

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

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

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

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

Ce document constitue les références en matière de câblage multimédia des établissements scolaires gérés par la Région Ile-de-France. Il a été mis au point par les services de la Région, les services compétents des trois Académies d'Ile-de-France et les bureaux d'études assistant la Région. Toute utilisation en dehors du cadre précédemment défini nécessite un accord exprès de la Région Ile-de-France. De plus, le document est protégé par le droit de la propriété intellectuelle et aucune partie, notamment les schémas, ne peut être réutilisée sans accord exprès de son créateur. Toute demande concernant une éventuelle utilisation de ces références devra être effectuée auprès du Directeur Général des Services de la Région Ile-de-France.

**ET1 - Partie II - Modifications majeures par rapport à la version du 9 juillet 2001**

<b>Nature de la modification</b>
Modification des seuils de distance sur les roades optiques
Modification des capacités des roades cuivre informatiques
Modifications sur les roades téléphoniques : capacité des câbles et câblage des roades sur des panneaux RJ45 haute densité.
Modification des caractéristiques des câbles fibre optique
Augmentation du nombre de points d'accès dans le Répartiteur Général
Demande de détection d'intrusion dans les Répartiteurs Généraux.

**ET1 - EXIGENCES TECHNIQUES DE CÂBLAGE  
POUR LES LYCÉES DE LA RÉGION ILE DE FRANCE****S O M M A I R E    p a r t i e   I I**

<b>II.1. INTRODUCTION</b>	<b>31</b>
<b>II.2. NORMES ET REGLEMENTS</b>	<b>31</b>
<b>II.3. GARANTIE DES OUVRAGES</b>	<b>32</b>
<b>II.4. ARCHITECTURE DU CÂBLAGE</b>	<b>33</b>
<b>II.4.1. ORGANISATION GENERALE</b>	<b>33</b>
<b>II.4.2. LES REPARTITEURS</b>	<b>37</b>
<b>II.5. LES COMPOSANTS</b>	<b>41</b>
<b>II.5.1. LES CABLES</b>	<b>42</b>
II.5.1.1. PAIRES TORSADEES	42
II.5.1.2. FIBRE OPTIQUE	43
<b>II.5.2. LES CORDONS DE BRASSAGE</b>	<b>44</b>
<b>II.5.3. LES CORDONS DE STATION</b>	<b>45</b>
<b>II.5.4. LA PRISE TERMINALE</b>	<b>45</b>
<b>II.5.5. LES BAIES 19 POUCES</b>	<b>45</b>
<b>II.5.6. LES CHASSIS REPARTITEURS</b>	<b>47</b>
<b>II.5.7. LES PANNEAUX RJ45</b>	<b>47</b>
<b>II.5.8. LES TIROIRS OPTIQUES</b>	<b>48</b>
<b>II.5.9. LES MODULES DE RACCORDEMENT</b>	<b>48</b>
<b>II.5.10. IDENTIFICATION</b>	<b>48</b>
II.5.10.1. LES BAIES 19 POUCES ET LES CHASSIS REPARTITEURS	48
II.5.10.2. LES PANNEAUX DE BRASSAGE	49
II.5.10.3. LES CONVENTIONS DE REPERAGE	49
<b>II.6. LES REGLES DE MISE EN ŒUVRE</b>	<b>51</b>
<b>II.6.1. LES CONVENTIONS DE RACCORDEMENT</b>	<b>51</b>
<b>II.6.2. LA LONGUEUR DES LIAISONS</b>	<b>51</b>
<b>II.6.3. LE PASSAGE DES CABLES</b>	<b>51</b>
<b>II.6.4. LA POSE DES CHEMINS DE CABLES</b>	<b>52</b>
<b>II.6.5. LA COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE</b>	<b>52</b>
II.6.5.1. SEPARATION ENTRE COURANTS FORTS ET FAIBLES	52

II.6.5.2. ISOLEMENT DES CABLES COURANTS FAIBLES	53
II.6.5.3. REALISATION DES PLANS D'ÉQUIPOTENTIALITE	53
<b>II.6.6. L'ORGANISATION DES RESEAUX DE TERRE</b>	<b>55</b>
<b>II.6.7. LA DISTRIBUTION COURANTS FORTS</b>	<b>57</b>
<b>II.6.8. LE RACCORDEMENT DES POSTES DE TRAVAIL</b>	<b>57</b>
<b>II.7. LES LOCAUX TECHNIQUES</b>	<b>59</b>
<b>II.8. LES SUPPORTS</b>	<b>61</b>
II.8.1. LES CHEMINS DE CABLES	61
II.8.2. LES GOULOTTES ET PLINTHES	63
II.8.3. LES TUBES	63
II.8.4. LES PERCHES ET POTELETS	63
II.8.5. REMARQUE GENERALE	63
<b>II.9. LES MODES DE DISTRIBUTION</b>	<b>64</b>
II.9.1. PASSAGE DANS LES BUREAUX	64
II.9.2. DISTRIBUTION DANS LES CLOISONS (BUREAUX EQUIPES DE FAUX-PLAFONDS)	65
II.9.3. DISTRIBUTION PAR GOULOTTE OU MOULURE	65
II.9.5. DISTRIBUTION PAR LE SOL	68
II.9.6. RAPPEL DES CONTRAINTES D'ENVIRONNEMENT	69
<b>II.10. PROCEDURE DE VALIDATION ET DE RECETTE</b>	<b>70</b>
II.10.1. RECETTE PAIRE TORSADÉE	70
II.10.2. RECETTE FIBRE OPTIQUE	73
II.10.3. RECETTE DES RESEAUX DE TERRE	74
II.10.4. CONTROLE DE LA RECETTE	74
II.10.5. DOCUMENTATION	74
II.10.5.1. DOCUMENTATION A FOURNIR PAR LE BUREAU D'ETUDES	74
II.10.5.2. DOCUMENTATION A FOURNIR PAR L'ENTREPRISE CHARGÉE DES TRAVAUX	75

## II.1. INTRODUCTION

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

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

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

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

## II.2. NORMES ET REGLEMENTS

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

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

Les normes et règlements à inclure sont les suivants :

- Les prescriptions du présent document,
- Tous les décrets, arrêtés, règlements et normes concernant les systèmes de câblage qui seront en vigueur à la date de la soumission,
- Les règlements UTE en général,
- La norme NF C 15.100 et additifs, fixant les conditions d'exécution des installations électriques de première catégorie,
- Les DTU (prescriptions de mise en œuvre),
- Les normes internationales et leurs équivalences françaises et européennes définissant l'architecture et les composants des réseaux structurés et notamment les normes ISO 11801 (2<sup>ème</sup> édition de septembre 2002), EN 50173, EN 50174, EN 50167, EN 50168, EN 50169, EN 50288, EN 50289, EN 50290 et ANSI/EIA/TIA-568-B.2.
- Les normalisations techniques portant sur les différents protocoles informatiques existants à ce jour, notamment les protocoles 10 Base T, 100 Base T, ATM155 et 1000 Base T (gigabit Ethernet).

**Nota** : Toute nouvelle publication des normes ISO 11801 et EN 50173 entraînera son application.

## **II.3. GARANTIE DES OUVRAGES**

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

Outre la garantie décennale sur tous les travaux exécutés, l'entreprise devra une garantie de bon fonctionnement de l'ensemble d'un an minimum sur le système de câblage installé par elle-même ou par ses sous-traitants.

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

Cet agrément ou cette recette devra permettre à l'installation de précâblage de bénéficier :

- d'une garantie produits de 10 ans sur l'ensemble des composants passifs du câblage,
- d'une garantie applicative de 5 ans assurant le maintien des performances du réseau telles que décrites dans ce document.

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

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

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

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

## II.4. ARCHITECTURE DU CABLAGE

### II.4.1. ORGANISATION GENERALE

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

Les étoiles sont composées d'un ensemble de câbles 4 paires, 2x4 paires ou 3x4 paires reliant les points d'accès locaux au sous-répartiteur dont ils dépendent (distribution horizontale). La longueur des branches de l'étoile ne doit pas dépasser **90 mètres**.

Le nombre de prises raccordées à un même sous-répartiteur doit rester, si possible, inférieur à 250 afin que la gestion en soit aisée.

Les locaux de brassage sont raccordés entre eux par des câbles de forte capacité appelés "**rocares**" (distribution verticale). Ces étoiles et ces rocares permettent, à l'aide des moyens de brassage intégrés aux locaux, de raccorder n'importe quel terminal à n'importe quel système et de configurer les différents réseaux quelle que soit leur topologie (étoile, anneau, bus).

#### Organisation du précâblage informatique

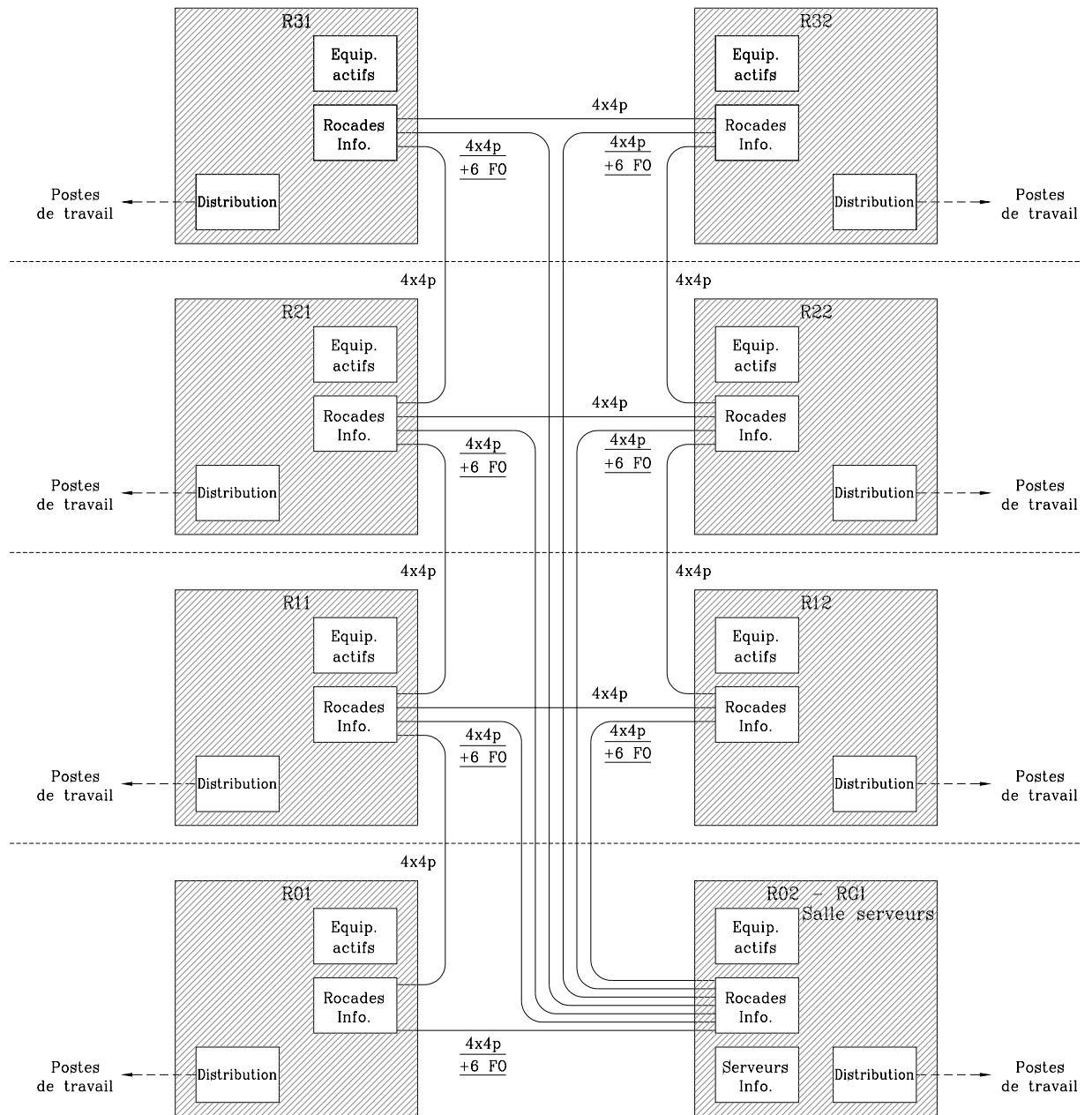
Les Sous-Répartiteurs sont reliés

- entre eux par des rocares composées de 4 câbles 4 paires.
- Au Répartiteur Général par des rocares composées de 4 câbles 4 paires et de fibres optiques multimodes 6 brins.

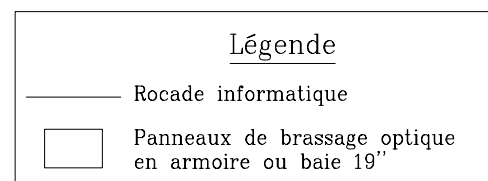
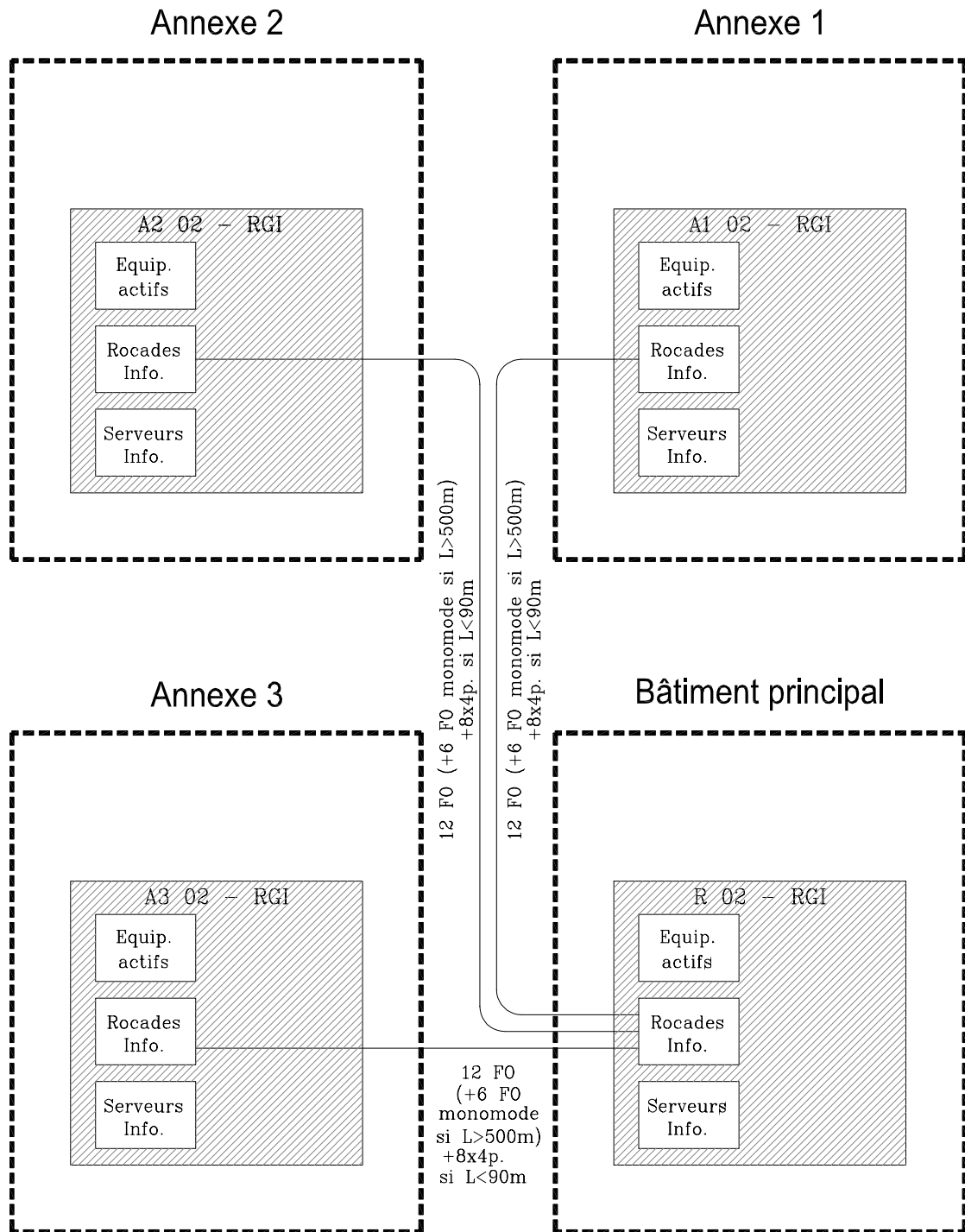
Pour permettre la plus grande souplesse d'utilisation possible, la distribution des rocares informatiques sera à la fois étoilée à partir du Répartiteur Général Informatique et maillée entre les différents sous-répartiteurs. La longueur des rocares ne devra pas dépasser **90 mètres**. Dans le cas contraire, il faudra remplacer les câbles cuivre par des câbles en fibre optique à 6 brins.

**Remarque** : dans le cas de liaisons inter-bâtiments, les rocares seront obligatoirement réalisées en fibre optique **multimode** (12 brins minimum). Si les longueurs de ces liaisons sont inférieures à 90 mètres, elles seront doublées par une rocade cuivre composée de 4 câbles 4 paires. Par contre, si leurs longueurs sont supérieures à 500 mètres, elles seront doublées par des câbles en fibre optique **monomode** 6 brins.

ARCHITECTURE INFORMATIQUE INTERNE AU BATIMENT



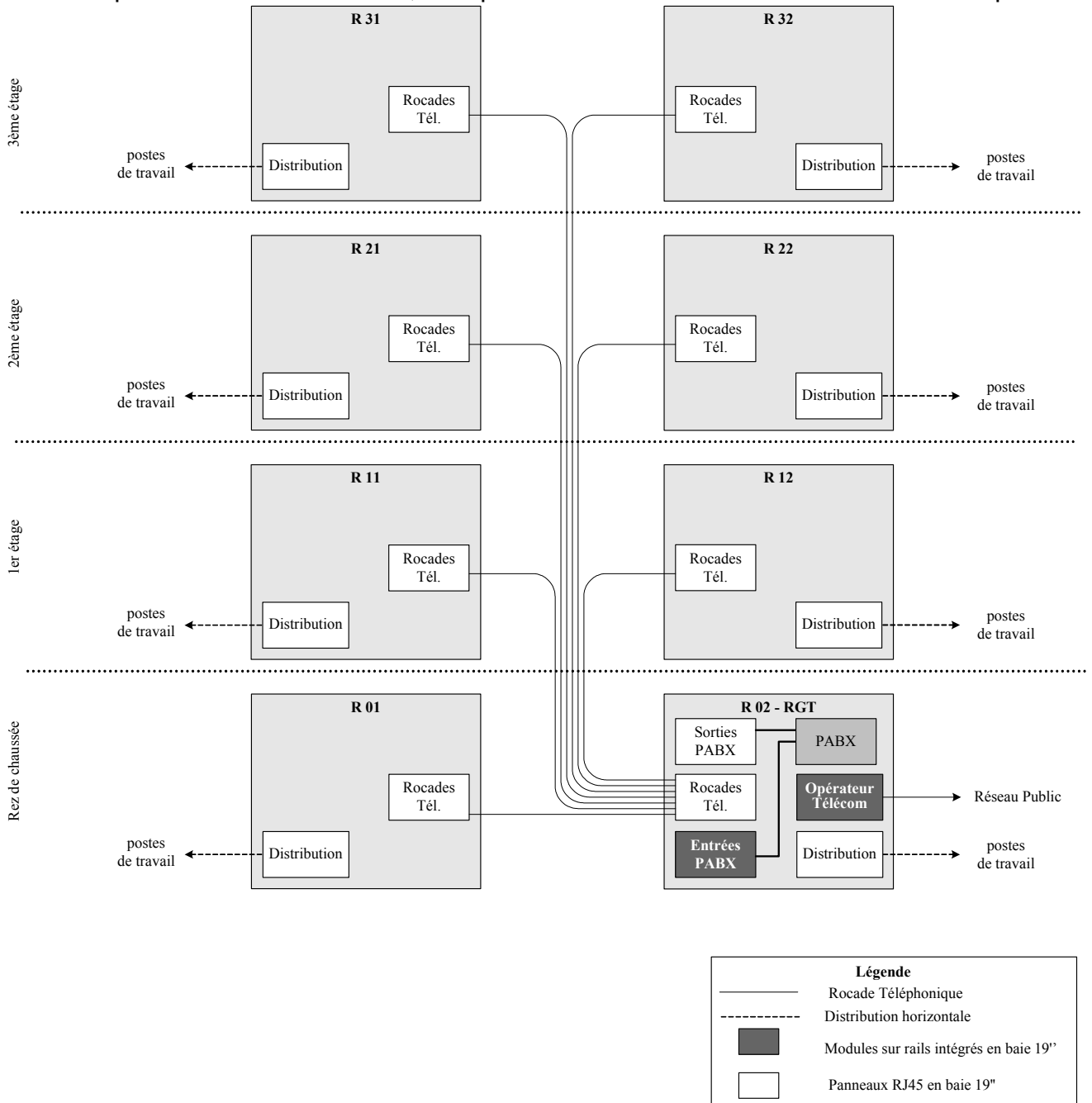




Organisation du précâblage téléphonique

Tous les Sous Répartiteurs sont reliés en étoile au Répartiteur Général Téléphonique (RGT) par des câbles de forte capacité (25 ou 50 paires). La base de calcul du dimensionnement des rocares téléphoniques est de prendre en compte 2 paires par prise téléphonique de chaque S/R au répartiteur principal plus une réserve de 30%.

Exemple : si un Sous Répartiteurs alimente 30 prises téléphonique, le nombre de paires de la rocade sera de  $30 \times 2 \times 1,3 = 78$  paires soit un câble 50 paires et un câble 25 paires. Dans tous les cas, la capacité de la rocade sera au minimum de 25 paires.



## II.4.2. LES REPARTITEURS

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

On distinguera deux types de répartiteur :

- Les Répartiteurs Généraux (RG)
- Les Sous Répartiteurs de zone (SR)

Les répartiteurs sont, en règle générale, composés de baies 19" dans lesquelles viennent se fixer des panneaux RJ45.

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

Sous les rocares optiques seront installés les panneaux RJ45 de la distribution verticale informatique (rocares).

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

Enfin, en bas de baie seront installés les panneaux RJ45 haute densité de la distribution verticale téléphonique (rocares).

Dans le Répartiteur Général Téléphonique et les modules d'entrées du PABX seront raccordés sur un châssis répartiteur 19" à 2 rails distincts intégré en baie 19". Les sorties du PABX et les départs de rocare seront câblés sur des panneaux haute densité à ports RJ45.

Les modules et panneaux RJ45 sont groupés par blocs et selon leur fonction, une couleur leur est affectée :

- **Bleu** : Distribution Horizontale (Postes de travail)
- **Jaune** : Ressources Informatiques et téléphoniques
- **Vert** : Rocades

## Schéma de principe d'équipement d'un répartiteur – Cas 1 Baie

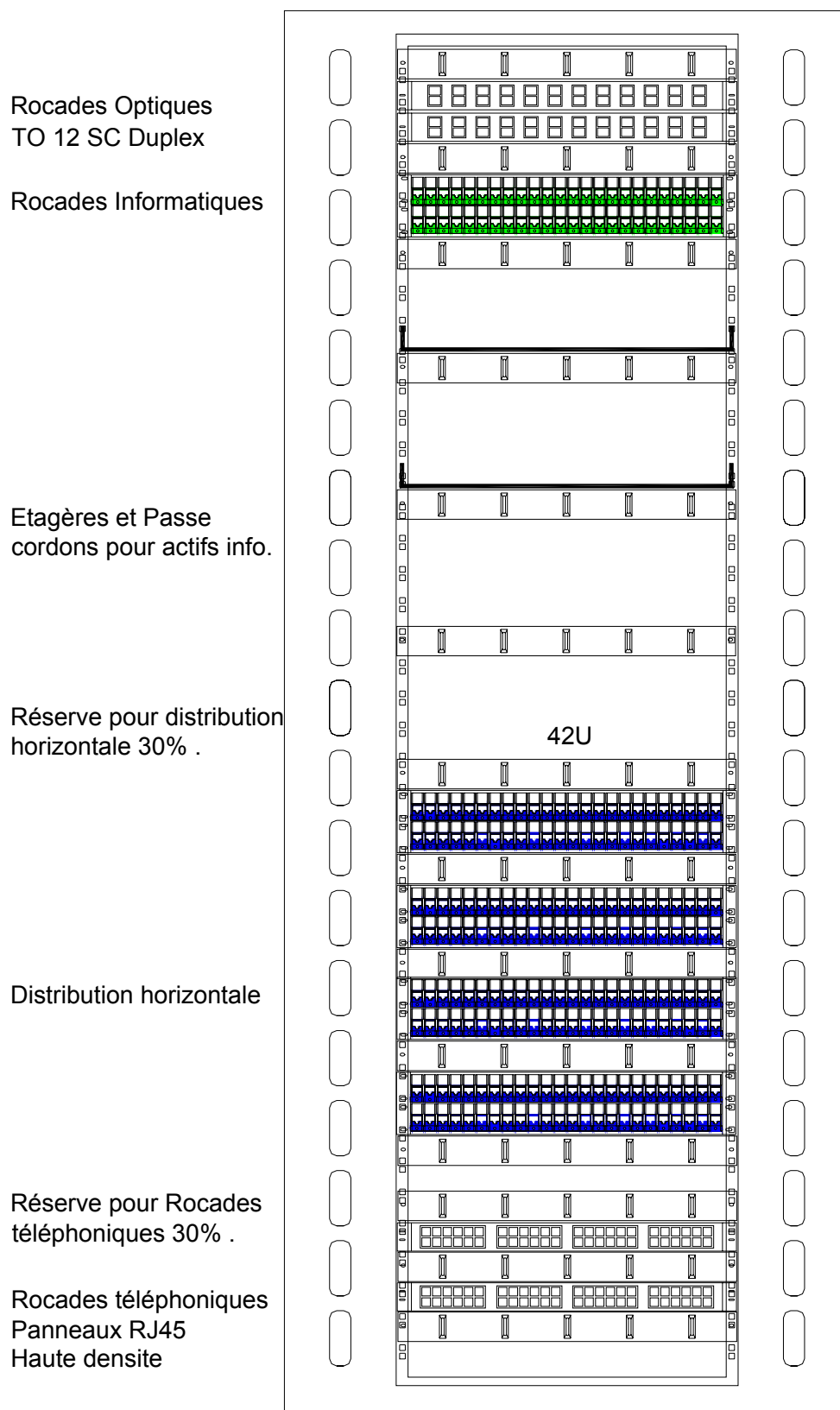


Schéma de principe d'équipement d'un répartiteur – Cas 2 Baies

Rocades Optiques  
Rocades Informatiques

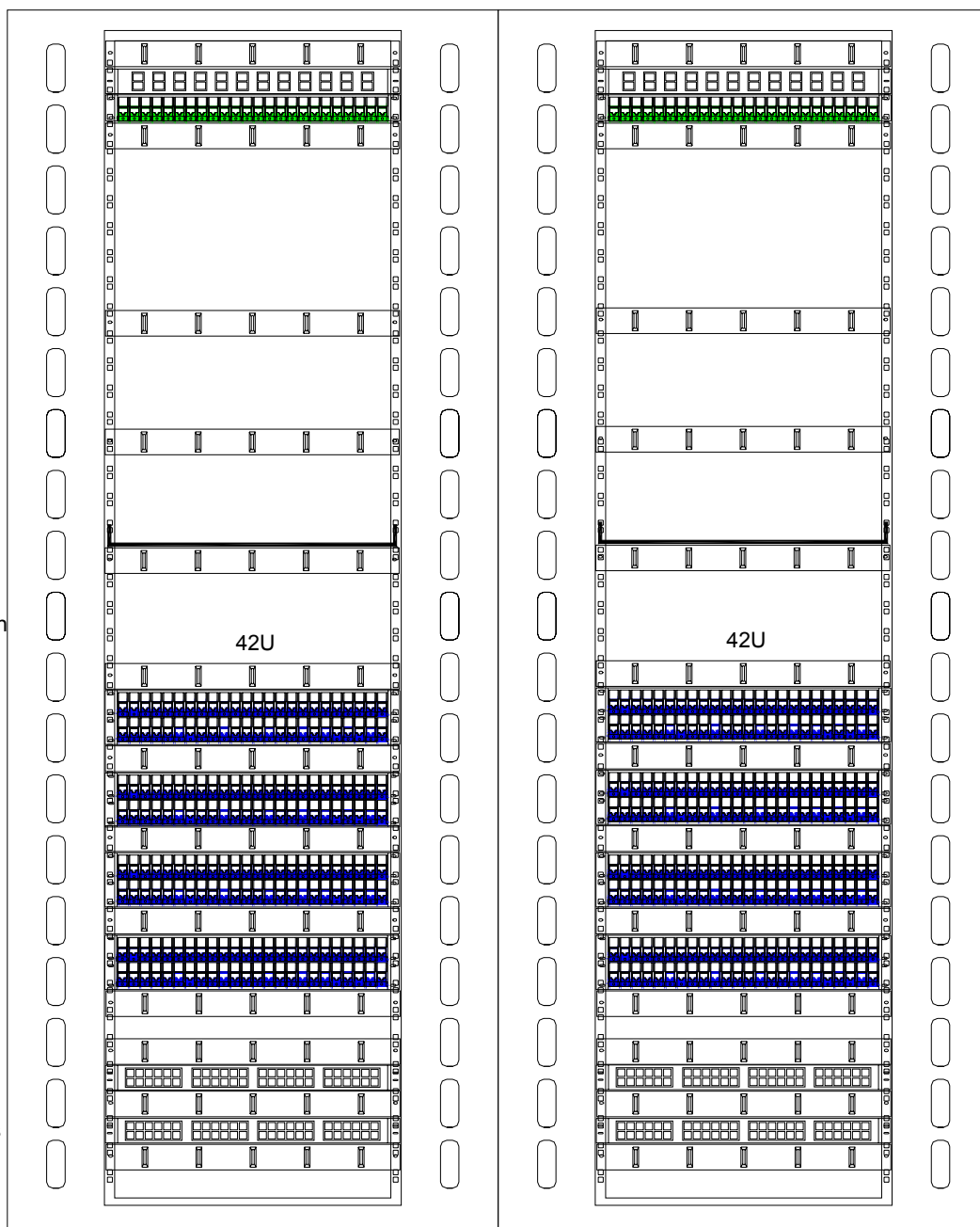
Etagères et Passe  
cordons pour actifs info.

Réserve pour distribution  
horizontale 30% .

Distribution horizontale

Réserve pour Rocades  
téléphoniques 30% .

Rocades téléphoniques



## Les Répartiteurs Généraux

On distingue trois types de répartiteurs généraux :

- Le Répartiteur Général Informatique (RGI),
- Le Répartiteur Général Téléphonique (RGT),
- Le Répartiteur Général Vidéo (RGV),

Il est conseillé, lorsque la topologie et la fonctionnalité de l'établissement le permettent, de regrouper les répartiteurs généraux dans un même local technique, suffisamment grand (15 m<sup>2</sup> minimum), pour accueillir les équipements actifs du réseau informatique, l'autocommutateur, le ou les serveurs informatiques et le serveur vidéo. **Les Répartiteurs Généraux doivent être climatisés.**

Un répartiteur général peut également intégrer un Sous Répartiteur de zone.

### Le Répartiteur Général Informatique (RGI)

Le RGI a généralement la fonction de recevoir les équipements actifs principaux et centraux du réseau informatique (par exemple un commutateur central Fast Ethernet), les équipements d'interface WAN / LAN (par exemple une passerelle internet, un routeur ADSL pour la connexion internet) et les serveurs centraux.

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

- de panneaux optiques (connecteurs SC) pour les rocares informatiques optiques vers les autres répartiteurs,
- de panneaux RJ45 pour les rocares informatiques
- d'équipements actifs de réseau informatique (hors lot),
- de panneaux RJ45 pour la connexion des prises de la zone qu'il distribue.

### Le Répartiteur Général Téléphonique (RGT)

Le RGT constitue le point de départ du réseau téléphonique à partir duquel seront reliés par des rocares téléphoniques, tous les Sous Répartiteurs de zone ainsi que les autres Répartiteurs Généraux lorsque ceux-ci ne sont pas situés dans le même local que le RGT.

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

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

- d'un châssis répartiteur 19" 2 rails recevant, de la gauche vers la droite :
  - Rail 1 les connexions au réseau de l'opérateur Télécom,
  - Rail 2 les connexions aux entrées du PABX.
- De panneaux RJ45 haute densité accueillant les connexions des départs de rocade vers les locaux Sous Répartiteurs.

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

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

#### Le Répartiteur Général Vidéo (RGV)

Le RGV accueille le serveur vidéo numérique ainsi que les ressources vidéo (magnétoscopes, démodulateurs, lecteurs DVD...). Les câbles coaxiaux provenant des antennes (hertziennes ou satellites) et destinées à être raccordés aux démodulateurs (hors lot) doivent arriver dans ce local sur une boîte de raccordement. Il faudra veiller à respecter les longueurs maximales préconisées par les constructeurs pour ces liaisons antennes-démodulateurs.

Depuis le local RGV, un départ en câble coaxial sera prévu vers chacun des locaux Sous Répartiteurs. La prise TV y sera installée en boîtier saillie à proximité immédiate de l'armoire ou baie 19".

Le RGV sera impérativement situé dans le même local technique que le RGI (local technique principal).

#### **Le Sous Répartiteur de zone (SR)**

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

- les postes de travail de la zone qu'il distribue
- les rocares informatique et téléphonique provenant des répartiteurs généraux
- les rocares informatiques provenant des Sous Répartiteurs de zone les plus proches

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

- de panneaux optiques (connecteurs SC) pour les rocares informatiques optiques vers les autres répartiteurs,
- les panneaux RJ45 pour la connexion des prises de la zone qu'il distribue,
- les équipements actifs de réseau informatique (hors lot)
- les panneaux RJ45 pour la connexion des rocares informatiques cuivre,
- les panneaux RJ45 pour la connexion des rocares téléphoniques.

## **II.5. LES COMPOSANTS**

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

## II.5.1. LES CABLES

### II.5.1.1. Paires torsadées

Les câbles seront **écranés** et d'impédance **100 ohms** (F/UTP, U/FTP, SF/UTP, S/FTP). La gaine des câbles devra impérativement être zéro halogène.

#### Distribution horizontale

Ils seront obligatoirement de catégorie 6 générique, écranés et d'impédance caractéristique 100 ohms. Ils auront une capacité de 4 paires, 2x4 paires ou 3x4 paires.

Ils devront être conformes à la norme 802.3af permettant de transférer du courant électrique en même temps que des données informatiques sur des câbles à paires torsadées.

#### Code couleur des câbles 4 paires, 2x4 paires ou 3x4 paires

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

#### Distribution verticale (rocares)

Pour l'informatique, les rocares seront composées de câbles 4 paires catégorie 6 générique, écranés et d'impédance caractéristique 100 ohms identiques à ceux utilisés pour la distribution horizontale. Pour le téléphone, elles auront une capacité de 25 ou 50 paires et seront de catégorie 5.



### II.5.1.2. Fibre optique

Elle est utilisée systématiquement dans les liaisons inter-bâtiments et entre le RGI et les locaux sous-répartiteurs.

Le choix retenu pour le câble est la fibre multimode 50/125 OM3 à gradient d'indice, double fenêtre, composée de 12 brins. Ce type de fibre supporte à 850nm le protocole Gigabit Ethernet 1000Base-Sx sur 550m et le protocole 10 Gigabit Ethernet 10GBase-SR/SW sur 300m.

La gaine du câble sera zéro halogène. Le câble sera à structure serrée pour les liaisons intérieures et à structure libre et renforcée pour les liaisons inter-bâtiments (câble armé ou sous fourreau et anti-rongeur). Les performances des câbles fibre optique devront être supérieures à celles demandées par la norme ISO11801. La fibre monomode sera de type 9/125.

Les connecteurs seront de type SC et fixés sur des panneaux de brassage optique au format 19 pouces. Les traversées seront équipées de centreurs céramiques.

Les câbles fibre optique seront protégés par des fourreaux ICT de l'arrivée dans le local de brassage jusqu'à l'entrée dans le tiroir optique. Ils seront également protégés dans les colonnes montantes.

Une boucle de lovage de cinq mètres minimum sera réalisée dans le faux plafond (ou le faux-plancher) et une autre boucle sera mise en place dans le tiroir (1 mètre environ). Tous les câbles fibre optique seront repérés dans les parties visibles par des étiquettes dylophane gravées « FIBRE OPTIQUE ».

#### Caractéristiques des fibres :

Caractéristiques	Valeurs
diamètre du cœur	50 ± 3 µm
diamètre de la gaine	125 ± 2 µm
affaiblissement linéique λ = 850 nm λ = 1300 nm	< 3,5 dB/km < 1,5 dB/km
réponse en bande passante λ = 850 nm λ = 1300 nm	>1500MHz.km > 500 MHz.km
Rayon de courbure mini.	15 x D

## II.5.2. LES CORDONS DE BRASSAGE

### **Informatique :**

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

Leur longueur sera calculée en fonction de la configuration des différentes baies. Ils permettront d'établir des connexions entre :

- le matériel actif et les prises terminales,
- le matériel actif et les rocares informatiques,
- les rocares informatiques et les prises terminales.

Quantitatif : Ils seront provisionnés sur la base de 35 % des prises informatiques et seront du type 4 paires droit.

### **Téléphone :**

Ils seront de type RJ45 – RJ45 pour les liaisons entre les rocares et les prises terminales.

Ils seront réalisés avec un câble 1 paire écranté, 100 ohms. La prise RJ45 sera raccordée sur les plots (4,5). Ces cordons devront impérativement provenir du même constructeur que celui du système de câblage pour des questions de performances et de garantie.

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

Quantitatif : Chaque type de cordon sera provisionné sur la base du nombre de sorties de l'autocommutateur. S'il n'est pas connu, la quantité sera égale à 25% du nombre de prises téléphoniques.

### **Couleurs :**

Les cordons de brassage devront être fournis en trois couleurs différentes :

- gris (par exemple) pour les cordons de brassage informatique permettant de réaliser le brassage entre la distribution horizontale et les équipements actifs de réseau informatique,
- rouge (ou autre couleur vive) pour les cordons de brassage informatique permettant de réaliser les connexions entre la distribution verticale et les équipements actifs de réseau informatique, entre 2 équipements actifs LAN ou WAN et pour le brassage des connexions vers les serveurs,
- bleu (par exemple) pour la téléphonie.

Les cordons rouge sont à fournir en plus des quantitatifs définis plus haut pour les cordons de brassage informatique. 10 à 20 cordons devront être prévus par établissement selon l'importance du câblage du site.

**Jarretières Optiques :**

Elles ne seront pas fournies lors des travaux de câblage. Elles seront prévues lors de l'activation du réseau informatique.

**II.5.3. LES CORDONS DE STATION**

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

Ils vont établir le lien entre le matériel bureautique (micro-ordinateur, téléphone, téléviseur) et la prise terminale RJ45.

Quantitatif : Ils seront provisionnés sur la base de 35 % du nombre **total** de prises et seront du type 4 paires droit.

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

**II.5.4. LA PRISE TERMINALE**

La prise terminale, permettant la connexion de tous les types d'équipements prévus dans l'établissement, sera du type **RJ45 catégorie 6 générique**. Elle sera impérativement conçue pour recevoir des adaptateurs (double RJ45, connecteur téléphonique simple ou double...). Les adaptateurs double RJ45 devront être de catégorie 5.

**Les adaptateurs munis de cordons sont strictement interdits.**

Cette prise est constituée de 9 points :

- 8 sont utilisés pour le transport des signaux,
- le neuvième point est destiné d'une part à mettre le drain du câble à la terre, et d'autre part à assurer la continuité de la même terre jusqu'au terminal.

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

**II.5.5. LES BAIES 19 POUCES**

Les locaux de brassage recevront un équipement 19" dont la hauteur dépendra de la densité d'équipements à y installer. Dans tous les cas, ils devront permettre une extension du nombre d'équipements (voir schémas pages 38 et 39).

Suivant le nombre d'emplacements nécessaires pour l'intégration des équipements, on utilisera :

- Soit un coffret mural 19" doté des caractéristiques et équipements suivants :
  - Profondeur 530 mm minimum (pour les coffrets de moins de 10U, la profondeur peut être réduite à 400mm)

- Largeur 600 mm
  - Coffret pivotant
  - Porte altuglas verrouillable
  - Panneaux latéraux démontables et panneaux de fond
  - Toit ajouré
  - Kit de ventilation disposé en partie haute pour l'extraction d'air
  - Tôle d'acier de 15/10<sup>ème</sup>
  - Montants 19" réglables en profondeur et positionnés de façon à permettre la fermeture de la porte après mise en place de l'électronique, des cordons de brassage et des jarretières (retrait d'environ 10 cm par rapport à la porte)
  - Trappe passe câbles et cordons sur la face inférieure
  - Chemins de câbles de type CABLOFIL sur les deux côtés en partie arrière du coffret, pour le cheminement des câbles.
  - Bandeau de 8 prises 10/16 A 2P+T en partie inférieure avec disjoncteur différentiel alimenté sous tube de type CAPRI pour le branchement des équipements actifs
  - Anneaux de flux verticaux des 2 côtés du coffret à raison d'un anneau tous les 4 U
- Soit une baie 19" de 30 ou 42 U de haut dotée des caractéristiques et équipements suivants :
- Profondeur 800 mm
  - Largeur 800 mm
  - Porte altuglas verrouillable de type "saloon"
  - Panneaux latéraux et de fond amovibles
  - Toit ajouré
  - Kit de ventilation disposé en partie haute pour l'extraction d'air
  - 4 montants 19" réglables en profondeur, les 2 en façade étant positionnés de façon à permettre la fermeture de la porte après mise en place de l'électronique, des cordons de brassage et des jarretières (retrait d'environ 10 cm par rapport à la porte)
  - Des deux côtés en face avant, anneaux de cheminement vertical tous les 10 cm pour les cordons de brassage
  - Chemins de câbles de type CABLOFIL sur les deux côtés en partie arrière de la baie, pour le cheminement des câbles
  - Élément passe cordons 1 U entre chaque panneau ou équipement actif disposé dans la baie
  - Socle doté d'une trappe d'ouverture suffisante pour le passage de l'ensemble des câbles
  - Bloc de 8 prises protégées par disjoncteur différentiel et alimenté sous tube de type CAPRI pour le branchement des équipements actifs, installé sur les montants 19" en partie arrière (sauf si la face arrière de la baie est collée à un mur) à mi hauteur.

Le nombre d'étagères à fournir sera de 1 pour un local sous répartiteur et de 2 pour

un local Répartiteur Général. Les étagères installées en coffrets muraux auront 2 points de fixation et les étagères installées en baies 19" (30 à 42 U) auront 4 points de fixation (un à chaque angle).

Un lot de vis et écrous cage (sachet de 25) sera fourni avec chaque baie ou coffret fourni et sera laissé dans le contenant 19".

Le disjoncteur de chaque alimentation électrique de baie ou coffret pourra être soit intégré au bandeau de prises mis en place dans le contenant 19", soit intégré directement dans l'armoire électrique (préférable). Un disjoncteur sera alors prévu pour chaque alimentation électrique de baie ou coffret.

Si deux baies sont nécessaires, elles seront placées côte à côte et les 2 panneaux adjacents seront retirés pour permettre le brassage inter baies.

### II.5.6. LES CHASSIS REPARTITEURS

Les châssis répartiteurs 19" disposés dans les baies seront composés de 2 rails.

On utilisera des châssis de hauteur adaptée aux nombres de modules tout en réservant un emplacement pour une extension de 30%.

### II.5.7. LES PANNEAUX RJ45

On utilisera des panneaux de 16 à 24 ports RJ45 maximum sur 1 U (ou 32 à 48 sur 2 U). Les prises RJ45 des panneaux devront être conçues pour recevoir un dédoubleur RJ45. **Les adaptateurs munis de cordons sont strictement interdits.**

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

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

Un panneau passe cordons type « à anneaux » sera installé entre chaque panneau RJ45.

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

- **Bleu** Distribution horizontale
- **Vert** Distribution Verticale (Rocades Informatiques)
- Quelle que soit la méthodologie et la méthode, la reprise du blindage sera réalisée sur 360° et la continuité sera assurée entre le câble, la prise et le panneau.
- Il est rappelé que ces panneaux RJ45 distribuent les prises terminales indépendamment du média utilisé (téléphone, informatique...). Ils ne sont donc en aucun cas affectables à un média.

Pour le raccordement des rocares téléphoniques dans les baies de brassage, on utilisera des panneaux haute densité de 48 ou 50 ports RJ45 sur 1 U. Les câbles

multipaires de rocares téléphoniques y seront raccordés en 1 paire par prise RJ45. La paire utilisée sera la paire 4-5.

## II.5.8. LES TIROIRS OPTIQUES

Les tiroirs auront une capacité unique de 12 ports SC duplex et une hauteur de 1 U. Les traversées seront duplex et à centreur céramique. Les ports non utilisés ne seront pas équipés de traversées. Ils seront obturés à l'aide de bouchons adaptés.

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

**Important** : l'entreprise devra fournir les caractéristiques des tiroirs et des traversées optiques (marque et fiches techniques).

Entre chaque tiroir sera installé un panneau passe cordons type « à anneaux ».

## II.5.9. LES MODULES DE RACCORDEMENT

Ils seront au minimum de catégorie 5. Ils seront utilisés pour le raccordement des arrivées opérateurs et des entrées de l'autocommutateur.

Les modules auront les caractéristiques suivantes :

- Capacité de huit paires,
- Fonction coupure,
- Contacts auto dénudants (CAD) protégés,
- Contacts pour la connexion des drains d'écran,
- Passe fils et guide câbles,
- Couleur jaune.

Ils seront fixés sur des châssis répartiteurs 19 pouces à 2 rails.

Au-dessus de chaque bloc de modules sera installé un porte-étiquette de repérage.

## II.5.10. IDENTIFICATION

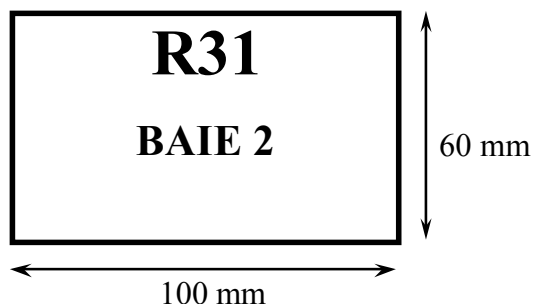
Pour gérer un précâblage et les matériels raccordés et pour faciliter la maintenance, il est important de prévoir une bonne identification.

### II.5.10.1. Les baies 19 pouces et les châssis répartiteurs

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

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

Exemple :



### II.5.10.2. Les panneaux DE BRASSAGE

Une étiquette gravée en caractères noirs sur fond jaune sera collée sur les panneaux de brassage pour indiquer le numéro de chaque rocade.

Exemple : RI SR13-SR23/1 au-dessus de l'ensemble des ports correspondants.

Une étiquette gravée en caractères noirs sur fond jaune sera placée sur les panneaux de distribution indiquant les numéros de la première et de la dernière prise.

Exemple : de SR23-1-1-01 à SR23-1-1-32.

Les ports du panneau seront repérés individuellement par un numéro d'ordre à l'aide d'une étiquette autocollante.

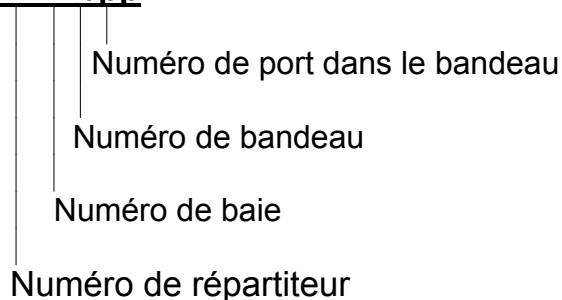
### II.5.10.3. Les conventions de repérage

#### L'étiquetage des panneaux et modules

Pour l'étiquetage des panneaux, on utilisera un numéro d'ordre de 1 à n en partant du bas de la baie.

Pour l'étiquetage des prises de la distribution, on utilisera la convention suivante :

**RrrBbpp**



L'étiquetage des prises sera fait à l'aide d'étiquettes autocollantes installées dans le logement prévu à cet effet sur le plastron de la prise. Côté répartiteur, les panneaux de brassage seront repérés comme précisé ci-dessus. Le repérage des ports RJ45 des panneaux de brassage sera limité aux 3 derniers caractères (numéro de bandeau et numéro de port dans le bandeau).

Pour l'étiquetage des rocade, on utilisera la convention suivante :

### **RaRooRee-pp**

Numéro de port dans le bandeau

Numéro du répartiteur d'extrémité, trois caractères

Numéro du répartiteur d'origine, trois caractères

Application dédiée à la rocade précédée de la lettre "R" (I pour informatique et T pour téléphone)

Pour la numérotation des répartiteurs, il sera utilisé deux caractères :

- Le premier représentera le numéro de l'étage, "0" pour le rez-de-chaussée. Ce chiffre sera augmenté ou diminué en fonction de l'étage.
- Le deuxième représentera un numéro d'ordre arbitraire de répartiteur sur un même étage.

### **L'Étiquetage des prises**

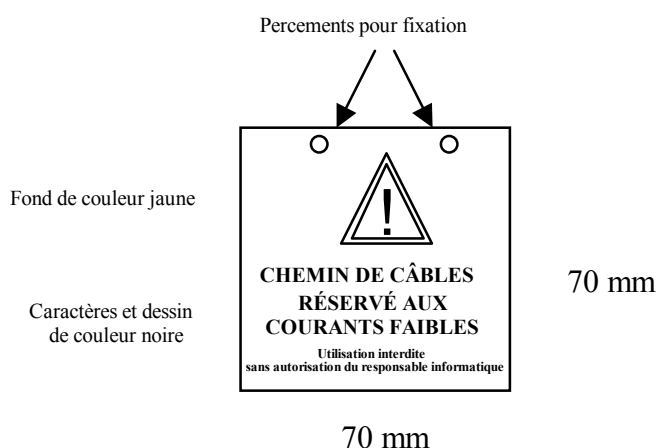
Une étiquette autocollante sera disposée sur chaque prise à l'emplacement qui lui est réservé. L'identification de la prise devra être strictement identique à celle correspondant dans le répartiteur. Le support devra impérativement être nettoyé à l'alcool avant le collage.

### **L'Étiquetage des câbles**

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

### **L'Étiquetage des chemins de câbles**

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





## **II.6. LES REGLES DE MISE EN ŒUVRE**

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

### **II.6.1. LES CONVENTIONS DE RACCORDEMENT**

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

### **II.6.2. LA LONGUEUR DES LIAISONS**

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

La norme demande, pour les câblages horizontaux et verticaux de classe D, E et F une longueur maximale de **90 mètres**. Au-delà, des liens optiques doivent obligatoirement être mis en œuvre.

### **II.6.3. LE PASSAGE DES CABLES**

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

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

- respecter le rayon de courbure des câbles (rayon minimum autorisé = 5 fois le diamètre du câble à poser)
- éviter les vrillages du câble, l'utilisation d'un dérouleur de touret est obligatoire,
- protéger les câbles par des fourreaux pour le passage des trémies ou réservations,
- veiller à effectuer le tirage des câbles sans à coup. Des poulies de renvoi seront disposées si nécessaire pour éviter tout frottement contre un angle vif lors des changements de direction,
- prévoir à l'avance les changements de direction des câbles. Pour les câbles doubles, il est conseillé de les placer dans les chemins de câble sur leur côté.
- lors de la pose de colliers de serrage (2 par mètre), veiller à les serrer modérément à la main, le rétrécissement des isolants modifiant l'impédance des câbles, ce qui favorise la diaphonie.

Dans le cas de l'utilisation d'un câble scindex, l'installateur séparera soigneusement le

câble aux deux extrémités sur une longueur suffisante pour permettre l'indépendance des prises ou modules lors de leur installation.

#### **II.6.4. LA POSE DES CHEMINS DE CABLES**

Le chemin de câbles sera de type CES ou équivalent (dalle marine). Pour les passages soumis à des éventuelles perturbations électromagnétiques, on devra réaliser un capotage du chemin de câbles.

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

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

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

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

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

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

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

#### **II.6.5. LA COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE**

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

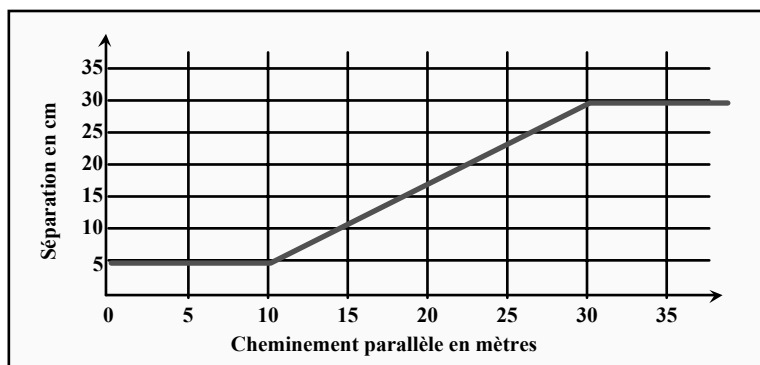
- du réseau électrique environnant,
- des équipements électriques (tubes fluorescents, moteurs, disjoncteurs...),
- des signaux courants faibles véhiculés sur les paires, faisceaux ou câbles voisins,
- de l'environnement radioélectrique du site.

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

##### **II.6.5.1. Séparation entre Courants Forts et Faibles**

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

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



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

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

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

### II.6.5.2. Isolement des Câbles Courants Faibles

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

Cette perturbation, connue sous le nom de diaphonie ou Next (paires voisines) ou alien Crosstalk (câbles voisins), ne peut être atténuée que par un câblage rigoureux de toutes les terminaisons de câbles et par une mise à la terre efficace de tous les écrans des câbles.

L'installateur veillera à respecter tous les conseils concernant les raccordements et les passages de câbles.

### II.6.5.3. Réalisation des Plans d'Équipotentialité

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Une bonne immunité électromagnétique du réseau sera primordiale lorsqu'on souhaitera l'utiliser pour véhiculer des protocoles à haut débit (ATM, 100baseT...)

## II.6.6. L'ORGANISATION DES RESEAUX DE TERRE

**TRES IMPORTANT :**

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

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

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

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

Les chemins de câbles courants faibles seront raccordés au puits de terre du bâtiment, en respect de la norme NFC 15.100, par un trolley en cuivre nu multibrin de 35 mm<sup>2</sup> de section, fixé aux cheminements par l'intermédiaire de chapes (au moins une par dalle) et de colliers de type Rilsan (au moins un par mètre). Ce trolley ne devra avoir aucune interruption, et sera raccordé sur la barrette de terre de chaque répartiteur.

Un câble de mise à la terre spécifique de 35 mm<sup>2</sup> de section et isolé vert/jaune ayant pour origine le puits de terre, sera tiré dans chaque colonne ou gaine technique recevant les répartiteurs du réseau VDI.

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

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

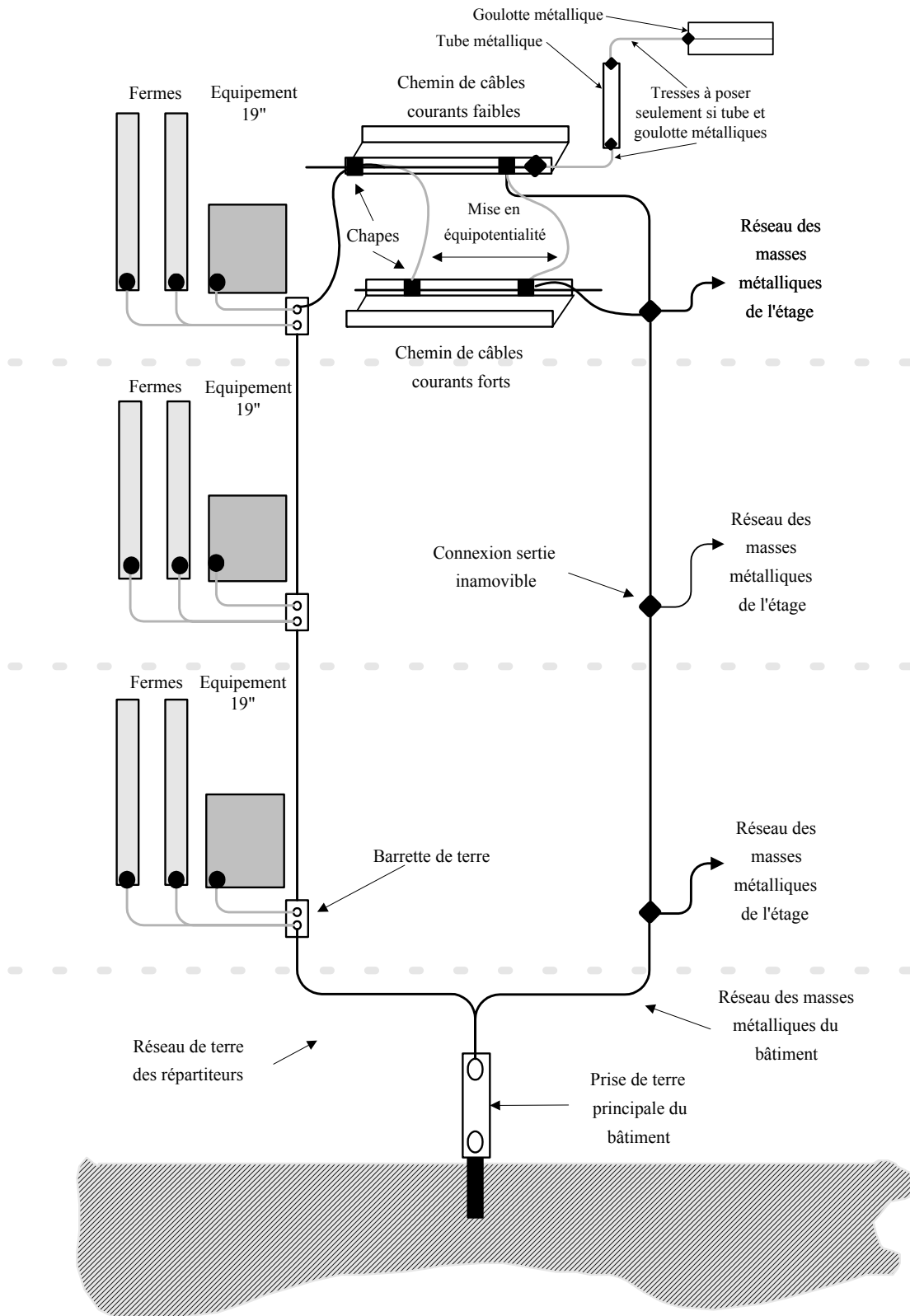
Le raccordement des masses métalliques des châssis répartiteur et des baies 19" sera effectué en étoile à partir de la barrette de terre dans tous les répartiteurs par des tresses en cuivre de 3 cm de large (on veillera à disposer la barrette judicieusement afin que ces raccordements soient les plus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

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

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

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

**Schéma de Principe des Réseaux de Terre**



## II.6.7. LA DISTRIBUTION COURANTS FORTS

Les prises de courant destinées au branchement des équipements informatiques devront être desservies par un réseau indépendant à partir du tableau général. Elles devront être protégées par un disjoncteur différentiel 30 mA par groupe de 4 postes de travail PA au maximum.

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

### Alimentation électrique dans les locaux de brassage

Elle sera distribuée depuis un coffret électrique installé dans le local et raccordé sur le réseau depuis une colonne montante issue du tableau général.

Ce coffret comprendra au minimum :

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

Chaque départ sera protégé par un différentiel 30 mA.

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

## II.6.8. LE RACCORDEMENT DES POSTES DE TRAVAIL

### Convention de Raccordement de la Prise RJ 45

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

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

### **Câblage de la Prise RJ 45 terminale**

Les prises RJ45 seront câblées selon les règles suivantes :

- Le détorsadage devra être le plus court possible et n'excédera pas 13 mm,
- Le pas de torsade du câble sera conservé. Pour les câbles organisés en quartes, il faudra déquarter en conservant le pas de torsade,
- La longueur de dégainage du câble sera minimale et n'excédera pas 30 mm,
- Le raccordement des 8 fils et de la continuité d'écran sera effectué soigneusement avec l'outil adapté,
- La longueur de fil après le contact auto dénudant n'excédera pas 1 mm,
- Le fil de continuité sera connecté sur le plot prévu à cet effet,
- Sur certains câbles FTP, il sera nécessaire de retourner l'écran sur la gaine pour assurer la continuité avec le blindage de la prise,
- Le câble devra pénétrer directement sur la prise du côté de son arrivée,
- Le lovage du câble avant sa connexion est interdit. Le câbleur devra laisser un mou de 2 à 3 cm juste suffisant pour reprendre une fois le câblage.

### **Câblage de la Prise RJ 45 des panneaux**

Les prises RJ45 des panneaux de brassage seront câblées selon les mêmes règles que les prises terminales sauf :

- L'arrivée du câble se fera dans l'axe de la prise.
- Le câble sera fixé à l'aide d'un collier Rilsan, serré à la main sur le plateau organisateur,
- On utilisera un capuchon serre câble pour le maintien de celui-ci sur ses points de connexion.

La continuité des masses métalliques des panneaux de brassage, du blindage de la prise et du câble devra être assurée. La reprise de l'écran sur 360° sera réalisée par la prise RJ45 et/ou par le plateau organisateur selon les technologies constructeurs.

### **Partage des liaisons**

Tous les partages d'application sur un même câble 4 paires par l'utilisation de doubleurs ou adaptateurs peuvent être réalisés.

Toutefois les cohabitations suivantes ne sont pas autorisées :

<b>Données + Téléphonie analogique (sonnerie)</b>
---

<b>Données + Téléphonie numérique (sonnerie)</b>
--



## II.7. LES LOCAUX TECHNIQUES

Ils doivent recevoir les baies 19 pouces et tous les matériels nécessaires au bon fonctionnement des réseaux informatiques, téléphoniques.

Les recommandations sont les suivantes :

- Ces locaux devront être situés de préférence dans la partie centrale du bâtiment de façon à obtenir des longueurs de câbles les plus courtes possible.
- Les baies 19 pouces devront être accessibles par l'avant et par l'arrière,
- Ils devront, en règle générale, être ventilés et être conçus pour pouvoir ultérieurement être climatisés (fourreaux en attente pour le passage des réseaux, emplacement du climatiseur...). Les répartiteurs accueillant les sources des différents systèmes (serveurs informatiques, PABX...) ou des équipements actifs devront systématiquement être climatisés.
- L'alimentation électrique sera conforme aux spécifications décrites au paragraphe 6.7 et dans la troisième partie de ce document.
- Ces locaux sont **exclusivement** réservés aux matériels informatiques, téléphoniques ou vidéo.
- Ces locaux peuvent être équipés d'un contrôle d'accès par badges (option). L'équipement minimum sera constitué d'une serrure trois étoiles.
- Les Répartiteur Généraux devront être équipés d'un dispositif de détection intrusion connecté au système anti-intrusion de l'établissement.
- Un éclairage de 400 lux minimum est conseillé. Les tubes fluorescents sont à éviter sauf si les contraintes d'environnement sont respectées (éloignement de 50 cm minimum). L'éclairage sera réalisé de préférence avec des luminaires incandescents ou fluorescents à ballast électronique,
- Un poste de travail composé de deux prises RJ45 et de 4 prises électriques détrompées sera installé dans chaque local sous répartiteur.
- Le Répartiteur Général sera équipé de 4 PA2 répartis sur une largeur de 2m sur un même pan de mur et d'une prise téléphonique de type joncteur. Une table d'environ 200x80cm sera installée sur ce pan de mur pour accueillir des serveurs et des passerelles de communication. Un dégagement de 1,8m (80cm pour la table et 1m de circulation) devra être disponible sur cette largeur.
- Tous les matériels susceptibles d'apporter des perturbations électriques sont proscrits dans les locaux techniques. En aucun cas, le local technique ne devra être adossé à une cage d'ascenseur ou à tout autre local ou équipement pouvant provoquer des perturbations électromagnétiques.
- Des mesures de protection seront prises contre les fuites d'eau (circuits d'eau détournés, plaques de protections, détection d'eau...).
- La superficie sera de **15 m<sup>2</sup> minimum** pour le local technique principal (répartiteur général) et de **6 m<sup>2</sup> minimum** pour les autres locaux techniques, en fonction des équipements à recevoir (PABX, Serveurs...).
- Le revêtement de sol devra être antistatique et anti-poussière.
- Les portes d'accès au local devront être coupe-feu une heure minimum.

**Important** : le répartiteur général de l'établissement devra être suffisamment dimensionné car il sera susceptible de recevoir tous les équipements principaux pour l'informatique (serveurs, matériels actifs, routeurs, modems), le téléphone (PABX) et vidéo (démodulateurs...).

Toutes les ressources nécessaires au fonctionnement de ces trois médias devront donc arriver dans ce local :

- Les liaisons spécialisées ou RNIS,
- Les arrivées de l'opérateur Télécom,
- Les câbles coaxiaux provenant des antennes hertziennes et paraboliques à raccorder sur les démodulateurs (il faudra veiller à respecter les longueurs maximales préconisées pour ces liaisons).

Dans certains cas particuliers, un raccordement au câble Ville pourra compléter ou venir se substituer aux antennes.

**La position du Répartiteur Général devra être de préférence centrale et sa superficie sera de 15 m<sup>2</sup> minimum s'il accueille les trois médias. Il s'appellera alors local « ressources TIC »**

**Le Maître d'œuvre devra fournir les plans d'implantation de chaque local technique.**

Un exemple de schémas d'implantation est donné dans la première partie de document (cf. partie I pages 24 et 25).

## II.8. LES SUPPORTS

### II.8.1. LES CHEMINS DE CABLES

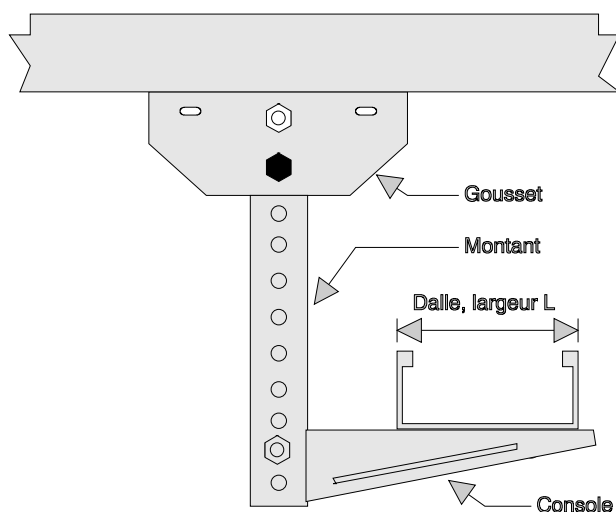
Ils seront composés de dalles marines galvanisées à chaud après fabrication de type CES ou équivalent.

Deux types de montage sont préconisés :

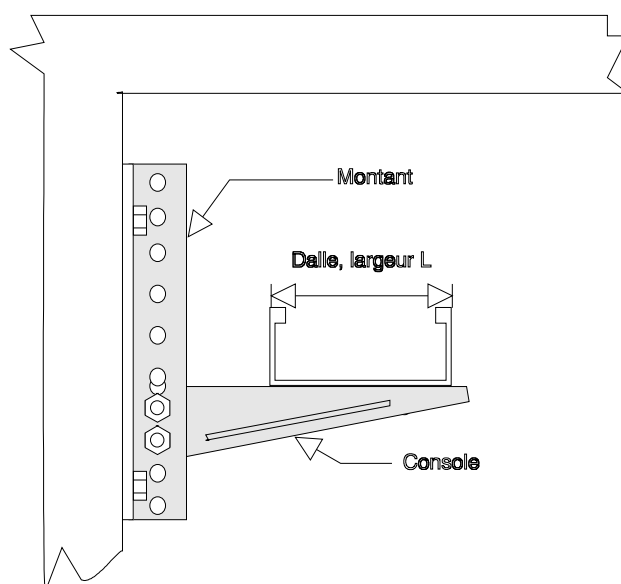
- en pendard simple ou double,
- en appui mural (console).

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

#### PENDARD SIMPLE



#### APPUI MURAL

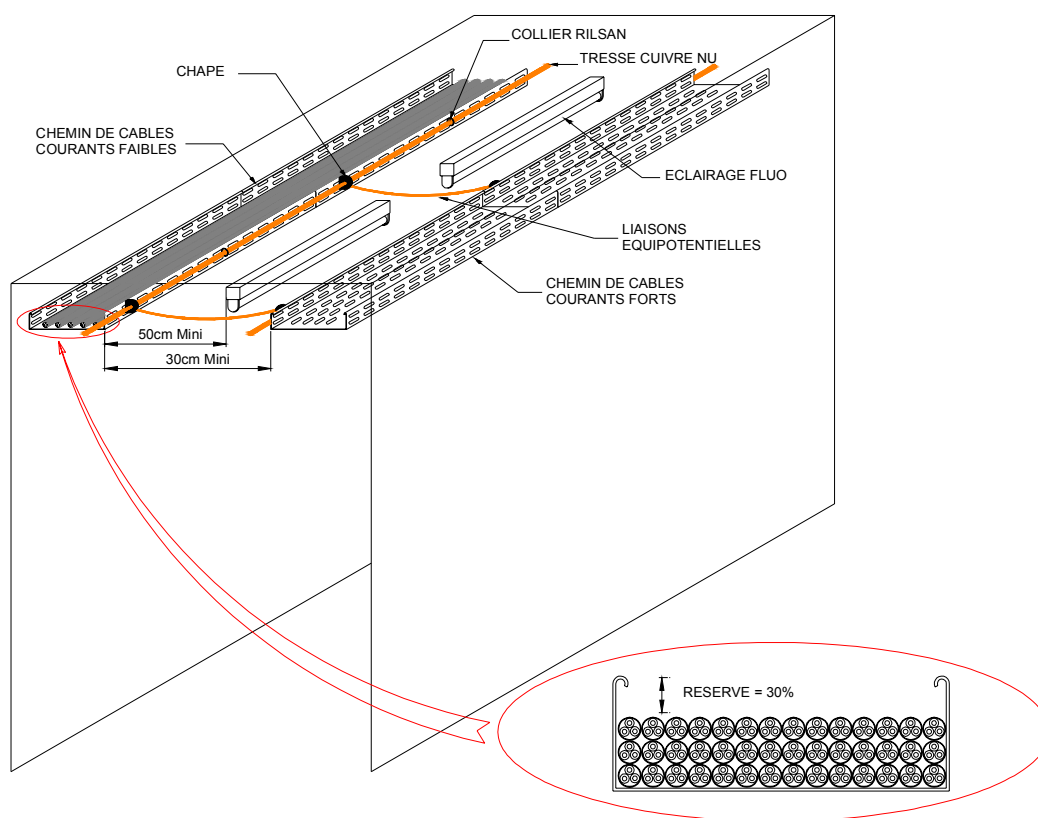


Contraintes d'environnement

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

Dans le cas où il ne serait pas possible de respecter localement les distances de séparation entre les courants forts et les courants faibles, il faudra réaliser un blindage efficace :

- chemin de câbles capoté,
- tube de type CAPRI aluminisé intérieur mis à la terre d'un seul côté, utilisé comme fourreau.

**SCHEMA DE PRINCIPE**

## II.8.2. LES GOULOTTES ET PLINTHES

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

Elles auront les caractéristiques suivantes :

- structure aluminium ou PVC,
- largeur 100 mm minimum,
- épaisseur 40 mm minimum,
- trois compartiments. La partie centrale sera vide et sa dimension sera fonction de la longueur de cheminement parallèle entre les câbles VDI et les câbles courants forts (voir courbe page 53).

## II.8.3. LES TUBES

Ils seront utilisés pour les cheminements horizontaux secondaires, principalement dans les zones techniques (ateliers). Ils seront également utilisés pour la protection des câbles lors de la traversée de réservations, trémies, cloisons ou dalles béton.

Ils auront les caractéristiques suivantes :

- de type IRO ou ICO dans les cas standards,
- de type CAPRI aluminisé intérieur pour les cheminements soumis à des rayonnements B.F. ou H.F. importants.

## II.8.4. LES PERCHES ET POTELETS

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

Ils auront les caractéristiques suivantes :

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

## II.8.5. REMARQUE GENERALE

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

## **II.9. LES MODES DE DISTRIBUTION**

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

- le point d'accès situé au niveau du tableau devra être situé à gauche ou à droite de ce dernier (jamais en dessous) et les prises seront installées à une hauteur comprise entre 20 et 30 cm,
- dans les salles totalement équipées, la distribution se fera soit en goulotte en allège (à une hauteur de 1,10m environ) en périphérie de la salle, soit dans le mobilier (par exemple arrivée des câbles par le sol au niveau de chaque paillasse), soit par des perches pour alimenter des postes de travail en partie centrale,
- dans les salles semi-équipées, la distribution se fera généralement en goulotte en allège en fond de classe.

### **TRES IMPORTANT :**

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

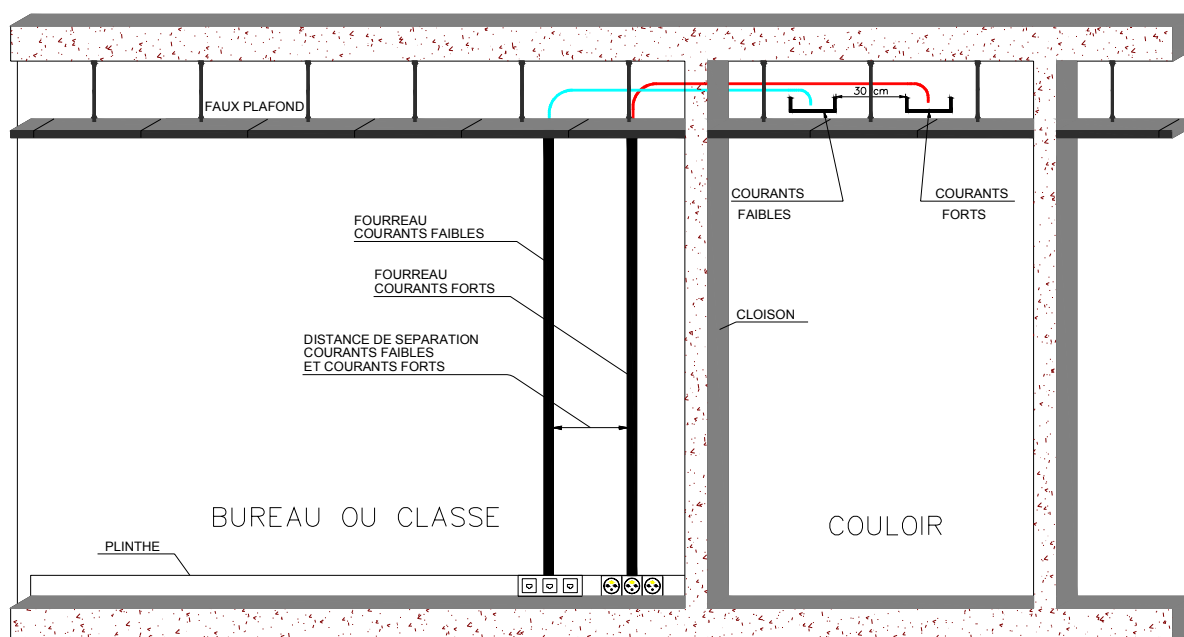
### **II.9.1. PASSAGE DANS LES BUREAUX**

Les câbles doivent quitter le chemin de câbles dans la circulation pour alimenter les postes de travail dans les bureaux. Une cloison sépare généralement les deux zones. Des percements seront réalisés dans celle-ci et des fourreaux seront installés pour permettre le passage des câbles actuels et futurs (un coefficient de sécurité de 30% devra être pris). Ces fourreaux seront réservés **exclusivement** aux câbles VDI. Les câbles courants forts emprunteront d'autres fourreaux en tenant compte des distances de séparation avec les courants faibles (cf. courbe page 53).

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

## II.9.2. DISTRIBUTION DANS LES CLOISONS (bureaux équipés de faux-plafonds)

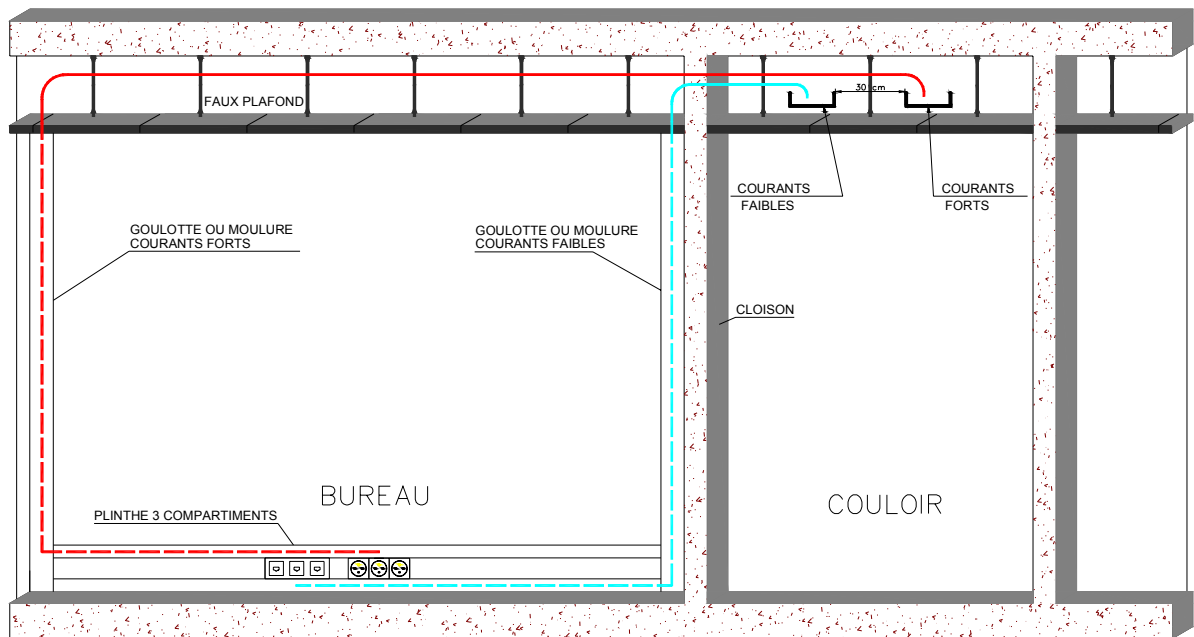
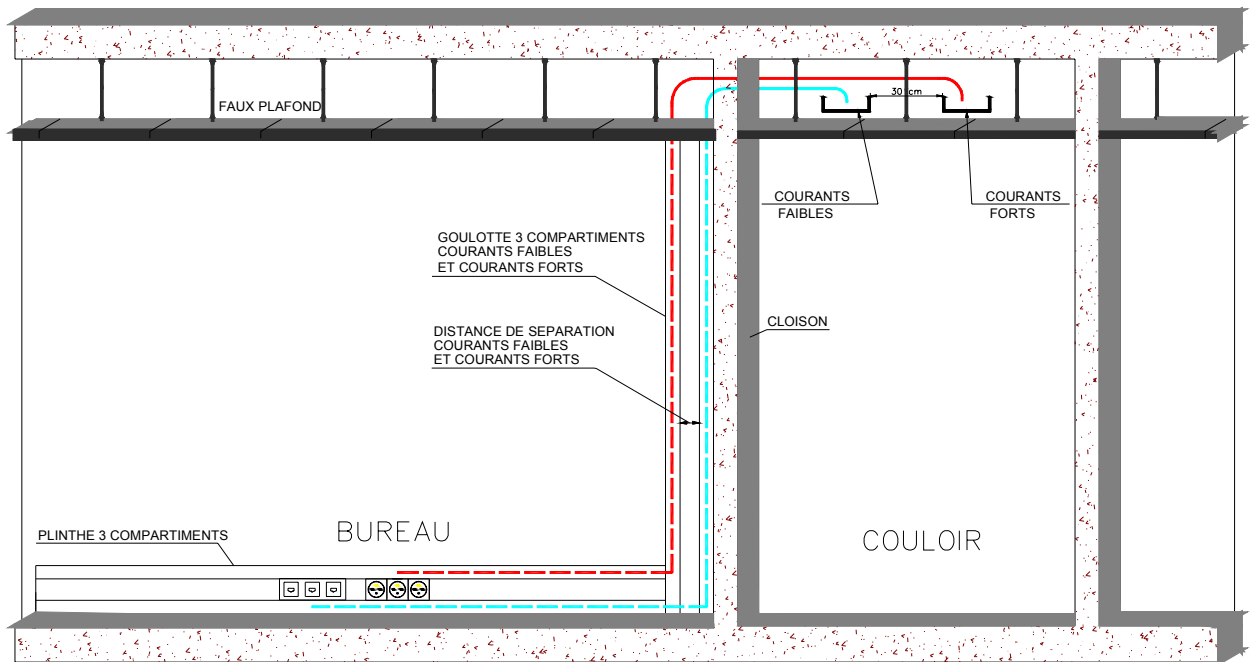
Certaines cloisons sont creuses et permettent la descente des câbles jusqu'au poste de travail. L'utilisation de fourreaux est obligatoire. Le guidage des câbles actuels et surtout futurs en sera facilité et la séparation avec les câbles courants forts également (la longueur de cheminement à prendre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



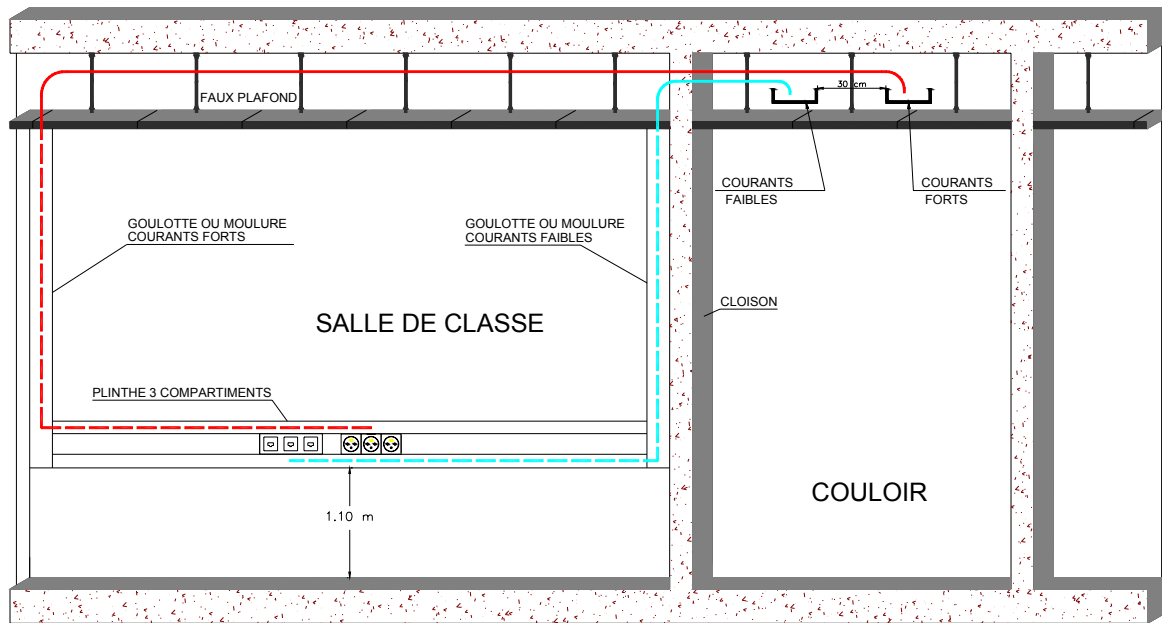
## II.9.3. DISTRIBUTION PAR GOULOTTE OU MOULURE

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

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

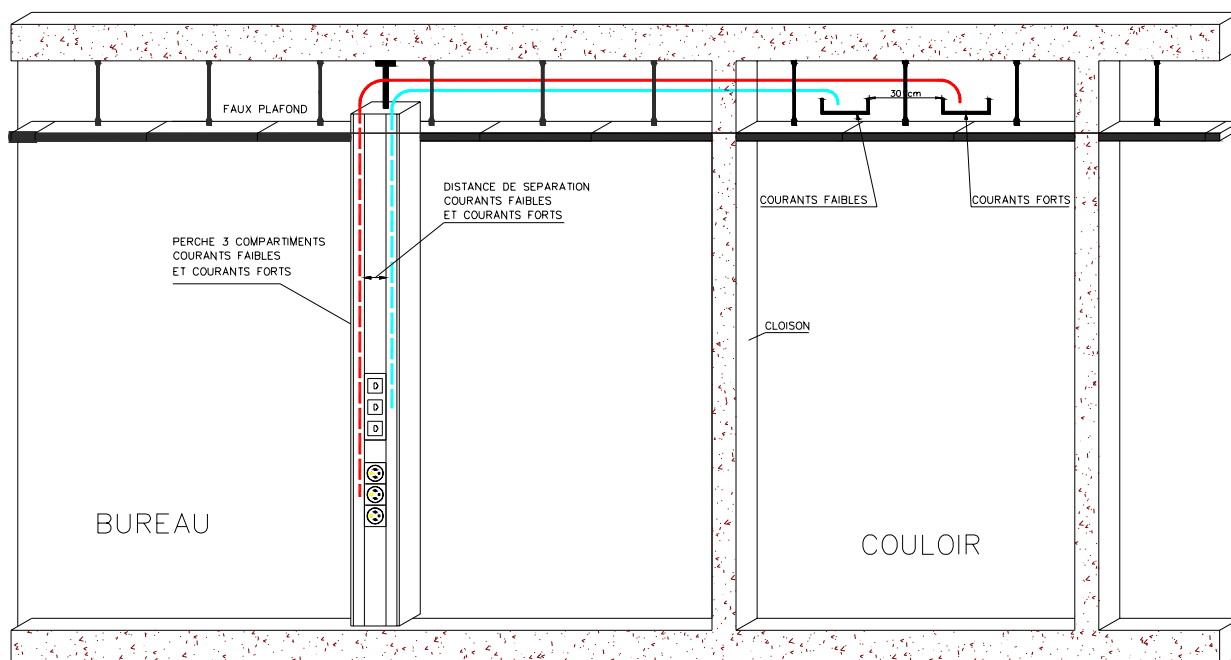






#### II.9.4. DISTRIBUTION PAR PERCHE

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



#### II.9.5. DISTRIBUTION PAR LE SOL

Il y a deux possibilités :

- Soit la zone à précâbler est équipée d'un faux-plancher et dans ce cas les câbles chemineront dans celui-ci en respectant les contraintes d'environnement (séparation courants forts / courants faibles page 53).
- Soit la zone possède une dalle de béton et là, il faudrait faire des saignées et y installer des fourreaux. Cette solution est conseillée uniquement pour les établissements en construction.

## II.9.6. RAPPEL DES CONTRAINTES D'ENVIRONNEMENT

Il faudra être particulièrement vigilant quant au respect des contraintes d'environnement pour la distribution dans les bureaux. Ce n'est pas parce qu'on utilise une goulotte ou une moulure à trois compartiments que l'on se protège des parasites hautes fréquences engendrés par les courants forts. En effet, il ne faut pas que les cheminements entre les courants faibles et les courants forts soient trop longs. Par exemple, une moulure à trois compartiments 50x20 ne peut être utilisée que pour un cheminement de deux mètres maximum.

Les câbles courants faibles doivent passer à 50 cm minimum des tubes fluorescents.

**Nota** : Les cloisons délimitant les bureaux peuvent servir de séparation entre les courants forts et les courants faibles. Le principe consiste à utiliser un côté de la cloison comme support courants faibles (descente en goulotte ou moulure à un seul compartiment puis cheminement en plinthe un compartiment) et l'autre côté comme support courants forts (descente puis cheminement en plinthe). Un percement dans la cloison permettra l'alimentation en courant faible et en courant fort du poste de travail situé de l'autre côté. Il faudra toutefois respecter les distances de séparation avec les courants forts en fonction de l'épaisseur de la cloison (cf. courbe page 53).

## **II.10. PROCEDURE DE VALIDATION ET DE RECETTE**

Pour assurer la bonne fin du câblage d'un établissement, la réalisation sera marquée par au minimum trois points de validation par le maître d'ouvrage :

- au début, en réunion de Maîtrise d'ouvrage, où l'entreprise présentera sa solution de mise en œuvre (organisation, composants, locaux de brassage) pour validation par la Région. Une mise au point sur les équipements prévus dans chaque salle ou bureau sera réalisée. Pour cela, l'entreprise remettra au maître d'ouvrage la liste des locaux et le nombre de prises RJ45 prévues. Le planning sera présenté et l'entreprise avertira la Région lorsqu'elle aura effectué ses premiers raccordements (côté brassage et côté prise).
- en cours de chantier pour valider les premiers raccordements et la procédure de recette. L'entreprise apportera son matériel de test et les cordons adéquats. Une visite de site permettra de vérifier la conformité de l'installation par rapport aux règles de l'art (supports, mises à la terre, contraintes d'environnement).
- à la fin des travaux pour réceptionner l'installation. Une liste de réserves sera émise et devra être levée sous quatre semaines environ. Une seconde visite aura pour objet la levée de ces réserves.

### **II.10.1. RECETTE PAIRE TORSADÉE**

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

#### **TRES IMPORTANT :**

**La recette, réalisée par l'installateur, comportera des tests statiques et dynamiques sur la totalité (100%) de la réalisation (prises et rocades).**

#### Tests statiques

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

#### **A savoir :**

- qu'elle est correctement reliée à chacune de ses extrémités,
- que sa continuité n'a pas été interrompue,
- que sa polarité a été respectée,
- qu'aucun court-circuit n'a été provoqué entre ses deux conducteurs,
- que son isolement par rapport aux autres paires et par rapport à la terre est correct,
- que sa longueur n'est pas supérieure à la valeur autorisée,

- que les deux fils qui la composent sont bien ceux d'une même paire (dépairage),
- que son identification (repère géographique) sur le plan d'installation correspond bien à la réalité.

### Tests dynamiques

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

Les tests permettront de vérifier que les limites des paramètres décrits dans les tableaux suivants jusqu'à des fréquences de 250 MHz minimum ne sont pas dépassées. L'appareil de mesure sera paramétré la version de la norme correspondant à la classe E. Les mesures seront réalisées en mode Permanent link avec des têtes catégorie 6 génériques.

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

L'entreprise prendra soin de changer les cordons de test toutes **les 300 mesures**.

Classe E  
Cat. 6 - 250 MHz

ISO 11801 Edition 2 (septembre 2002)

Classe E, Canal

Fréquence MHz	Affaiblissement dB	NEXT p/p dB	ACR p/p dB	PS NEXT dB	PS ACR dB	PS ELFEXT dB	Return Loss dB	Propagation ns	Skew ns
1	4,0	65,0	<b>61</b>	62,0	<b>58</b>	60,3	19,0	580	50
4	4,2	63,0	58,9	60,5	56,4	48,2	19,0	562	50
10	6,5	56,6	50,0	54,0	47,5	40,3	19,0	555	50
16	8,3	53,2	44,9	50,6	42,3	36,2	18,0	553	50
20	9,3	51,6	42,3	49,0	39,7	34,2	17,5	552	50
62,5	16,9	43,4	26,5	40,6	23,7	24,3	14,0	549	50
100	21,7	39,9	18,2	37,1	15,4	20,3	12,0	548	50
155	27,6	36,7	9,1	33,8	6,2	16,5	10,1	547	50
200	31,7	34,8	3,0	31,9	0,1	14,2	9,0	547	50
250	36,0	33,1	-2,8	30,2	-5,8	12,3	8,0	546	50

Classe E, lien permanent

Fréquence MHz	Affaiblissement dB	NEXT p/p dB	ACR p/p dB	PS NEXT dB	PS ACR dB	PS ELFEXT dB	Return Loss dB	Propagation ns	Skew ns
1	4,0	65,0	61	62,0	58	62,0	21,0	521	43
4	4,0	64,1	60,1	61,8	57,8	50,2	21,0	505	43
10	5,5	57,8	52,3	55,5	50,0	42,2	21,0	499	43
16	<b>7,1</b>	54,6	47,5	52,2	45,1	38,2	20,0	496	43
20	7,9	53,1	45,2	50,7	42,8	36,2	19,5	496	43
62,5	14,2	45,1	30,9	42,7	28,5	26,3	16,0	492	43
100	<b>18,5</b>	41,8	23,3	39,3	20,8	22,2	14,0	491	43
155	23,3	38,7	15,4	36,2	12,9	18,4	12,1	491	43
200	26,8	36,9	10,1	34,3	7,5	16,2	11,0	490	43
250	<b>30,7</b>	35,3	4,7	32,7	2	14,3	10,0	490	43

## II.10.2. RECETTE FIBRE OPTIQUE

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

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

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

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

Exemple :

### DOCUMENT DE RECUEIL DES FIBRES OPTIQUES par REFLECTOMETRIE

Client : \_\_\_\_\_ Date d'intervention : \_\_\_\_\_

Installateur : \_\_\_\_\_ Type de fibre : \_\_\_\_\_  
Nombre de brins du câble : \_\_\_\_\_  
Connectique d'extrémité : \_\_\_\_\_

Réflectomètre utilisé : \_\_\_\_\_ Référence du réflectomètre : \_\_\_\_\_

Longueur d'onde utilisée pour les tests : 850 & 1300 nm

Indice de réfraction utilisée à cette longueur d'onde : 1,4770 à 850nm  
1,4112 à 1300nm

Longueur de la liaison : \_\_\_\_\_

Intitulé de la liaison : \_\_\_\_\_

Local d'origine : \_\_\_\_\_ Local d'extrémité : \_\_\_\_\_

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

**Important :** la valeur d'affaiblissement de la connexion (moyenne arithmétique des affaiblissements d'un connecteur dans chaque sens) ne devra pas dépasser **0,5 dB** à 850 nm et à 1300 nm. La valeur individuelle de l'affaiblissement d'un connecteur dans un sens ne devra pas dépasser **0,7 dB**.

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

### **II.10.3. RECETTE DES RESEAUX DE TERRE**

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

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

La résistance mesurée devra dans les deux cas montrer une résistance linéique des câbles inférieure ou égale à 0,019 ohm/m et une résistance totale entre chacun des répartiteurs et le puits de terre inférieure à 5 ohms.

### **II.10.4. CONTROLE DE LA RECETTE**

Un bureau de contrôle, intervenant dans le cadre du marché et missionné par l'entreprise, sous réserve de l'agrément de la Région, certifiera que le câblage réalisé est conforme à la norme ISO 11801 et aux performances demandées dans ce document.

Pour cela, il fera :

- ◆ un contrôle visuel portant sur les points suivants :
  - la distribution des câbles (rangements, position par rapport aux sources parasites),
  - les mises à la terre,
  - les locaux techniques (accès, superficie, ventilation ou climatisation),
  - la pose physique des câbles (fixations mécaniques, rayon de courbure, raccordements),
  - le repérage des composants de câblage.
  
- ◆ un contrôle dynamique afin de valider et certifier l'installation par rapport aux performances demandées par la Région. Les tests seront effectués selon les procédures décrites ci-dessus sur un échantillonnage de 20% du câblage, cuivre et fibre optique, autant pour les câbles terminaux que pour les rocares.

### **II.10.5. DOCUMENTATION**

#### **II.10.5.1. Documentation à fournir par le bureau d'études**

Le dossier de consultation des entreprises (DCE) élaboré par le maître d'œuvre sera



constitué au minimum des éléments suivants :

- le présent document,
- un tableau récapitulatif des prises VDI par local,
- un schéma de l'architecture du câblage avec dimensionnement des rocares,
- des plans de principe d'aménagement des locaux de brassage,
- des plans de principe de cheminements,
- des schémas de principe d'organisation des répartiteurs,
- un bordereau de prix **détaillé**.

#### II.10.5.2. Documentation à fournir par l'entreprise chargée des travaux

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

- Les plans des bâtiments avec l'implantation et l'identification des prises RJ45, des cheminements et des équipements installés (exemplaires papier et informatique sous **AUTOCAD version 14**),
- Les plans des locaux de brassage avec l'implantation des baies et des différents matériels (exemplaires papier et informatique sous **AUTOCAD, version 14 minimum**),
- La documentation technique de tous les composants utilisés (présentation sous forme de classeur),
- Un carnet de câbles classé par répartiteur avec l'identification et la longueur des liaisons horizontales et verticales (**format EXCEL, version 97 minimum**),
- Le dossier de recette cuivre classé par répartiteur et dans l'ordre avec en tête les synoptiques VDI, les plans des baies avec l'implantation et l'identification de tous les équipements, le résumé des tests et enfin les feuilles individuelles de mesures. Les synoptiques et les plans des baies seront fournis sous forme papier et informatique (**AUTOCAD, version 14 minimum**),
- Le dossier de recette optique avec en tête le synoptique, le tableau récapitulatif et les courbes de réflectométrie de chaque fibre brin dans les deux sens et sur les deux fenêtres.

Le dossier technique des réseaux de mise à la terre sera constitué des bordereaux de mesure des résistances relevées au milli-ohmmètre à partir de chaque répartiteur jusqu'au puits de terre sur les réseaux de mise à la terre des répartiteurs et de mise à la terre des cheminements.

L'ensemble de ce dossier des ouvrages exécutés (DOE), constitué des éléments décrits au-dessus, est à remettre à la Région, au lycée concerné et au mandataire éventuel.