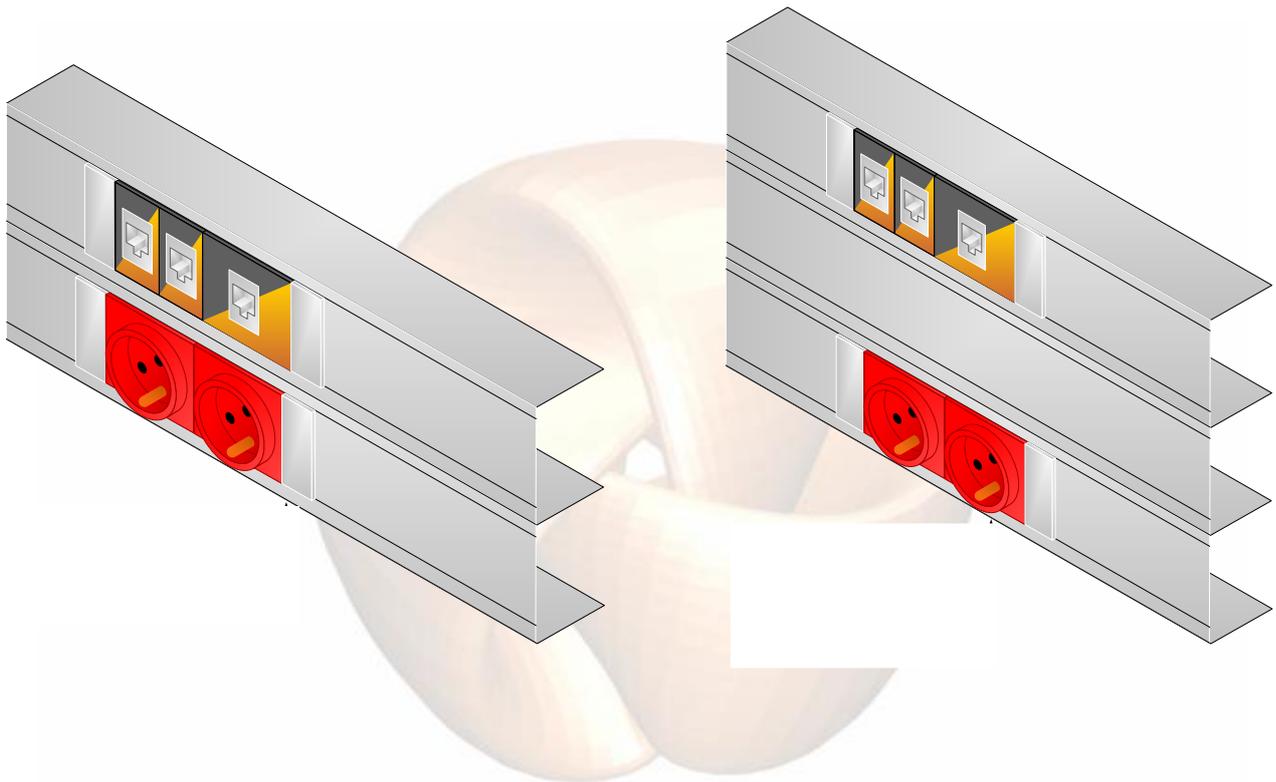
Le connecteur d'extrémité de la liaison est hébergé dans un plastron qui a les caractéristiques suivantes :

- Format 45x45,
- 1 ou 2 emplacements dimensionnés RJ45 standardisé « Keystone »,
- Couleur blanche,
- Emplacement en face avant afin de coller une étiquette.

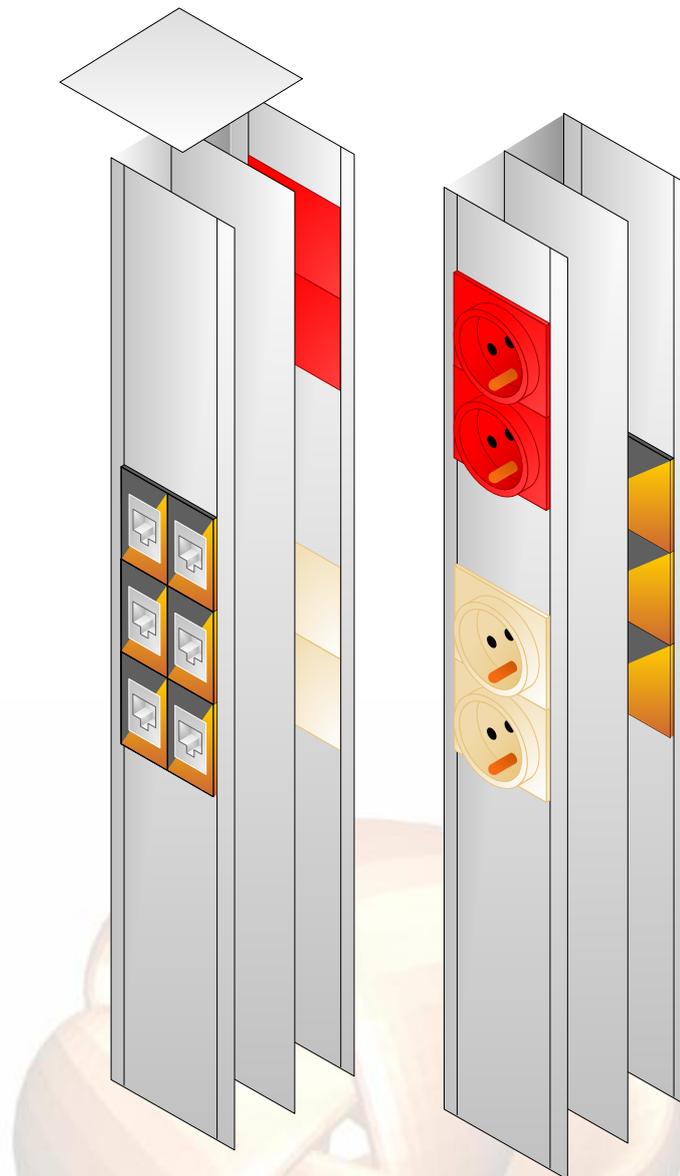
Ces plastrons, accompagnés des connecteurs, sont installés dans des supports 45 x 45 en goulottes, en boîtiers saillie ou encastrés, selon les possibilités techniques. Le dimensionnement des prises, notamment leur profondeur, doit être compatible avec le type de cheminement prévu (Respect du rayon de courbure).

Chaque point d'accès est accompagné de prises courantes VDI

Exemple de disposition sur cheminement horizontal ou vertical avec les prises électriques VDI.



Exemple de disposition sur cheminement type colonne ou potelet (À double compartiments) avec les prises électriques VDI.



6.2.8.2. La borne réduite (BR)

La borne réduite est constituée de deux prises RJ45 banalisées permettant l'accès simultané à deux médias.



6.2.8.3. La borne individuelle (BI)

La borne individuelle est constituée d'une prise RJ45 banalisée permettant l'accès à un média.



6.2.8.4. Préconisation des ratios

Suivant les besoins de chaque local, nous définissons une quantité de prises RJ45 minimum. Le tableau suivant donne les grandes orientations à suivre. Les quantités doivent être modérées en fonction des attentes propres de chaque établissement.

Type de local	Quantité de prises RJ45	Quantité de prises électriques informatiques	Localisation /Remarques
Salles d'enseignement Général	2	3	Coté bureau professeur
Les salles arts, musiques et technos sont regroupés dans la catégorie salles spécifiques			
Salles des Professeurs / Etude	1		À valider avec l'EPLÉ
CDI	-1 BR pour le documentaliste, et suivant la configuration de la salle : - 1 BS par poste de travail élève - 1 BS périphérique	- 3 prises pour le professeur, et suivant la configuration de la salle : - 2 prises par poste de travail élève - 1 prise BS périphérique	Couverture wifi (à valider avec l'EPLÉ)
Bureau administratif	2		
Bureau demi-pension	2		
Reprographie	2	3	
Réfectoire ou ligne de self	1	3	
Salle des agents	2	3	
Internat			Couverture wifi (à valider avec l'EPLÉ)
Bureau professeurs EPS (Gymnase)	3		
LTP (Local technique principe)	8	16 + 2	
Internat – Bureau Surveillant	2		
Salle de sciences	2		Couverture WiFi

6.3. Rocades optiques

Les paragraphes suivants décrivent les caractéristiques minima des éléments à déployer ainsi que leur mise en œuvre.

6.3.1. Câbles optiques

Le câblage optique doit être mis en place pour assurer les liaisons de distribution fédératrices entre les locaux techniques des différents bâtiments.

Les câbles optiques ont les caractéristiques principales suivantes :

- ☺ 24 brins (12 brins installés sur connecteurs + 12 brins en attente dans le tiroir)
- ☺ Tubée libre,
- ☺ Etanchéité longitudinale, (gel hydrofuge ou ruban gonflant),
- ☺ Etanchéité radiale, (gel hydrofuge),
- ☺ Câble parfaitement diélectrique : pas de structure métallique.
- ☺ Bonne résistance à la traction et à la compression,
- ☺ Bonne protection mécanique (rongeur, écrasement),
- ☺ Gaine extérieure de couleur bleue sur toute la longueur, pas de noir (confusion avec du RO2V),
- ☺ LSZH (Faible dégagement de fumée, Sans halogène),
- ☺ RoSH (Directive concernant la non utilisation de composant nocif),
- ☺ Marquage : repère métrique tous les mètres.
- ☺ Normes de référence :
 - ☺ Etanchéité : CEI-794-1-F5,
 - ☺ Résistance à traction : CEI-794-1-E1,
 - ☺ Ecrasement : CEI-794-1-E3,
 - ☺ Torsion : CEI-794-1-E7,
 - ☺ Rayon de courbure : CEI-794-1-E10,
- ☺ Température de tirage : -10 à 50 °C.
- ☺ Température de service : -20 à 60 °C.

Nota :

La mise en œuvre doit respecter les principes suivants :

- ☺ Réaliser un lovage de 5 mètres, coté locaux techniques, et de 2 mètres dans les chambres de tirage.
- ☺ Respecter les rayons de courbure fournis dans les fiches constructeurs (rayon de courbure statique et dynamique).

Les fibres optiques pré-connectées sont proscrites

6.3.1.1. Câbles optiques monomode

Les fibres monomode sont conformes à la recommandation ITU-T G. 652.

Les paramètres principaux requis sont :

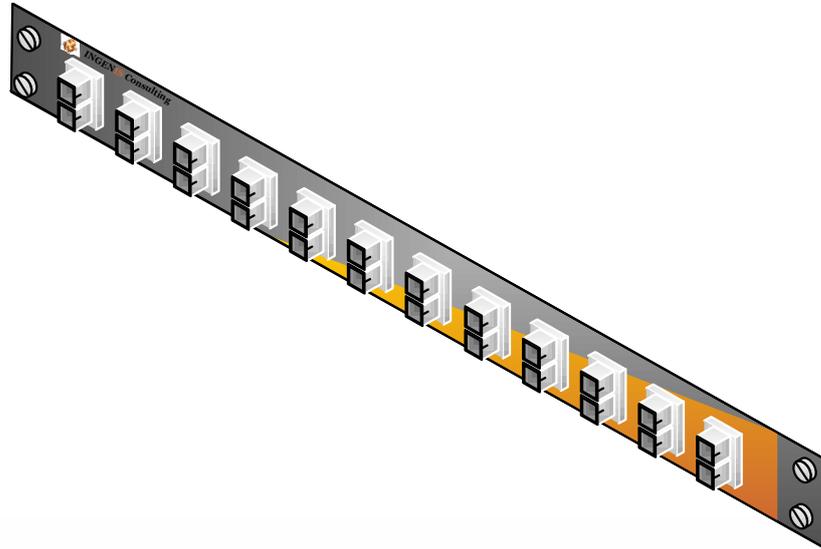
Attributs des fibres		
Attribut	Détail	Valeur
Diamètre du champ de mode	Longueur d'onde	1310 nm
	Plage des valeurs nominales	8,6 μm à 9,5 μm
	Tolérance	$\pm 0,6 \mu\text{m}$
Diamètre de gaine	Nominal	125,0 μm
	Tolérance	$\pm 1 \mu\text{m}$
Erreur de concentricité du cœur	Maximum	0,6 μm
Non-circularité de gaine	Maximum	1,0%
Longueur d'onde de coupure du câble	Maximum	1260
Perte par macrocourbure	Rayon	30 mm
	Nombre de tours	100
	Maximum à 1550 nm	0,1 dB
Limite d'allongement	Minimum	0,69 GPa
Coefficient de dispersion chromatique	$\lambda_{0\text{min}}$	1300 nm
	$\lambda_{0\text{max}}$	1324 nm
	$S_{0\text{max}}$	0,092 ps/nm ² × km
Attributs de câble		
Attribut	Détail	Valeur
Coefficient d'atténuation	Maximum à 1310 nm	0,5 dB/km
	Maximum à 1550 nm	0,4 dB/km
Coefficient de dispersion modale de polarisation	M	20 câbles
	Q	0,01%
	Maximum PMD _Q	0,5 ps/ $\sqrt{\text{km}}$

6.3.2. Tiroirs optiques

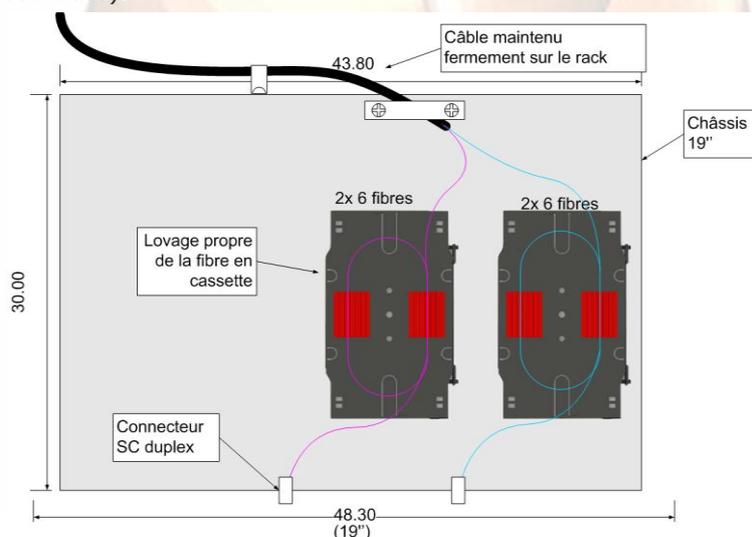
Dans les locaux techniques, les fibres sont raccordées aux extrémités par l'intermédiaire de tiroirs optiques (19 pouces) intégrés dans les baies. Les tiroirs optiques sont montés sur glissière.

Les tiroirs optiques auront les caractéristiques principales suivantes :

- Panneaux 19" 1U dotés de traversées SC/SC avec une excellente tenue mécanique,



- Traversées de type SC/SC métallique avec bague de centrage céramique, fermement fixé au tiroir (même pour les emplacements n'hébergeant pas de connecteur),
- Cassettes d'épissage (distribution/lovage) : 6 paires par cassette,
- 24 ports permettant d'accueillir les connecteurs SC,
- Grande facilité d'intervention sur une fibre à l'arrière du panneau (-i.e.- un connecteur cassé à terme par exemple),
- Excellent maintien du câble (le câble ne doit plus bouger une fois les fibres raccordées).



Le répartiteur optique doit être de forme modulaire pour prendre en compte :

- la connectique,
- l'épanouissement des fibres,

- ☛ les raccordements des fibres,
- ☛ le brassage des fibres,
- ☛ l'épissure des fibres.

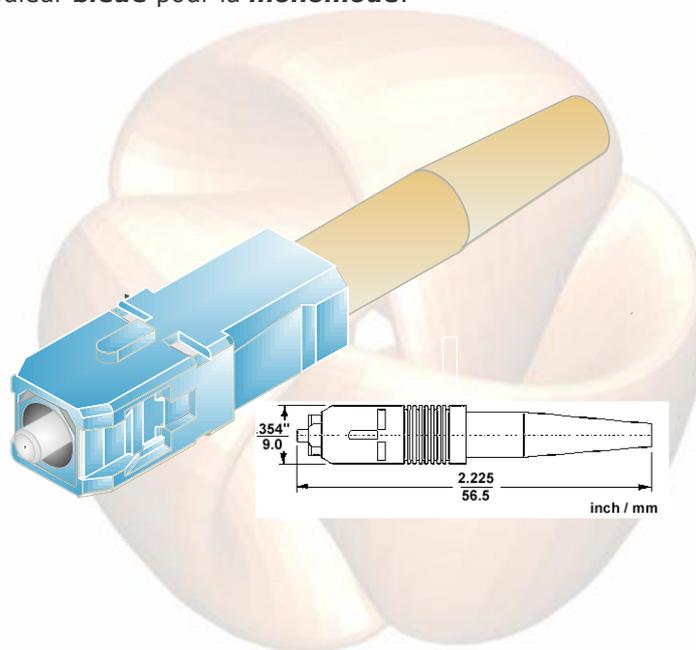
Il doit permettre d'assurer différentes fonctions d'exploitation et de maintenance, telles que :

- ☛ l'aboutement de toute fibre d'un câble sur toute fibre d'un autre câble (jarretière de raccordement),
- ☛ la création, suppression ou mutation d'une liaison sans altérer les autres supports optiques,
- ☛ l'intervention sur un connecteur d'une tête de câble sans interrompre les autres liaisons de cette tête de câble,
- ☛ le brassage des fibres, le stockage des surlongueurs de jonc (ou de tube) et de fibre en respectant les rayons de courbure et les « mous » nécessaires aux modifications, en cas de tension ou rupture des connecteurs.

6.3.3. Connecteurs optiques

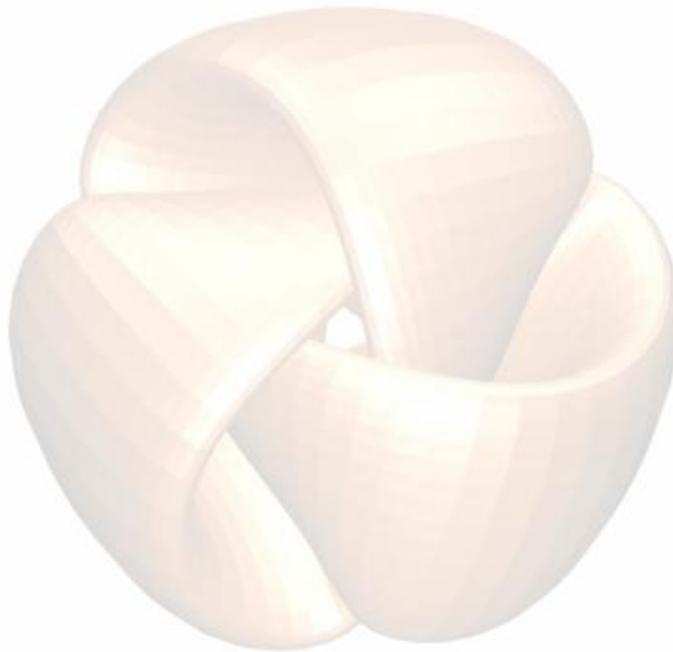
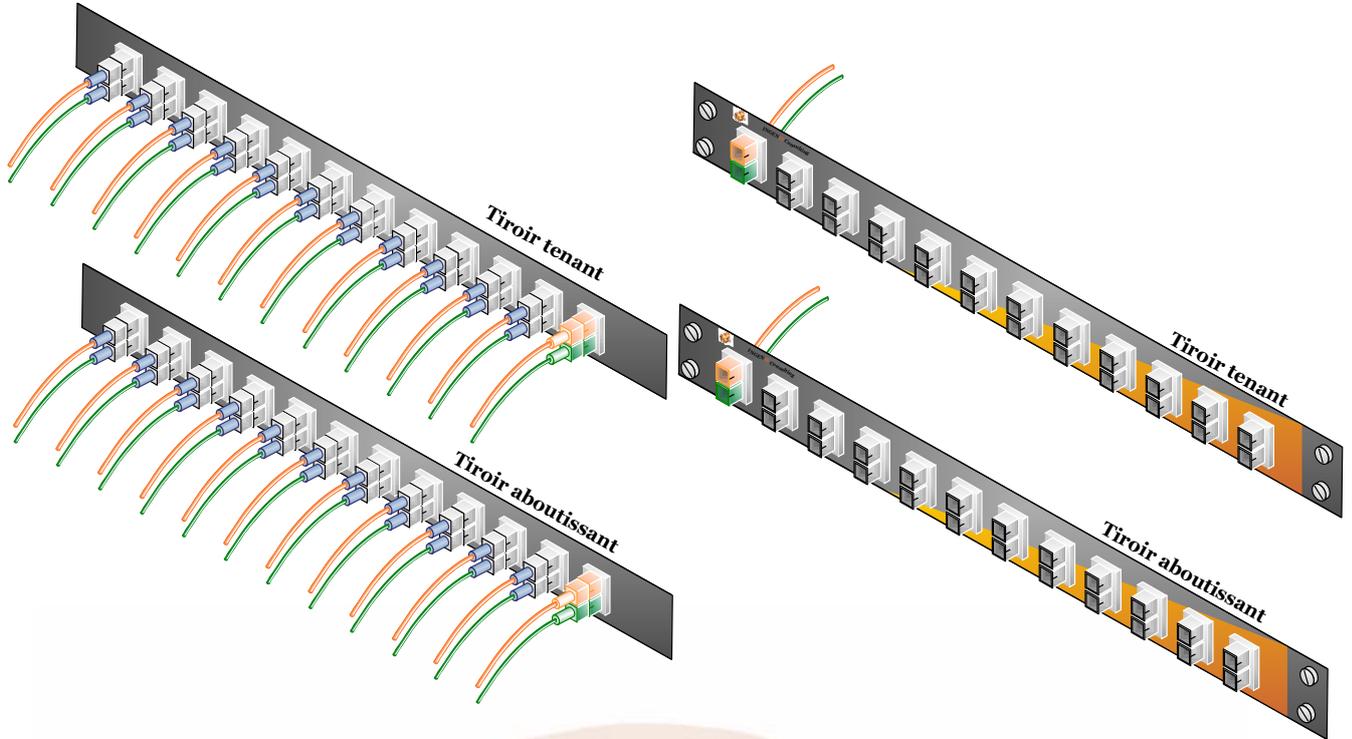
Les caractéristiques des connecteurs sont impérativement les suivantes :

- ☛ Connecteurs de type SC,
- ☛ Technologie « pigtail »,
- ☛ Perte d'insertion inférieure à 0,3 dB sous 850, 1310, 1550 nm,
- ☛ De couleur **bleue** pour la **monomode**.



6.3.4. Répartition des brins

La distribution d'un brin optique doit se faire sur le même emplacement géographique de la traversée du tiroir tenant et du tiroir aboutissant.



6.4. Les rocares cuivre

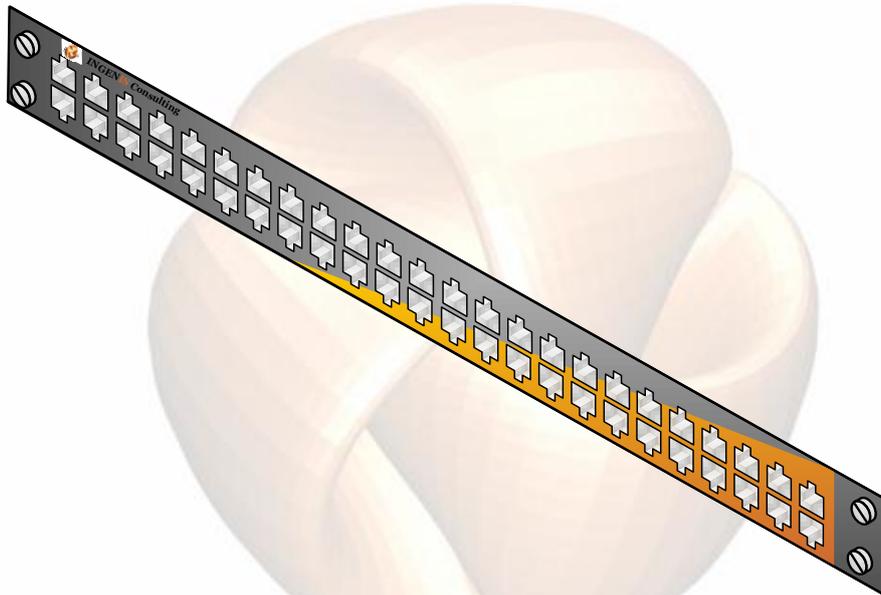
Les rocares cuivre ont les caractéristiques principales suivantes :

- ☛ Multipaires torsadées par paires,
- ☛ Ecrantés,
- ☛ Diamètre conducteur : 6/10,
- ☛ LSZH, (Faible dégagement de fumée, Sans halogène)
- ☛ RoSH (Directive concernant la non utilisation de composant nocif)

Le dimensionnement est effectué en fonction du potentiel téléphonique (nombre de postes envisagés) et/ou vidéo analogique (éventuellement) de la zone, surdimensionné de 30% au minimum. Ces rocares cuivre sont systématiquement raccordées avec 1 paire (contacts 4/5) pour partie et 2 paires (contacts 3/6 et 4/5) pour le reste des paires selon le tableau ci-dessous :

Câble	Nbs de prises câblées en 2 fils (1 paire)	Nbs de prises câblées en 4 fils (2 paires)
Câble 28 paires	20	4
Câble 56 paires	40	8
Câble 112 paires	80	16

Les rocares cuivre sont raccordées sur des panneaux 48 RJ45 sur 1U.



Pour chaque panneau 48 RJ45, il faut adjoindre deux guides cordons 1U.

6.5. Les cheminements

6.5.1. Préambule

Comme indiqué dans la norme EN 50173-1, les câbles sont obligatoirement hébergés dans une canalisation (Chemin de câble, goulotte, colonnes, gaine ou tube) sur toute leur longueur.

Les seules exceptions sont :

- ☛ Les zones de terminaisons (panneaux de distribution, boîtier de connexion utilisateur).

Il doit impérativement mettre en place les cheminements nécessaires afin de répondre à cette obligation.

Nous stipulons que l'ensemble de ces canalisations doit disposer d'un espace libre à la fin de la réalisation. Cette espace doit permettre la mise en place d'un complément de 30% de câbles VDI, en respectant les normes et bonnes pratiques. Ce prérequis doit être pris en compte lors de l'étude d'encombrement des canalisations.

Les cheminements doivent respecter les espacements, vis-à-vis du courant fort domestique et du courant fort informatique, prévus au paragraphe CEM.

6.5.2. Règles d'implantation

Les cheminements principaux horizontaux et verticaux sont réalisés avec des chemins de câbles de type "dalle marine" en priorité à chaque fois que cela est possible.

Les chemins de câbles ne sont jamais apparents. Ils sont dissimulés dans les faux plafonds, ou habillés avec un caisson coupe feu équipé d'un couvercle vissé et facilement démontable. Les caissons doivent être peints (couleur à valider avant la fin de la réalisation).

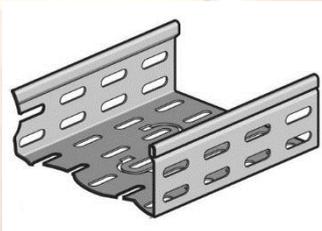
Les dérivations des câbles issus des cheminements principaux sont réalisées avec :

- ☛ Des tubes IRL ou gaine ICT dans les parties cachées (faux plafond par exemple),
- ☛ Des goulottes de couleur blanche dans les parties visibles.

Dans tous les cas, l'esthétique doit être privilégiée.

6.5.3. Les chemins de câbles

Ils sont, sans exception, de type métallique galvanisé à chaud (horizontaux ou verticaux). Ces chemins de câbles sont ajourés (type "dalle marine") et ne comportent aucun bord coupant. Ils sont dimensionnés pour supporter un minimum de 30% de câble supplémentaires.

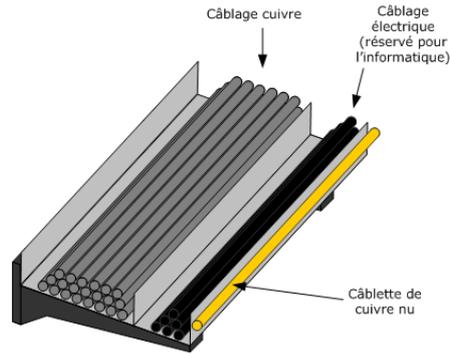


La dimension minimum des chemins de câbles est de 100 mm x 50 mm.

Les chemins de câbles sont fixés dans les Règles de l'Art tous les deux mètres au plus. (Fixations à multiplier si le poids de l'ensemble des câbles le nécessite - ne pas oublier les extensions possibles).

Les chemins de câbles doivent être raccordés correctement à la terre générale des masses du bâtiment. Toutes les dalles sont éclissées au moyen des raccords spéciaux prévus par les fabricants (pas de collier de type rilsan).

De plus, ils doivent être doublés d'un conducteur de terre, non isolé, de forte section (25 mm²). Ce conducteur est raccordé par borne sans coupure aux dalles du chemin de câbles (deux connexions par dalle). Si deux chemins de câbles cheminent en parallèle dans un même côté du couloir, ils sont mécaniquement liés ensemble tous les deux mètres, au niveau des supports, afin d'éviter de créer une boucle électrique entre les deux supports (problèmes de foudre).



Les angles des chemins de câbles doivent être réalisés conformément au schéma ci-dessous en utilisant obligatoirement des accessoires du constructeur.

 ✗ NON CONFORME	 ✓ CONFORME

En plus du support mécanique, les chemins de câbles participent à la protection des câbles contre les champs électromagnétiques et permettent de limiter le rayonnement des réseaux. Leur cheminement doit tenir compte des perturbations électromagnétiques, et particulièrement avec les chemins de câbles courants forts existants.

La conception du cheminement doit impérativement se conformer aux distances minima de séparations des appareils rayonnant (CEM) indiquées dans les normes EN 50174 (-1 à -3).

Tableau 6 – Exigences de séparation entre un câblage métallique et des sources d'IEM spécifiques

Source de perturbations	Séparation minimale mm
Lampes fluorescentes	130 ^a
Lampes au néon	130 ^a
Lampes à vapeur de mercure	130 ^a
Lampes à décharge à haute intensité	130 ^a
Soudeuses à arc	800 ^a
Chauffage par induction	1000 ^a
Equipements hospitaliers	b
Emetteurs radio	b
Emetteurs de télévision	b
Radar	b

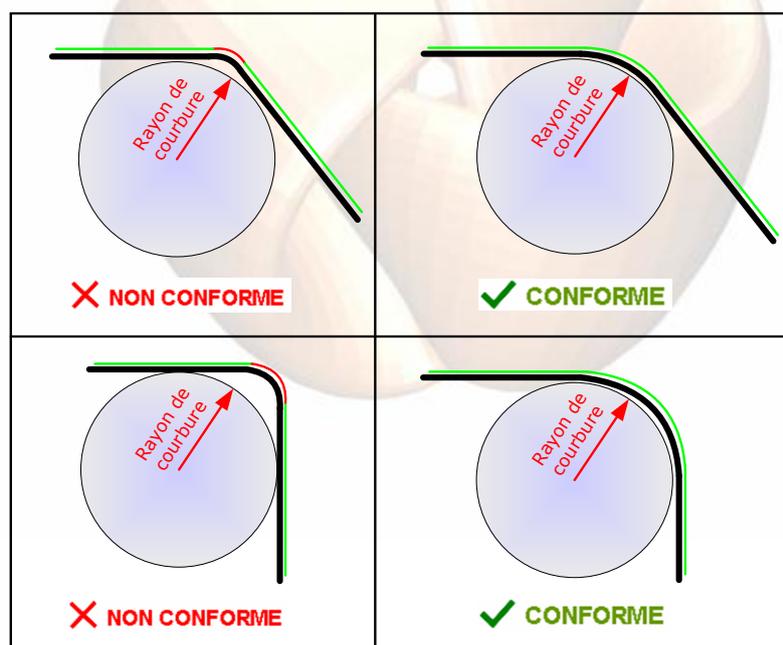
^a Il est admis de réduire les séparations minimales à condition que les systèmes de gestion des câbles appropriés soient utilisés ou que des garanties venant des fournisseurs de produits soient données.

^b Quand des garanties venant des fournisseurs de produits n'existent pas, des analyses concernant les éventuelles perturbations dues par exemple à la gamme de fréquences, aux harmoniques, aux transitoires, aux salves d'impulsions, à l'énergie transmise, etc..., doivent être effectuées.

Lors d'un changement de niveau, il est important que les angles du chemin de câble respectent le rayon de courbure du câble qu'il va héberger. Pour cela, il est impératif que ces angles soient réalisés de manière à disposer d'un rayon correspondant au minimum à 8 fois le diamètre du câble qu'ils accueillent.

Nous préconisons toutefois d'utiliser un coefficient de 10 (Exemple : Pour un câble de diamètre 8 mm, le rayon de courbure se situe entre 64 mm et 80 mm).

Nous présentons sur les schémas suivants la bonne mise en œuvre. (En noir le fond du chemin de câble, en vert le câble courant faible catégorie 6).



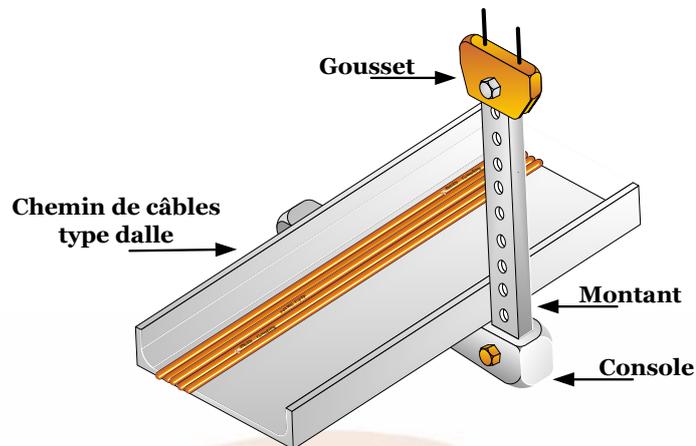
6.5.4. Les supports des chemins de câbles

Les supports sont installés de façon à disposer d'un espace suffisant pour accéder au chemin de câbles.

Dans le cas d'un cheminement vertical, l'aile du chemin de câble (CdC 300 mm et inférieur) doit se situer, au minimum, à 10 centimètres des éléments la surplombant. Il est toléré ponctuellement que cet intervalle soit inférieur à 10 centimètres pour une distance de cheminement inférieur à 1 mètre. Pour les chemins de câbles supérieurs à 300 mm, on ajoute 5 centimètres d'espace d'accès pour 10 centimètres de surface de dalle supplémentaire (15 cm pour 400, 20 cm pour 500, etc..).

Les chemins de câbles sont fixés en respectant l'un des montages suivants :

- Le pendard avec fixation au plafond,

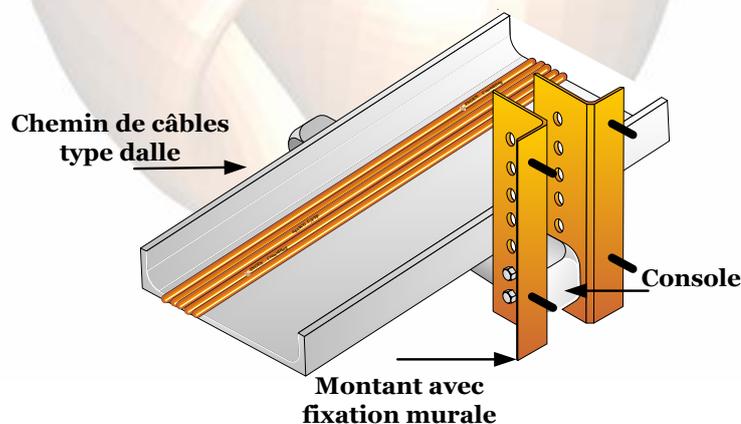


Ce montage est constitué :

- de goussets,
- de montants réglables en hauteur,
- de consoles adaptées à la largeur de la dalle du chemin de câbles,
- des visseries associées.

Le nombre de pendards est déterminé en tenant compte de la charge maximale admissible.

- Le pendard avec fixation au mur,



Ce montage est constitué de :

- console adaptée à la largeur de la dalle du chemin de câbles,

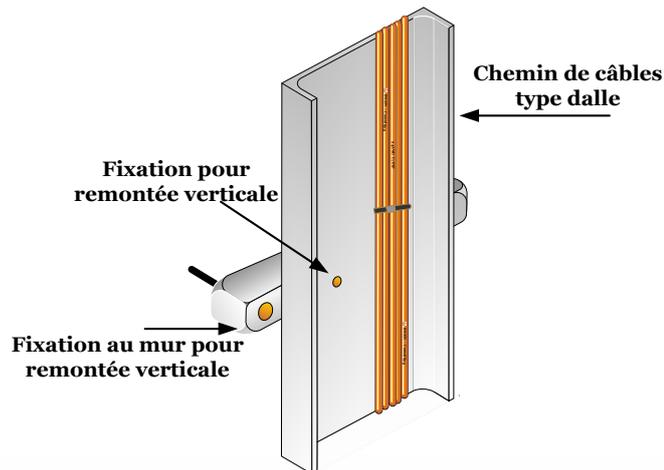
- visseries associées.

Le nombre de pendants et de fixations est déterminé en tenant compte de la charge maximale admissible. L'espace entre deux pendants consécutifs ne doit jamais être supérieur à 1,50 m.

Il convient d'adapter les fixations aux types de cloisons rencontrés (béton, carreau de plâtre, etc.) pour éviter le risque d'arrachement lors de la pose des câbles.

L'usage d'un tel montage convient pour soutenir des câbles le long des cloisons dans les circulations ou localement sur une poutre.

- La remontée verticale.

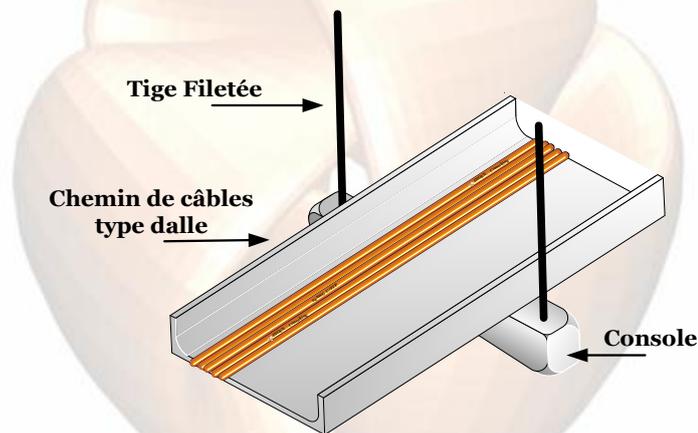


Ce montage est constitué de :

- pontets adaptés à la largeur de la dalle du chemin de câbles,
- visseries associées.

Ce choix est réalisé en tenant compte de l'encombrement, de la place disponible sous les faux plafonds, du poids de l'ensemble et des supports existants.

- Les tiges filetées,



Ce montage est constitué de :

- tiges filetées de hauteur variable et adaptée à la hauteur sous le faux plafond,
- semelles permettant de recevoir la dalle du chemin de câbles,
- visseries associées.

Le nombre de tiges filetées est déterminé en tenant compte de la charge maximale admissible. L'espace, entre les tiges filetées consécutives, ne doit jamais être supérieur à 1,50 m.

Le montage est autorisé à condition d'assurer un parfait soutien du chemin de câbles et respecter toutes les règles de sécurité. Il est important de souligner que ce montage augmente la difficulté pour la mise en place des câbles qui sont tirés au lieu d'être posés. Une attention particulière doit être observée lors de la pose des câbles (passage et pose).

Nota :

La présence de chemins de câbles, de poutres, de gaines de ventilation et de tuyaux dans les faux plafonds, oblige à sectionner les chemins de câbles en tronçons.

Dans ce cas, ils sont arrêtés de part et d'autre de l'obstacle. Les arêtes vives et tranchantes sont protégées. Les câbles sont alors posés, en nappe, au-dessous ou au-dessus de l'obstacle, suivant le cas. Les contacts directs entre les câbles et la structure du bâtiment sont interdits. Une protection est obligatoirement installée (gaine, tube, etc.).

Les câbles sont posés et non tirés sur les chemins de câbles. Tous les accessoires (éclisse, gousset, montant, console, etc.) définis par le constructeur doivent être utilisés. La fixation des chemins de câbles doit tenir compte de la charge maximale (100% de remplissage). Le nombre de supports et de fixations est choisi en conséquence, en tenant compte également de la structure des cloisons ou des murs qui les reçoivent.

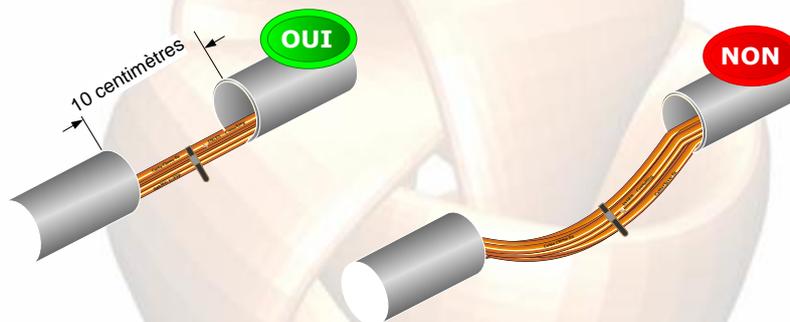
Lorsque le chemin de câbles traverse un mur, une cloison ou une dalle coupe-feu étanche, il doit être arrêté de part et d'autre. Le degré coupe-feu, phonique ou étanchéité à l'air doit être rétabli suivant les normes de sécurité et acoustique en vigueur avec les matériaux adaptés.

Toutes les cloisons traversées par des torons de câbles doivent être également rebouchées au plâtre. Les câbles sont protégés dans des fourreaux suffisamment dimensionnés.

6.5.5. Les tubes IRL

Il est impérativement installé des tubes IRL d'un diamètre minimum de 32 mm. Ce tube est "coupé" tous les 3 mètres environ (sur 10 cm environ) afin de permettre le passage ultérieur d'un nouveau câble.

Les tubes ne sont pas trop espacés afin d'éviter que les câbles "pendent" entre deux tubes. De même, aucun coude n'est à placer afin de faciliter la mise en place des câbles.



Le tube IRL est fixé dans les Règles de l'Art tous les 60 cm au moins afin que celui-ci ne se torde pas. Il est impérativement fixé sous la dalle avec des accessoires de fixation prévus à cet effet.

Les tubes ne doivent pas être fixés aux faux plafonds ou aux dalles néons.

6.5.6. Les gaines ICTA

Il est impérativement installé des gaines ICTA d'un diamètre minimum de 32 mm.



La gaine ICTA est fixée dans les Règles de l'Art tous les 60 cm au moins afin que celui-ci ne se torde pas. Elle est impérativement fixée sous la dalle avec des accessoires de fixation prévus à cet effet.

Les tubes ne doivent pas être fixés aux faux plafonds ou aux dalles néons.

6.5.7. Règles de cheminement dans les faux plafonds

Dans les salles de moyenne dimension, c'est-à-dire comprenant moins de 10 câbles, les câbles sont fixés dans des gaines ICTA ou tube IRL.

Ces câbles ne doivent, en aucun cas, être fixés aux supports secondaires des faux plafonds, mais sur la maçonnerie.

Dans les salles ayant plus de 10 câbles, les câbles sont posés dans un chemin câbles.

Dans les couloirs, les câbles sont posés dans un chemin de câbles.

6.5.8. Les goulottes

Pour la distribution dans les pièces, une goulotte blanche 2 ou 3 compartiments (avec coudes et raccords du constructeur) de taille minimale 140 x 50 mm. Ces supports doivent être **surdimensionnés d'au moins 30%** pour permettre d'éventuelles extensions.

Les goulottes sont mises en œuvre de telle manière qu'aucun câble ne reste apparent. Les goulottes installées sont toutes du même constructeur (coudes et raccords compris).

La hauteur et le positionnement des goulottes sont validés par le maître d'œuvre.

6.5.9. Protection des câbles

Les câbles VDI, au passage des dalles, doivent impérativement être protégés par un tube IRL correspondant au diamètre de perçage.

Le Tube IRL doit dépasser au minimum de 50 mm et à chaque extrémité du perçage.

Le remplissage du tube sera fait à l'aide d'une **mousse coupe-feu** deux heures. **Le rebouchage par plâtre n'est pas accepté.**

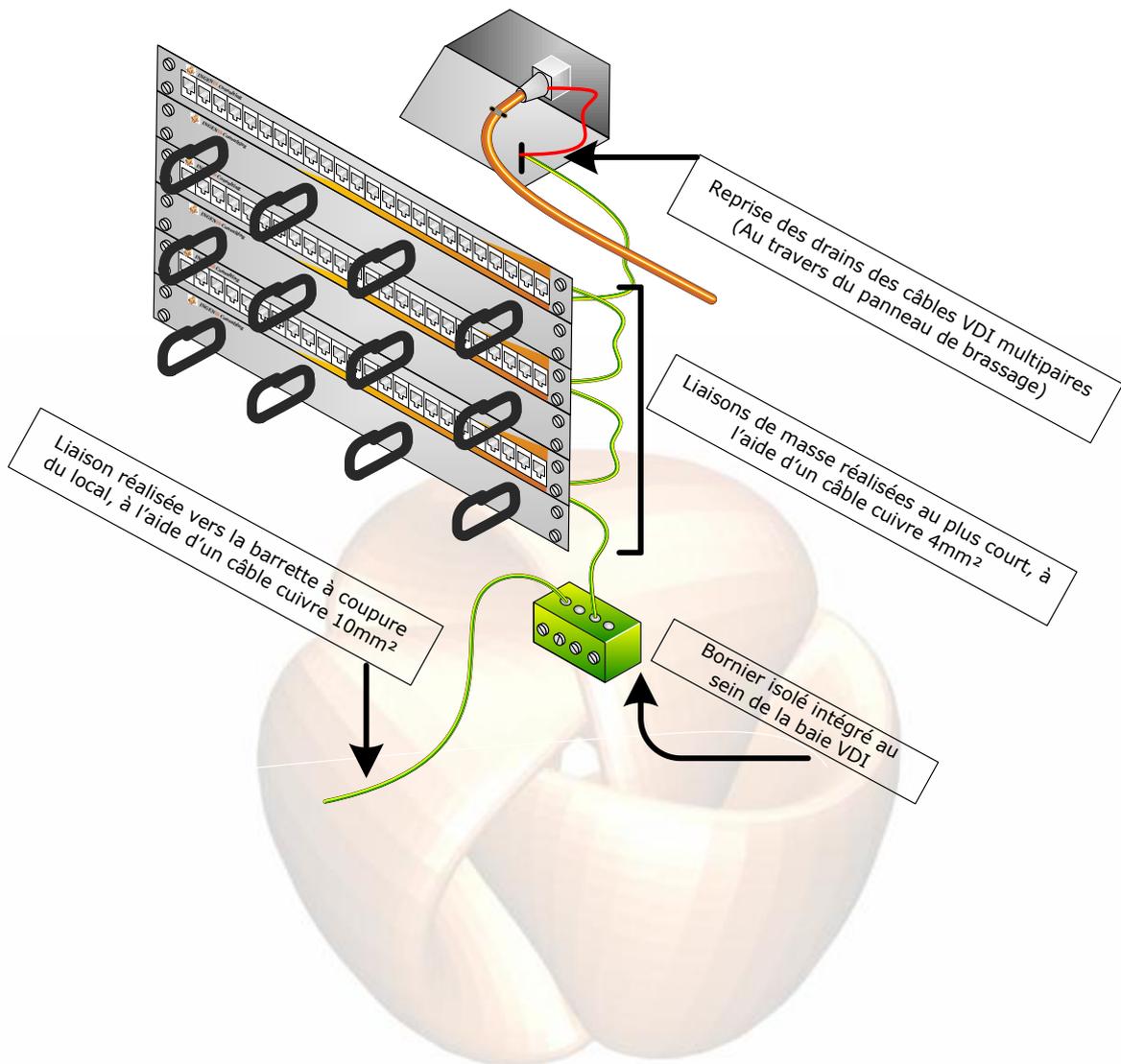
6.5.10. La mise à la Terre

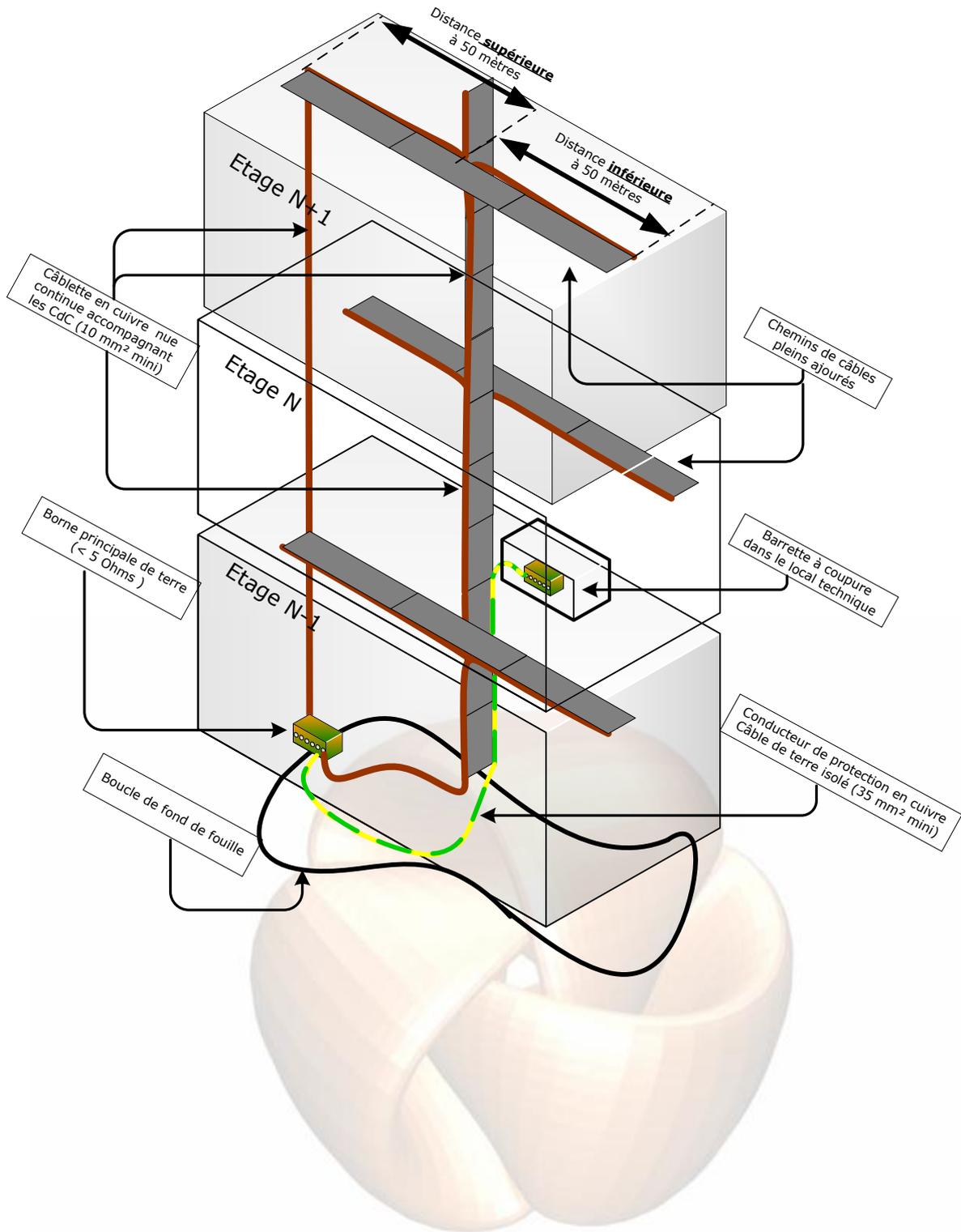
Tous les drains des câbles 4 paires blindés sont raccordés à la terre (drain le plus court possible) et au blindage de la prise RJ45 (reprise à 360°).

Le drain de masse ne doit en aucun cas dépasser du système de la reprise du drain par le connecteur et ce pour éviter les effets d'antenne. Bien évidemment, il faut s'assurer de la continuité de drain jusqu'aux châssis des équipements réseaux connectés.

Les panneaux de brassage possèdent des kits de masse à chacune de leur extrémité. Ceux-ci sont donc interconnectés les uns aux autres verticalement, par un conducteur V/J de section 4mm², jusqu'au bornier isolé fixé en pied de baie.

De ce kit de masse, il doit être prévu un câble V/J de section 10mm² jusqu'à la barrette de coupure du local technique.





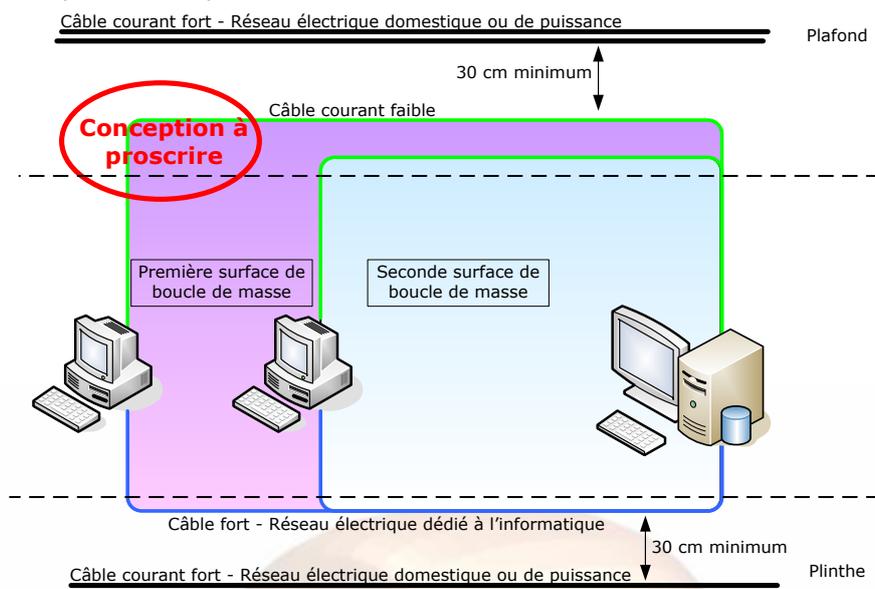
6.6. Recommandations de mise en œuvre CEM

6.6.1. Principes

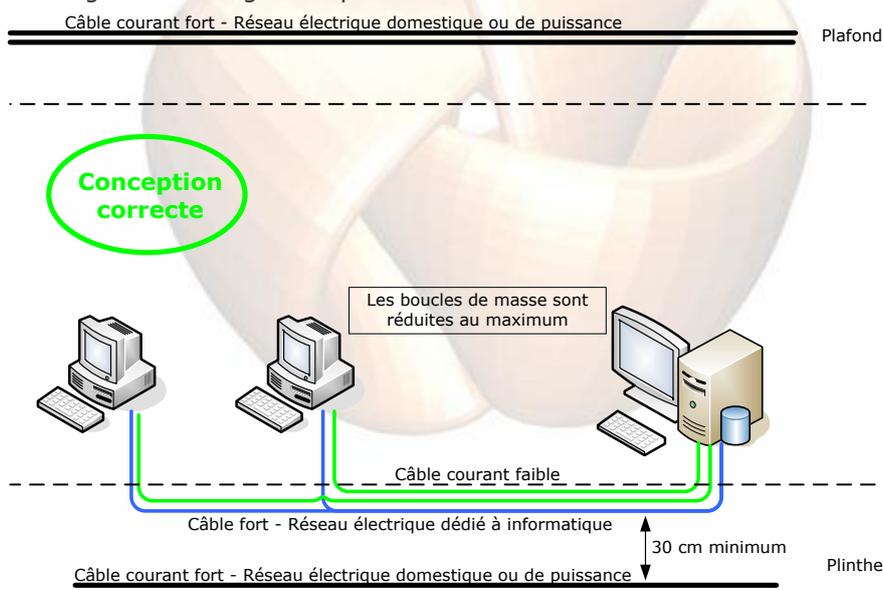
La règle fondamentale à respecter en matière de CEM est de rapprocher les câbles d'un même système. Il faut donc rapprocher les câbles du précâblage V.D.I. de l'alimentation électrique des équipements V.D.I., mais il ne faut pas pour autant rapprocher ces câbles de données des alimentations électriques qui n'ont rien à voir avec ce même réseau, notamment les alimentations électriques des machines électrotechniques.

6.6.2. Exemples de réalisation

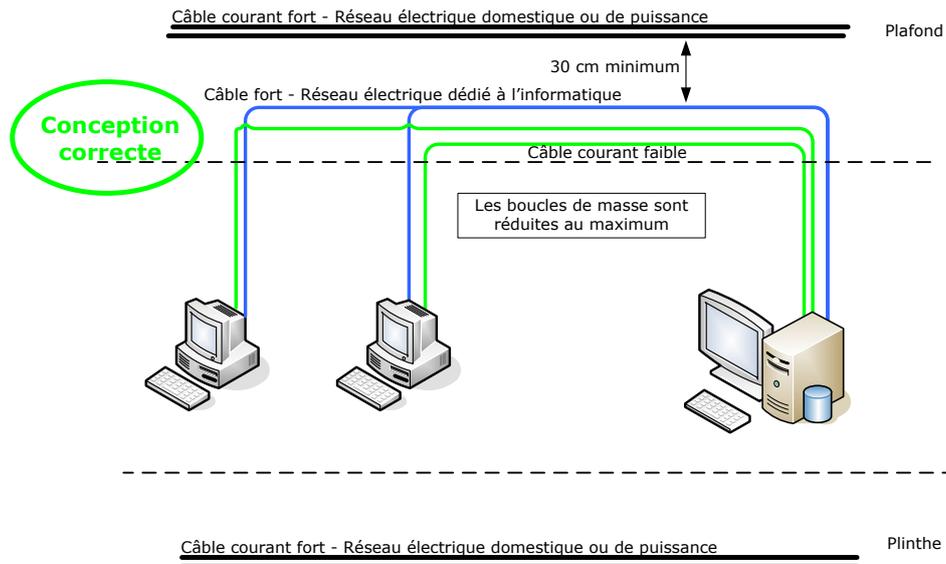
Voici ce qu'il ne faut pas faire ...



Voici les règles de câblage à respecter :



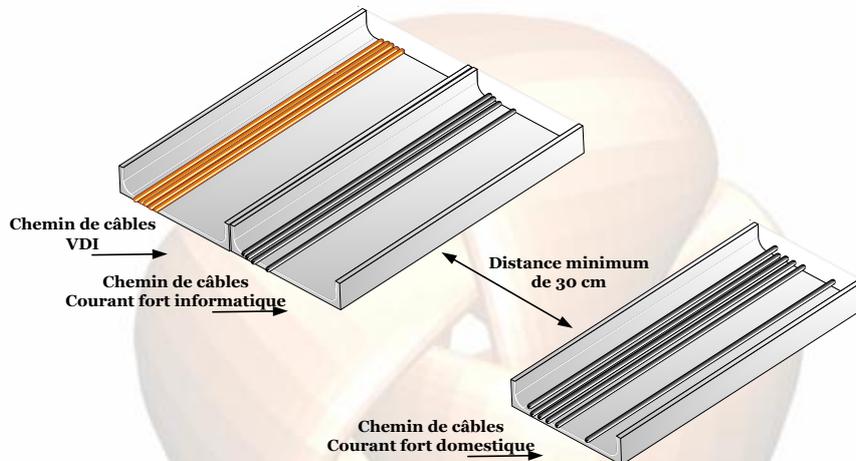
Ou bien encore :



En effet, sans le respect de cette règle, on constate beaucoup plus de problèmes d'immunité et très peu de problèmes d'émission conduite ou rayonnée. On prend donc désormais en compte prioritairement le critère d'immunité, car les effets du champ magnétique de la foudre sont responsables de la majorité des dégâts des réseaux lors des jours d'orage.

Ceci justifie l'utilisation de câbles V.D.I. écrantés, raccordés à la masse à leurs deux extrémités et si possible à 360° (carte Ethernet blindée par exemple avec jarretières RJ45/RJ45 écrantées).

Voici donc une solution mécanique satisfaisant les contraintes exprimées ci-dessus :



6.6.3. Contraintes d'environnement

Pour garantir le fonctionnement de réseaux à haut débit, il est indispensable de respecter les contraintes d'environnement propres au bâtiment à précâbler.

La perturbation des données transmises sur le câblage d'un établissement a pour origine les champs électromagnétiques ou électriques émis volontairement ou non. Ces champs "parasites" induisent sur les lignes des signaux plus ou moins importants qui modifient les signaux transmis.

- ☛ Les principales sources de champs "parasites" que l'on rencontre dans un bâtiment sont :
- ☛ les tubes fluorescents avec leurs starters, électroniques ou non,
- ☛ les moteurs électriques qui s'encrassent et s'usent,

- les ascenseurs et les monte-charges (machinerie),
- les postes de transformation secteur car les énergies mises en cause sont importantes,
- les appareils électroniques dont les parasites rayonnés sont dus principalement aux horloges et aux alimentations à découpage,
- les liaisons Hautes Fréquence sont particulièrement sensibles à ces parasites,
- le blindage des câbles n'est pas suffisant pour garantir une immunité complète à l'environnement. Son efficacité dépendra de sa mise à la terre et à la nature du support sur lequel il repose.

La solution la plus efficace et la moins onéreuse consiste à s'éloigner des "sources de perturbation".



6.7. Le repérage

6.7.1. Principe

L'ensemble des repérages sont déterminés et validés pendant l'exécution des travaux. Des échantillons sont demandés avant la pose de ceux-ci. Des fichiers issus de tableurs, sont demandés, permettant ainsi l'intégration de ces éléments d'identifications. Le format de fichier sera défini ultérieurement.

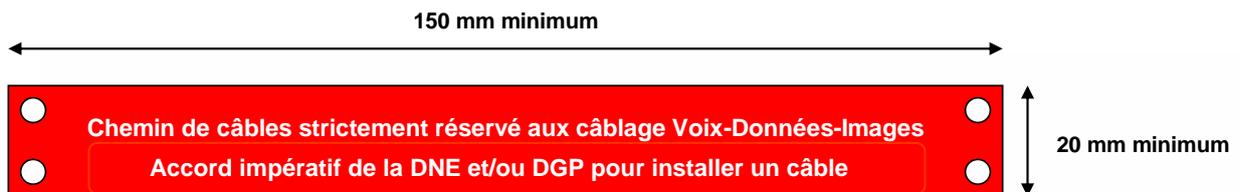
Chaque élément est repéré à l'aide d'une étiquette gravée (et non imprimée) soit collée, soit fixée mécaniquement pour plus de longévité, à l'exclusion de toute étiquette autocollante de type DYMO ou équivalent.

6.7.2. Les locaux techniques

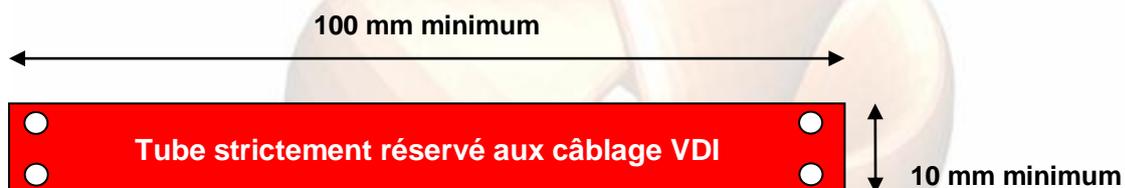
L'identification et le repérage est nécessaire dès le début, afin d'appliquer ce principe à toutes les nouvelles implantations de câblage. En regard de l'importance du site et des extensions possibles, le repérage est appliqué par bâtiment.

6.7.3. Les cheminements

Les chemins de câble porteront tous les **cing mètres** et à chaque changement de direction, une étiquette dilophane attachée solidement portant l'inscription :



Les tubes IRL porteront tous les **trois mètres** ou à chaque changement de direction, une étiquette dilophane attachée solidement portant l'inscription :



6.7.4. Les câbles VDI

Les câbles doivent être repérés au feutre **indélébile** (à même le câble) ou avec une étiquette inamovible, **aux deux extrémités** (repérage avec le N° de prise définitif **même après raccordement sur les RJ45**). Ce repérage sera situé sur le câble entre 20 et 50 cm de la prise installée (finie).

6.7.5. Repérage des sites et locaux techniques

A chaque site est attribué un identifiant utilisé dans le principe d'identification des prises et câbles VDI (Cuivre et optique). Ces sites sont numérotés de 1 à N.

Les identifiants sont obligatoirement les suivants (N° ID VDI) :

RNE	Type	Patronyme	Ville	ID VDI
0390024P	LP	PIERRE VERNOTTE	MOIRANS EN MONTAGNE	20
0390042J	LGT	V. CONSIDERANT	SALINS LES BAINS	21
0390786T	LGT	PRE SAINT SAUVEUR	ST CLAUDE	27
0391193K	LP	SEP POLIGNY	ARBOIS	200
0250001R	LP	FERNAND LEGER	AUDINCOURT	201
0250002S	LP	LOUIS GARNIER	AUDINCOURT	202
0250063H	LP	J. D'ABBANS	BAUME LES DAMES	203
0900355X	LP	DENIS DIDEROT	BAVILLIERS	204
0900002N	LGT	CONDORCET	BELFORT	205
0900003P	LGT	GUSTAVE COURBET	BELFORT	206
0900004R	LGT	RAOUL FOLLEREAU	BELFORT	207
0900294F	LP	RENE CASSIN	BELFORT	208
0250008Y	LGT	LOUIS PASTEUR	BESANCON	209
0250013D	LP	GRAVIERS BLANCS	BESANCON	210
0250007X	LGT	VICTOR HUGO	BESANCON	211
0250010A	LGT	LOUIS PERGAUD	BESANCON	212
0251711Z	LGT	LEDOUX	BESANCON	213
0250014E	LP	CONDE	BESANCON	214
0250064J	LP	MONTJOUX	BESANCON	215
0251079M	LP	TRISTAN BERNARD	BESANCON	216
0250011B	LPO	JULES HAAG	BESANCON	217
0251557G	LP	ALBERT CAMUS	BETHONCOURT	218
0391092A	LPO	PAUL EMILE VICTOR	CHAMPAGNOLE	219
0900019G	LP	JULES FERRY	DELLE	220
0390012B	LG	CHARLES NODIER	DOLE	221
0390013C	LGT	JACQUES DUHAMEL	DOLE	222
0390015E	LP	JACQUES PREVERT	DOLE	223
0700011G	LP	HENRI FERTET	GRAY	224
0700009E	LPO	A. COURNOT	GRAY	225
0701035V	LPO	LOUIS ARAGON	HERICOURT	226
0390020K	LP	LE CORBUSIER	LONS LE SAUNIER	227
0390021L	LP	MONTCEL	LONS LE SAUNIER	228
0390019J	LGT	JEAN MICHEL	LONS LE SAUNIER	229
0700019R	LP	BARTHOLDI	LURE	230
0700018P	LPO	GEORGES COLOMB	LURE	231
0700024W	LP	BEAUREGARD	LUXEUIL LES BAINS	232
0701078S	LPO	LUMIERE	LUXEUIL LES BAINS	233

0250030X	LGT	GEORGES CUVIER	MONTBELIARD	234
0250032Z	LGT	VIETTE	MONTBELIARD	235
0250033A	LGT	LE GRAND CHENOIS	MONTBELIARD	236
0250066L	LP	VIETTE	MONTBELIARD	237
0250067M	LP	LES HUISSELETS	MONTBELIARD	238
0390027T	LPO	VICTOR BERARD	MOREZ	239
0251671F	LPO	EDGAR FAURE	MORTEAU	240
0390029V	LPO	DU BOIS	MOUCHARD	241
0390033Z	LPO	HYACINTHE FRIANT	POLIGNY	242
0251349F	LP	T. LOUVERTURE	PONTARLIER	243
0250043L	LPO	XAVIER MARMIER	PONTARLIER	244
0390914G	LP	FERDINAND FILLOD	ST AMOUR	245
0250058C	LGT	ARMAND PEUGEOT	VALENTIGNEY	246
0700905D	LGT	EDOUARD BELIN	VESOUL	247
0701052N	LGT	LES HABERGES	VESOUL	248
0700038L	LP	LUXEMBOURG	VESOUL	249
0700882D	LP	PONTARCHER	VESOUL	250
0251371E	EREA	ALAIN FOURNIER	BESANCON	251
0390055Y	EREA	CROTENAY	CROTENAY	252

RNE	Type	Patronyme	Ville	ID VDI
0251202W	LEGTA	ECOLE D'INDUSTRIE LAITIERE	MAMIROLLE	300
0251263M	LEGTA	BESANCON GRANVELLE	DANNEMARIE-SUR-CRETE	301
0390809T	LEGTA	MANCY	LONS-LE-SAUNIER	302
0390810U	LEGTA	EDGAR FAURE	MONTMOROT	303
0390812W	LEGTA	ECOLE D'INDUSTRIE LAITIERE	POLIGNY	304
0700827U	LEGTA	ETIENNE MUNIER - VESOUL	VESOUL	305
0900246D	LEGTA	LUCIEN QUELET	VALDOIE	306

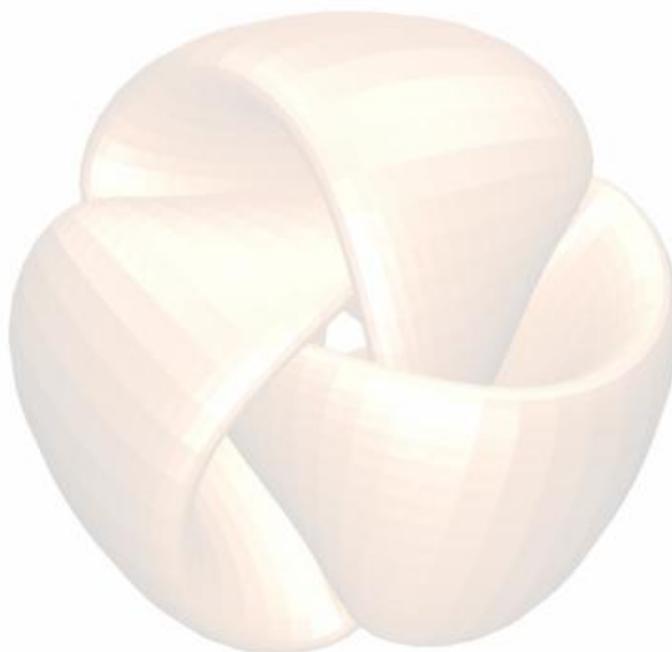
RNE	Type	Patronyme	Ville	ID VDI
0210003P		Prieur de la Côte d'Or	AUXONNE	400
0210006T		Clos Maire	BEAUNE	401
0210012Z		Stephen Liégeard	BROCHON	402
0210013A		Désiré Nisard	CHATILLON-SUR-SEINE	403
0210015C		Carnot	DIJON	404
0210017E		Montchapet	DIJON	405
0210018F		Hippolyte Fontaine	DIJON	406
0210019G		Le Castel	DIJON	407
0210032W		Henry Moisand	LONGCHAMP	408
0210036A		La Viti	BEAUNE	409
0210047M		Anna Judic	SEMUR EN AUXOIS	410
0210056X		Eugène Guillaume	MONTBARD	411
0211033J		Gustave Eiffel	DIJON	412
0211135V		Olivier de Serres	QUETIGNY	413
0211173L		Félix-Kir	PLOMBIERES LES DIJON	414
0211217J		La Barotte - Haute Côte d'Or	CHATILLON SUR SEINE	415

RNE	Type	Patronyme	Ville	ID VDI
0211356K		Antoine	CHENOVE	416
0211428N		Alain Fournier	BEAUNE	417
0211909L		Jean-Marc Boivin	CHEVIGNY ST SAUVEUR	418
0211928G		Charles de Gaulle	DIJON	419
0211986V		Les Marcs d'Or	DIJON	420
0212015B		Simone Weil	DIJON	421
0212045J		Etienne-Jules Marey	BEAUNE	422
0580008U		Romain Rolland	CLAMECY	423
0580014A		Pierre-Gilles de Gennes	COSNE COURS SUR LOIRE	424
0580020G		Pierre Bérégovoy	FOURCHAMBAULT	425
0580031U		Jules Renard	NEVERS	426
0580032V		Raoul Follereau	NEVERS	427
0580042F		Le Mont Châtelet	VARZY	428
0580050P		Jean Rostand	NEVERS	429
0580054U		Plagny-Sermoise	SERMOISE-SUR-LOIRE	430
0580055V		Nevers-Cosne-Plagny	CHALLUY	431
0580552K		François Mitterrand	CHATEAU CHINON	432
0580582T		Morvan	CHATEAU CHINON	433
0580584V		Cosne-Nevers	COSNE-COURS-SUR-LOIRE	434
0580753D		Alain Colas	NEVERS	435
0580761M		Maurice Genevoix	DECIZE	436
0710001R		Bonaparte	AUTUN	437
0710010A		Mathias	CHALON SUR SAONE	438
0710011B		Pontus de Tyard	CHALON SUR SAONE	439
0710012C		Nicéphore Niépce - Julien de Balleure	CHALON SUR SAONE	440
0710014E		Thomas Dumorey	CHALON SUR SAONE	441
0710018J		Julien Wittmer	CHAROLLES	442
0710023P		La Prat's	CLUNY	443
0710026T		Léon Blum	LE CREUSOT	444
0710042K		Henri Vincenot	LOUHANS	445
0710045N		Lamartine	MACON	446
0710048S		René Cassin	MACON	447
0710054Y		Henri Parriat	MONTCEAU LES MINES	448
0710071S		Gabriel Voisin	TOURNUS	449
0710079A		Françoise Dolto - Théodore Monod	BLANZY-MONTCEAU LES MINES	450
0710080B		Alexandre Dumaine	MACON	451
0710087J		Astier	PARAY LE MONIAL	452
0711050F		Claude Brosse	CHARNAY LES MACON	453
0711067Z		Lucie Aubrac	DAVAYE	454
0711068A		Fontaines-Sud-Bourgogne	FONTAINES	455
0711073F		Horticulture et paysage - Velet	TOURNUS	456
0711120G		Charolles	CHAROLLES	457
0711137A		Camille Claudel	DIGOIN	458
0711322B		Camille du Gast	CHALON SUR SAONE	459
0711422K		Hilaire de Chardonnet	CHALON SUR SAONE	460
0711729U		Emiland Gauthey	CHALON SUR SAONE	461
0711815M		Forestier de Bourgogne	ETANG SUR ARROUX	462
0890003V		Jacques Amyot	AUXERRE	463
0890005X		Jean-Joseph Fourier	AUXERRE	464
0890008A		Parc des Chaumes	AVALLON	465

RNE	Type	Patronyme	Ville	ID VDI
0890032B		Chevalier d'Eon	TONNERRE	466
0890045R		La Brosse	VENOY	467
0890819G		Vauban	AUXERRE	468
0890849P		Albert Schweitzer	CHAMPS SUR YONNE	469
0891016W		Jules Verne	JOIGNY	470
0891159B		Saint Germain	AUXERRE	471
0891168L		Pierre Larousse	TOUCY	472
0891199V		Louis Davier	JOIGNY	473
0891200W		Catherine et Raymond Janot - Pierre et Marie Curie	SENS	474

De même, chaque local technique d'un site est identifié par une lettre de A à Z.
 Les identifiants, par type de local, sont obligatoirement les suivants :

Site	Identifiant du site
<i>Local technique principal (LTP)</i>	<i>LTP-A</i>
<i>Local technique secondaire 1 (LTS1)</i>	<i>LTS-B</i>
<i>Local technique secondaire 2 (LTS2)</i>	<i>LTS-C</i>
<i>Local technique secondaire 3 (LTS3)</i>	<i>LTS-D</i>
<i>Local technique secondaire 4 (LTS4)</i>	<i>LTS-E</i>
..	..
..	..
<i>Local technique secondaire n+1 (LTn+1)</i>	<i>LTS-Z</i>



6.7.6. Les prises

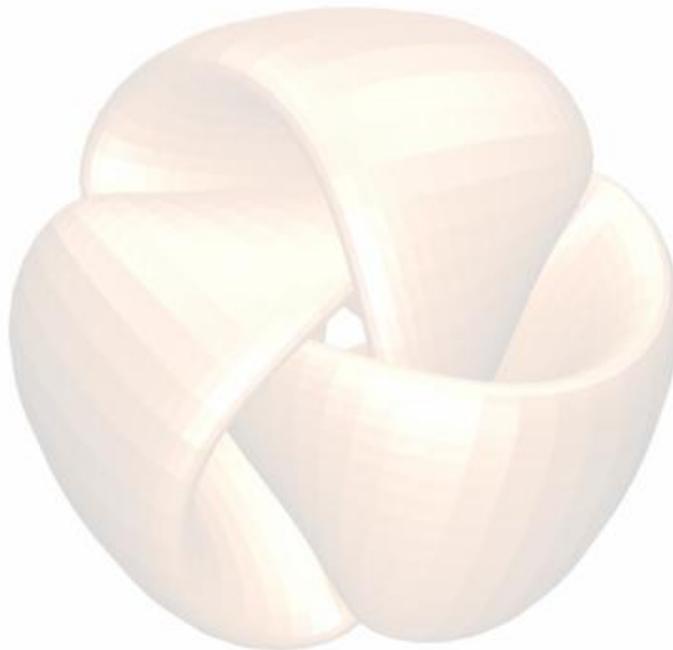
Les prises RJ45 doivent être clairement identifiées et repérées, tant coté répartiteur que coté distribution.

Côté répartiteur : un numéro séquentiel de 1 à n pour chaque borne normale, de 1 à n pour chaque borne réduite et de 1 à n également pour chaque borne individuelle (et ce, dans chaque local technique), une lettre pour chaque prise (A, B et C pour les trois prises d'une borne normale, D et E pour les deux prises d'une borne réduite et F pour la prise d'une borne individuelle).

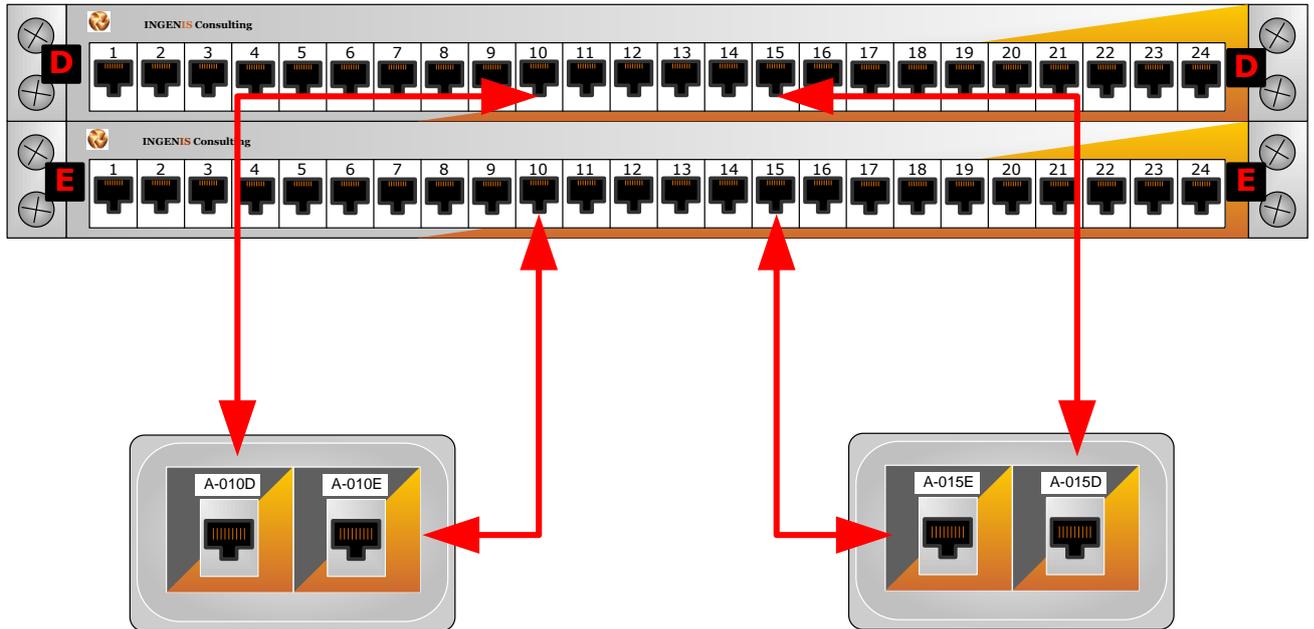
Chaque bandeau de prises RJ45 est repéré par les numéros des bornes normales, réduites ou individuelles (au-dessus de chaque borne dont les prises sont regroupées verticalement) et par les lettres A, B et C pour les 3 prises d'une borne normale, D et E pour les 2 prises d'une borne réduite et F pour la prise d'une borne individuelle (ces lettres apparaîtront de chaque côté des panneaux). Ces repérages sont gravés sur des étiquettes soit collées, soit fixées mécaniquement (pas d'étiquette autocollante).

Côté distribution : une lettre et un chiffre pour le local technique dont elle est issue - un numéro d'identification (séquentiel) de la borne et une lettre pour chaque prise d'une même borne (A, B et C pour les trois prises d'une borne normale, D et E pour les deux prises d'une borne réduite et F pour la prise d'une borne individuelle).

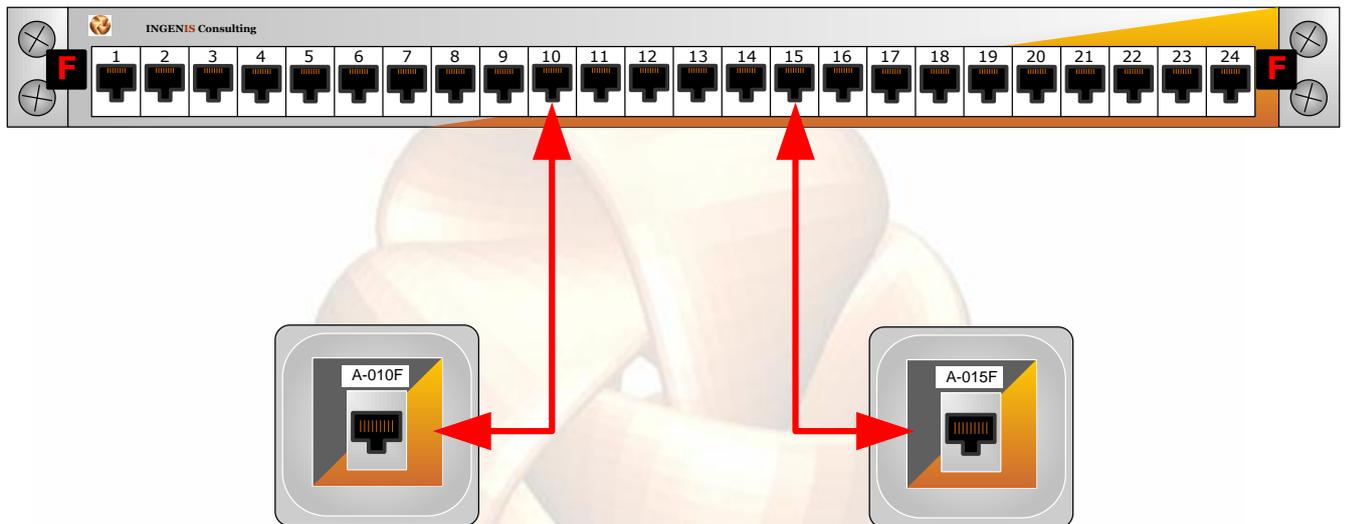
Chaque prise sera repérée ainsi à l'aide d'une étiquette gravée (et non imprimée) soit collée, soit fixée mécaniquement pour plus de longévité, à l'exclusion de toute étiquette autocollante de type DYMO ou équivalent.



6.7.6.1. *Identification des Bornes Réduites*



6.7.6.2. *Identification des Bornes Individuelles*



6.7.7. Les rocades optiques

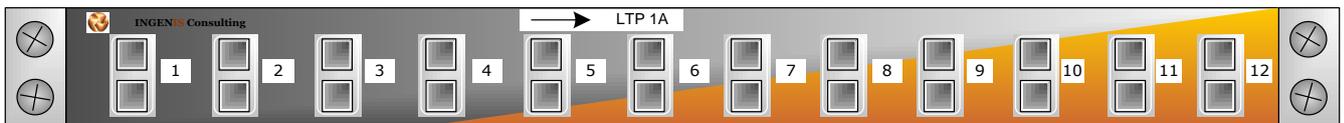
Tous les connecteurs optiques des rocades sont identifiés par un numéro de 1 à n pour chaque liaison. En particulier, il doit apparaître clairement, à chaque extrémité, les aboutissants de chacun des câbles de rocade.

Le repérage des panneaux au sein du local technique, comprend le sigle de la flèche, le type de local et son identifiant (Cf. exemple).

Chaque brin est repéré par un numéro séquentiel de 1 à n.

Exemple :

→ LTP 1A ou -> LTS 1C



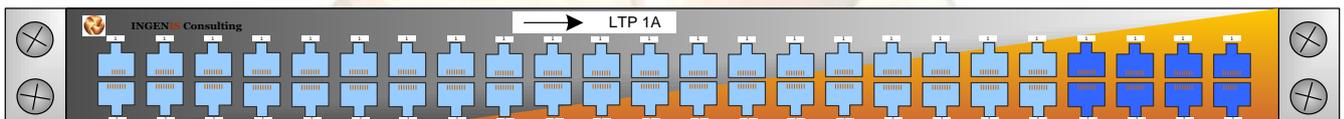
6.7.8. Les rocades cuivre

Toutes RJ45 des rocades doit être identifiées par un numéro de 1 à n pour chaque liaison. En particulier, il doit apparaître clairement, à chaque extrémité, les tenants et les aboutissants de chacun des câbles de rocade.

Le repérage des panneaux de brassage au sein du local technique, comprend le nom de la liaison, ainsi que le nombre de paires du câble. Un document, placé dans une pochette plastifiée, décrivant précisément toutes les connexions et les numéros de contacts, sera disposé à proximité des répartiteurs. Les étiquettes doivent identifier clairement les liaisons 4 fils (Étiquettes bleues claires pour les liaisons 2 fils et étiquettes bleues foncées pour les liaisons 4 fils).

Exemple :

→ LTP 1A ou -> LTS 1C



6.8. Le câblage électrique

Les prises électriques de chaque borne associée à une alimentation 220V~, doivent être clairement identifiées et repérées, tant coté tableau que côté point d'accès.

7. Tests et contrôles

Ils sont composés de deux parties :

- ☛ La validation visuelle de la réalisation,
- ☛ La validation à l'aide d'outil de mesure.

Ces tâches doivent toutes être réalisées, par le Titulaire, avant les Opérations Préalable à la Réception (OPR) réalisé par le Maître d'ouvrage, ceci afin d'identifier et de corriger les problèmes.

7.1. Méthodologie de contrôle visuel

7.1.1. Avant la mise en œuvre

Le Titulaire s'assure que le matériel qu'il doit mettre en œuvre est conforme. Pour cela, il réalise les opérations suivantes :

- ☛ Vérification de chaque référence « produit » (doit être conforme aux produits présentés dans son offre).
- ☛ Vérification visuelle des conteneurs et des contenus (détérioration, quantités).

7.1.2. Après la mise en œuvre

Le Titulaire doit vérifier que le matériel est correctement déployé. Pour cela, il réalise les contrôles suivants :

- ☛ L'installation respect les préconisations constructeurs et normes sur les aspects :
 - ☛ Rayon de courbure,
 - ☛ Dénudage,
 - ☛ Supports des câbles,
 - ☛ Absence de contraintes mécaniques sur les câbles,
 - ☛ Vérifier le raccordement et la distribution des masses sur les chemins de câbles et baies,
 - ☛ Vérifier le raccordement des écrans des câbles à la terre,
 - ☛ Rebouchage.
- ☛ Lovage des câbles optiques et cuivre dans les baies.
- ☛ L'étiquetage est correctement réalisée sur :
 - ☛ Les locaux,
 - ☛ Les baies, coffrets,
 - ☛ Les bandeaux de brassage optique et cuivre,
 - ☛ Les câbles optiques et cuivre,
 - ☛ Chemins de câbles.
- ☛ L'aspect physique de tous les éléments mis en œuvre et notamment :
 - ☛ Des baies,
 - ☛ Des coffrets,
 - ☛ Des bandeaux de brassage,
 - ☛ Des plastrons,
 - ☛ Des câbles.
- ☛ La conformité à l'aspect esthétique d'ensemble et notamment :
 - ☛ Type de vis (cruciforme uniquement),

- ☉ Plastron,
- ☉ Etiquetage,
- ☉ Rebouchage des percements.

Ces opérations sont réalisées :

- ☉ Après passage de tous les câbles afin de vérifier la qualité de pose, l'étiquetage, le rebouchage des percements,
- ☉ Après la mise en œuvre de tous les connecteurs RJ45 et des bandeaux afin de vérifier la bonne mise en œuvre.

Un tableau récapitulatif de tous les tests à effectuer doit être rempli par le titulaire du marché avant le déroulement des opérations préalables à la réception.

Date :		Société (installateur) :	
(C= Conforme, NC= Non Conforme)		Site concerné :	
N°	Test à effectuer	Statut (C ou NC)	Commentaires
1	Etiquetage baies et coffrets		
2	Etiquetage panneaux 19"		
3	Etiquetage câbles optiques		
4	Etiquetage chemins de câbles		
5	Aspect des baies et coffrets		
6	Rilsan correctement serrés		
7	Dénudage câbles optique		
8	Rayon de courbure optique		
9	Lovage câbles optique dans baie		
11	Cahier de recette fourni		
12	Nomenclature des matériels installés		
13	Photocopie Bon de Livraison Câbles optiques		
14	N° de série de l'appareil et date de dernière calibration : Pentascanner photomètre, réflectomètre		
15	Nettoyage du site		

7.2. Mesures sur les câbles cuivre

7.2.1. Chaîne de liaison Catégorie 6A Classe EA

Les mesures décrites ci-après, permettent d'apprécier la qualité de transmission, et sont réalisées sur la totalité des câbles (après l'expertise visuelle).

Les outils de mesure sont paramétrés à l'aide des fiches techniques des produits déployés. Ces fiches techniques décrivent les caractéristiques des différents éléments :

- ☛ Câbles (NVP),
- ☛ Connecteurs,
- ☛ Cordons.

Elles indiquent les paramètres d'impédance, de vélocité, d'atténuation, de return loss, etc. Ceci permet de comparer et valider la conformité des valeurs indiquées sur les fiches de tests présentées et celles indiquées par le fabricant.

Ces tests comprennent :

- ☛ Les essais de continuité, d'isolement et de dépairage pour :
 - ☛ Vérifier la connectique,
 - ☛ Déceler les défauts de croisement et de court-circuit,
 - ☛ Déterminer que chaque paire est bien isolée par rapport aux autres paires et par rapport à la terre,
- ☛ Les essais de réflectométrie pour déterminer les longueurs et valider la qualité du câble,
- ☛ Les essais d'atténuation et de paradiaphonie ainsi que tous les paramètres de PowerSum, de Return-Loss, de Skew-Delay, etc. pour valider le système,
- ☛ Les essais de connectivité et de résistance du blindage,
- ☛ La vérification des repérages inscrits sur les prises et les bandeaux, ainsi que leur localisation exacte sur les plans de recette.

La recette doit prouver pour chaque liaison (et sur tous les paramètres) la conformité à la norme Classe EA (ISO/IEC 11 801 Edition 2002 Amd1 et Amd2).

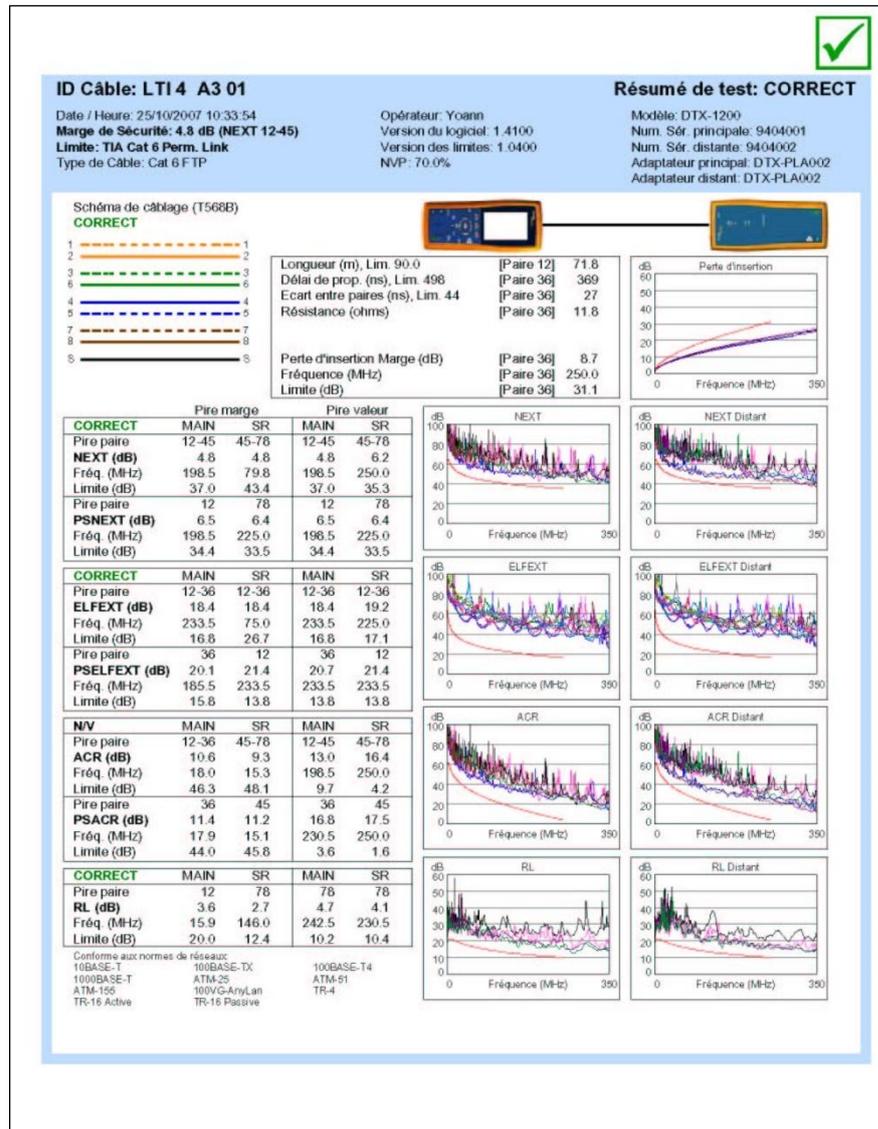
Le matériel de test est de type « ISO/IEC 11 801 Edition 2002 Amd1 et Amd2 », La version logicielle du testeur est remise à jour conformément aux dernières versions disponibles par le fabricant. L'entreprise fournit avant chaque campagne de test, le certificat de métrologie de l'appareil datant de moins de 6 mois. Le testeur et l'injecteur sont étalonnés à chaque usage.

L'ensemble des liaisons installées est testé **selon la méthodologie « Channel »**. A ce titre les cordons doivent être neufs à chaque lancement de tests, changés tous les deux cents tests, avec une longueur de 4 mètres pour l'un et de 6 mètres pour l'autre.

Tous autres modes de test sont proscrits. Tous les tests qui n'auront pas été fait selon les modalités de ce présent document doivent être repassés et ne sont pas facturables. Si plus de deux (2) % de la totalité des tests échouent, l'intégralité du système de câblage devra être re-testé sans coûts supplémentaires.

Le Maître d'Ouvrage se réserve le droit d'être présent à tout moment lors des tests et de choisir au hasard, une fois la phase de tests finis, jusqu'à cinq (5) % du total des liaisons électriques afin de les re-tester (avec le testeur de l'entreprise) et de les comparer aux résultats indiqués dans la recette technique.

Chaque test est scrupuleusement conservé afin d'être fourni au Maître d'Ouvrage lors des OPR.



Fiche de certification type

7.2.2. Rodee cuivre

Les liaisons sont testées afin de valider les défauts de continuité et d'isolement:

- ☛ Vérifier la connectique,
- ☛ Vérifier les schéma de connectique (suivant demande du maître d'ouvrage),
- ☛ Déceler les défauts de croisement et de court-circuit,
- ☛ Déterminer que chaque paire est bien isolée par rapport aux autres paires et par rapport à la terre,

7.3. Mesures sur les câbles optiques

Les types de tests sont réalisés en fonction de la longueur de la liaison déployée. Nous retenons les principes suivants :

	Liaison multimode	Liaison monomode
Pré-requis de la longueur Lmin	10 mètres	30 Mètres
Longueur de la fibre à tester Inférieure ou égale à Lmin	Photométrie	Photométrie
Longueur de la fibre à tester Supérieure ou égale à Lmin.	Réflectométrie et Photométrie	Réflectométrie et Photométrie

Chaque brin de fibre est mesuré à deux longueurs d'onde différentes. Le tableau suivant indique quelles longueurs d'onde sont retenues en fonction de la nature de la fibre.

Nature	Longueur d'onde	Diamètre de coeur	Indice moyen (Réfraction du coeur)
Multimode (OM1, OM2, OM3)	850 nm et 1310 nm	62,5µm	1,490
		50 µm	1,475
Monomode (OS1)	1310 nm et 1550 nm	9 µm	1,465
		9 µm	1,475

7.3.1. Photométrie optique : Contrôle quantitatif

Un contrôle photométrique est réalisé dans les deux sens sur toutes les fibres optiques installées. Ce test permet de déterminer l'atténuation globale de l'ensemble.

La différence de mesure au photomètre entre les deux tests (mesure et tarage) est appelée A (atténuation du lien inséré dans la chaîne de liaison).

La valeur théorique de cette mesure est la suivante :

$$A \text{ (dB)} = na + bL + c(1 - \exp(-15L))$$

n = le nombre de traversées de cloison en ligne (sans l'émetteur et le récepteur),

a : atténuation d'une traversée de cloison (0,1 dB < a < 0,5 dB),

b : atténuation linéique de la fibre (3,0 dB < b < 3,5 dB @ 850 nm),

L : Longueur de la fibre en Km,

c : atténuation due au déséquilibre des modes (0 dB < c < 2 dB).

Il est à noter que dans le cadre de notre mesure, « c » peut être considéré comme égal à 0 (puisque la fibre d'injection vide les modes de gaine).

La formule théorique se réduit donc à :

$$A \text{ (dB)} = na + bL$$

Il est donc nécessaire de vérifier que les mesures effectuées sur site entrent bien en adéquation avec cette formule.

7.3.2. Réflectométrie optique : Contrôle qualitatif

Un contrôle de réflectométrie est réalisé dans les deux sens. Il permet de localiser les imperfections dans la chaîne de liaison.

La procédure de test est la suivante :

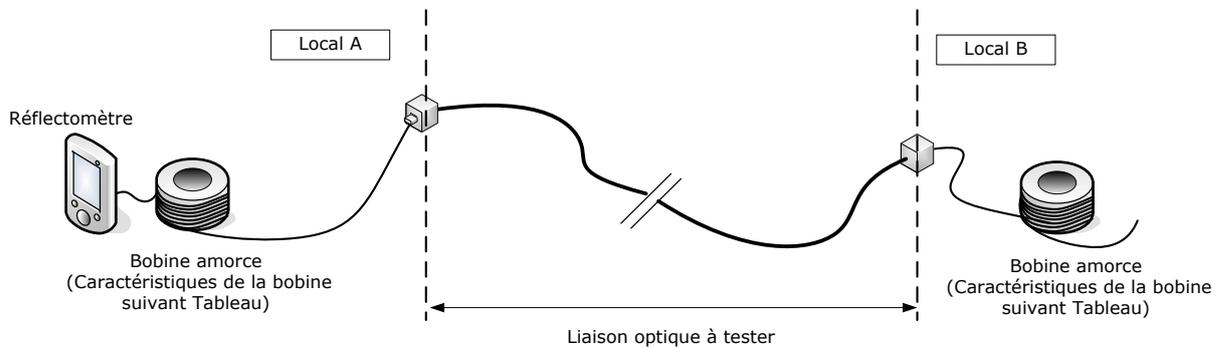


Figure 1 : Procédure de test de réflectométrie d'une liaison

Caractéristiques de la bobine	Liaison Monomode
Longueurs	Min. 500M - Max. 2400M
Type de fibre	Diamètre de champs de mode identique au diamètre champ de mode de la fibre testée
Affaiblissement linéaire max.	0,3 dB/Km à 1550 nm
Affaiblissement max. des connecteurs	1 dB
Affaiblissement global max. de la bobine	1,5 dB

La courbe à fournir doit présenter les valeurs suivantes, pour chaque longueur d'onde considérée :

- ☺ La longueur de la fibre mesurée,
- ☺ L'atténuation linéique de la fibre mesurée,
- ☺ La valeur d'atténuation du connecteur d'entrée,
- ☺ La valeur d'atténuation du connecteur de sortie.

Les valeurs de référence qu'il ne faut pas dépasser sont :

Dénomination	Valeurs
Atténuation linéaire max. OS1	0,5 dB/Km @ 1310 nm 0,4dB/Km @1550 nm
Atténuation d'une traversée de cloison SC	0,4 dB
Saut inexplicé sur la fibre de plus	0,1 dB

8. Documentation et réception

8.1. Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE)

L'ensemble de la documentation fait partie intégrante de la prestation. Celle-ci devra être livrée **en français**.

L'ensemble des documents sera livré au format papier et au format électronique, exploitable (MS Office, visio, autocad, format pdf utilisé exceptionnellement pour des formats spécifiques).

L'ensemble des documents techniques sera fourni avec, en préambule, une présentation globale de l'architecture mise en place et un index des pièces constituant le DOE.

Le Dossier des Ouvrages Exécutés sera composé des éléments suivants :

- ✿ Sommaire,
- ✿ Schéma de principe de l'installation,
- ✿ Schéma des coffrets et des baies VDI,
- ✿ Les tests cuivre (1 page par test),
- ✿ Les tests optiques (dans les deux sens),
- ✿ Une nomenclature des produits installés,
- ✿ Les fiches techniques des produits installés,
- ✿ Une attestation pour le rebouchage des percements ainsi que le PV des mousses et des portes coupe-feux,
- ✿ Les plans avec l'emplacement des cheminements,
- ✿ Les plans avec l'implantation des prises RJ45 (avec numérotation et code couleur en fonction du répartiteur de rattachement),

8.2. Réception

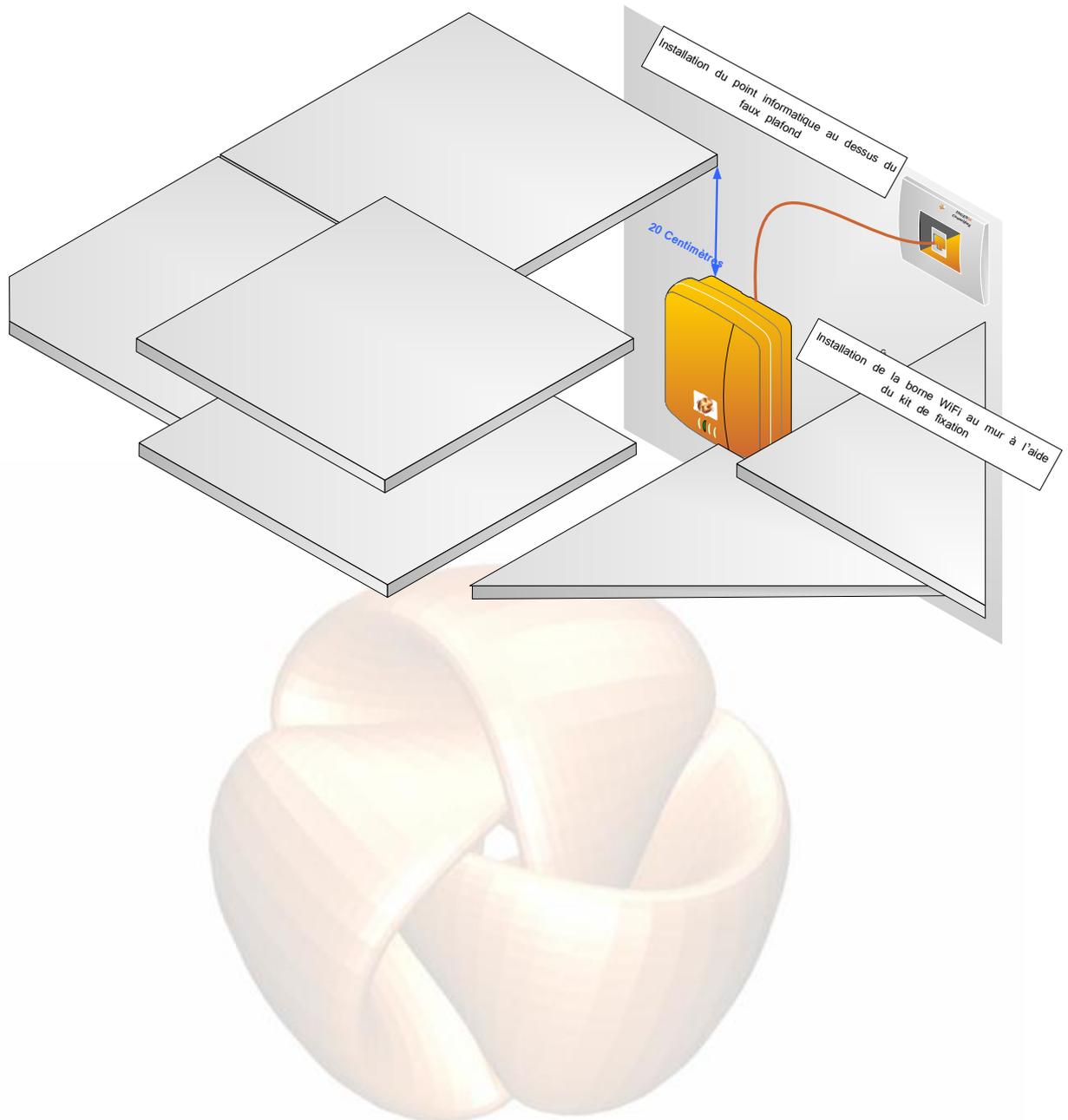
La réception de cette installation sera prononcée et conditionnée par :

- ✿ La fourniture de toutes les pièces attestant de la réalisation des tests,
- ✿ La fourniture de toute la documentation.

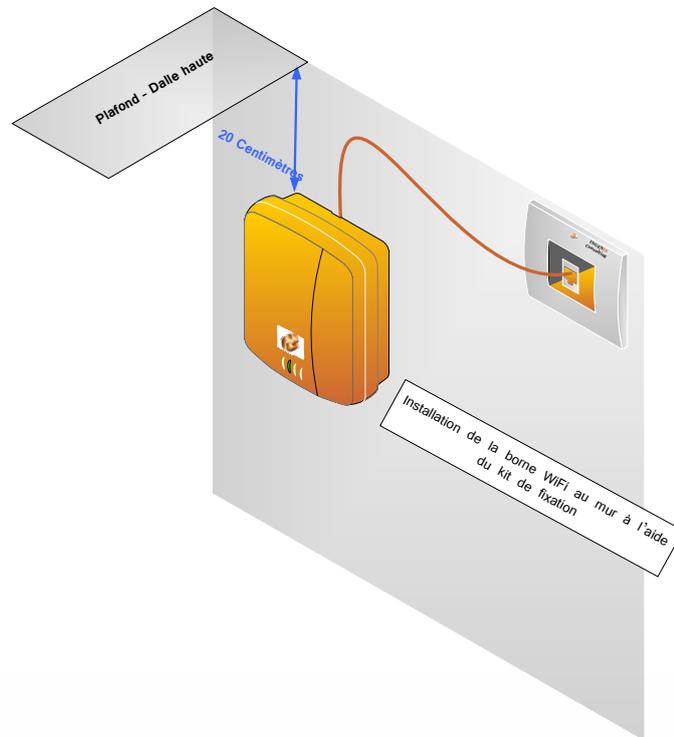
9. Point informatique des bornes Wifi

Les points informatiques, permettant de relier les bornes WiFi au réseau informatique, sont positionnés suivant les 4 cas décrits dans les paragraphes qui suivants.

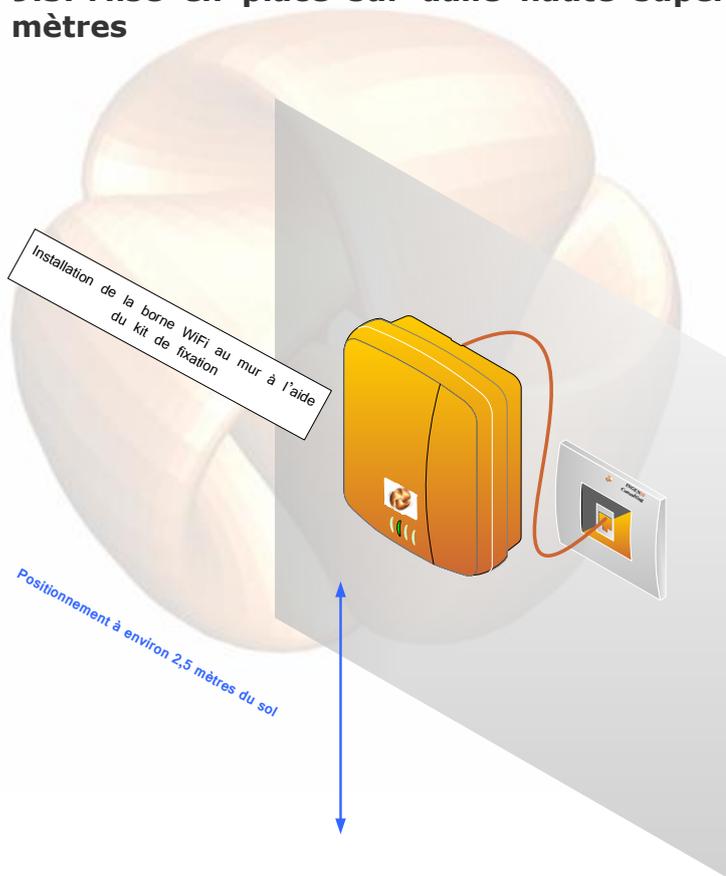
9.1. Mise en place avec faux plafond



9.2. Mise en place sans faux plafond



9.3. Mise en place sur dalle haute supérieure à 2,5 mètres



9.4. Mise en place gymnase

La borne Wifi est protégée des jets d'objet qui pourraient la détériorer. Le plexiglass doit être de nature à ne pas bloquer les ondes radio émises par la borne.

