

VILLE D'ARGENTEUIL

CAHIER DES CHARGES

Fournitures et prestations de câblage

1 Qualifications requises

Le titulaire du marché devra posséder toutes les qualifications requises pour satisfaire l'objet du marché.

2 Prescriptions et règles d'ingénierie

2.1 Avant-propos

2.1.1 Liste des figures

Figure 1 : Lien de base	351351
Figure 2 : Organisation d'un système de câblage	353
Figure 3 : Exemple de baie et coffret	354
Figure 4 : Principe de réalisation en étoile	359
Figure 5 : Principe de report des ressources téléphoniques	362
Figure 6 : Transport informatique	363
Figure 7 : Distribution capillaire	363
Figure 8 : Schéma d'un réseau de terre	367
Figure 9 : Barrette de coupure	368
Figure 10 : Exemple de goulotte	371
Figure 11 : Attention particulière à la pose des câbles	372
Figure 12 : Lien Permanent	372
Figure 13 : Lien Channel	373
Figure 14 : Exemple de panneau de brassage RJ45 blindé	375
Figure 15 : Exemple de panneau de brassage RJ45 non blindé	376
Figure 16 : Exemple de panneau de brassage modulaire embase RJ45	376
Figure 17 : Exemple de module CAD 8 paires	376
Figure 18 : Exemple de panneau téléphonique	377
Figure 19 : Exemple de prise RJ45 non blindée	378
Figure 20 : Exemple de prise RJ45 blindée	378
Figure 21 : Convention de câblage T-568 A et T-568 B	379
Figure 22 : Précautions lors du raccordement	379
Figure 23 : Exemple de tiroir otique	380
Figure 24 : Exemple de connecteur, coupleur et pigtails	381

2.1.2 Liste des tableaux

Tableau 1 : Protocoles supportés par la Cat6	348
Tableau 2 : Protocoles supportés avec adaptateur	348

Tableau 3 : Réseaux complémentaires supportés	349
Tableau 4 : Protocoles supportés sur fibre optique	349
Tableau 5 : Distances étendues supportés par certains fabricants	350
Tableau 6 : Classes d'applications	350
Tableau 7 : Valeurs du « Lien Permanent »	351
Tableau 8 : Valeurs de la « Chaîne de Liaison »	351
Tableau 9 : Valeurs fibres multimode 50/125	356
Tableau 10 : Valeurs fibres monomode 9/125	357
Tableau 11 : Séparation des fluides pour différents systèmes de câblage	366
Tableau 12 : Sections câble de terre	369
Tableau 13 : Convention de câblage	379
Tableau 14 : Tests minimum à réaliser	384

2.2 Préambule

Le présent document regroupe l'ensemble des prescriptions et règles d'ingénierie établies par la **Ville d'Argenteuil** pour la réalisation de systèmes de câblage informatique et téléphonique dans les bâtiments de la Ville. Il est intégré au cahier des charges qui décrit l'ensemble des prestations et niveau de service attendus pour le ou les ouvrages en question.

Le système de câblage capillaire retenu au titre du présent document est un système de Catégorie 6.

Il est important de noter que, compte tenu de la diversité des sites à câbler tant par leur environnement que par leur historique ou technologie, chaque ouvrage commandé fera l'objet d'un cahier des charges spécifique établi par la **Ville d'Argenteuil**. Ce document aura pour principal intérêt de définir avec précision les technologies et quantitatifs à mettre en place.

Le titulaire devra fournir et/ou installer les éléments suivants :

- L'ensemble des matériels composant le système de câblage cuivre (câbles, prises, panneaux, cordons, etc.).
- L'ensemble des matériels composant le système de câblage optique (câbles, connecteurs, tiroirs, jarretières, etc.).
- Tous les supports nécessaires aux cheminements des câbles « courant faible » (chemins de câbles, tubes, goulottes, moulures, etc.).
- Les baies, coffrets, perches, fermes et autres accessoires nécessaires à l'intégration des matériels cuivre et optique.
- Les documents techniques de chacun des matériels installés. Ces documents devront être consignés dans un classeur et remis à la **Ville d'Argenteuil** lors de chaque réception d'ouvrage.
- Les recettes techniques cuivre et optique telles que définies au chapitre 2.6.
- Les petits percements et rebouchages coupe feux pour passage des câbles.
- Les déposes totales ou partielles d'infrastructures de câblage existantes.

Il est à noter que dans certains cas il peut n'y avoir qu'une prestation de dépose à réaliser.

2.3 Le système de câblage

2.3.1 Définition

Un système de câblage doit doter un immeuble, dès sa construction ou lors d'une réfection totale ou partielle de son environnement, d'un réseau de câbles maillés et de la connectique suffisante et adaptée.

Il a pour principe de recevoir l'ensemble des solution VDI (Voix, Données, Images) et ce depuis n'importe quel endroit de l'immeuble pré-câblé.

Il doit supporter les performances liées aux nouvelles technologies et offrir souplesse d'utilisation à l'exploitation.

Il se veut banalisé et interchangeable en fonction des besoins exprimés.

Il doit être homogène entre les différents matériels le composant sans distinction d'aucun fabricant.

Il doit être pérenne afin de supporter les technologies actuelles et les applications en cours de développement.

Il doit apporter les garanties nécessaires en termes de performances et être installé dans les règles de l'art lors de sa phase de déploiement.

Il doit être centralisé et concentrer l'ensemble des ressources du réseau informatique et téléphonique.

2.3.2 Objectifs attendus

2.3.2.1 Garanties attendues

Les spécifications techniques des composants requis pour la mise en œuvre de systèmes de câblage de Catégorie 6 dans le cadre de la construction de bâtiments neufs ou de rénovation de bâtiments existants s'appuient sur les exigences électriques et mécaniques décrites dans les normes :

- ✓ ISO/IEC 11801 Classe E ;
- ✓ EN 50173 Classe E ;
- ✓ TIA/EIA 568B.2-1.

Le système de câblage fourni doit respecter conjointement les performances des liens « Permanent Link » et des liens « Channel » décrits dans ces standards.

Le système à mettre en place doit présenter les caractéristiques suivantes :

- **Systematique** : Présence de prises ou de points d'accès sur l'ensemble des bâtiments permettant de desservir tous les postes de travail. Ces points d'accès sont répartis suivant une trame d'architecture précise, ou suivant la surface, et tenant compte des recommandations éventuelles de la **Ville d'Argenteuil**. Il est à noter qu'au-delà des besoins exprimés dans le présent document en termes de quantitatifs pour les points d'accès, les ratios et implantations peuvent varier en fonction de l'environnement du site à réaliser.

- **Reconfigurable** : Les modifications de topologie doivent pouvoir être effectuées de manière rapide, économique et sans modification importante sur le système proposé.
- **Banalisé/Universel** : L'ensemble des composants de la distribution capillaire doit être de technologie identique et pouvoir recevoir l'ensemble des technologies VDI (voix, données, images) au sens des normes en vigueur et ce de façon indifférenciée.

2.3.2.2 Performances attendues

Afin de garantir la pérennité des installations, le câblage à réaliser devra pouvoir supporter les applications de classe A à E et compatibilité descendante au sens de la norme ISO 11801.

2.3.2.3 Liste non exhaustive des applications supportées par le système de câblage

2.3.2.3.1 Câblage cuivre

Tableau 1 : Protocoles supportés par la Cat6

ATM	CCITT I.432	155 et 622 Mb/s
Ethernet	IEEE 802.3 10BASE-T	10 Mb/s
Ethernet	IEEE 802.3 100BASE-T4	100 Mb/s
Ethernet	IEEE 802.3 100BASE-T2	100 Mb/s
Ethernet	IEEE 802.3 100BASE-TX	100 Mb/s
ISO Ethernet	IEEE 802.9a	16 Mb/s
Ethernet	100BaseVG-ANYLAN	100 Mb/s
Gigabit Ethernet	IEEE 802.3ab 1000BASE-T	1000 Mb/s
Token Ring	IEEE 802.5	4, 16, 100 Mb/s
TP-PMD	ANSI X3T9.5	100 Mb/s
ISDN	CCITT I.430	64 Kb/s, 2 Mb/s

Les protocoles suivants (cf. tableau ci-dessous) doivent être utilisés à l'aide d'un adaptateur wired D-type à connecteur RJ45 :

Tableau 2 : Protocoles supportés avec adaptateur

EIA-232-D	CCITT V24, V28	19,2 Kb/s
EIA-422-A	CCITT V11	100 Kb/s

Les réseaux LAN suivants (cf. tableau ci-dessous) doivent fonctionner sur le système proposé ; ils sont reliés au système de câblage de Catégorie 6 à l'aide d'adaptateurs d'impédance « BaLuns » :

Tableau 3 : Réseaux complémentaires supportés

LAN	Câble d'origine
IBM 3270	93 ohms RG 62 coax
IBM AS400	105 ohms twinax
IBM token ring	150 ohms two pair
Wang VS OIS	75 ohms twinax
Ethernet 10BASE-2	50 ohms thinnet coax RG58
Reuters	75 ohms RGB triple coax

Le système de câblage proposé doit également garantir les transmissions telles que :

- ✓ Baseband video
- ✓ RGB video
- ✓ Broadband video
- ✓ Services d'Information Financière ex: Reuters, Bloomberg, Telerate

Bien d'autres applications qui ne sont pas liées directement à la vidéo ou à l'informatique doivent être supportées par le système choisi [ex : la téléphonie analogique, la gestion technique des bâtiments (détection incendie, contrôle d'accès, etc.), etc.].

2.3.2.3.2 Câblage fibre optique

Le système de câblage optique proposé doit garantir le fonctionnement des protocoles suivants sur les distances suivantes :

Tableau 4 : Protocoles supportés sur fibre optique

Protocoles	Longueur d'onde	Distance 50/125	Distance Monomode
10BASE-FL	850 nm	1340 m	
100BASE-SX	850 nm	300 m	
100 BASE-FX	1300 nm	2000 m	
1000BASE-SX	850 nm	500 m	
1000BASE-LX	1300 nm	600 m	5000 m
10GBASE-SR	850 nm	82 m	
10GBASE-LW	1310 nm		40000 m
ATM 155	1300 nm	2000 m	
ATM 622	1300 nm	500 m	15000 m
ATM 155 swl	850 nm	1000 m	
FDDI	1300 nm	2000 m	
Token Ring	850 nm	1400 m	
Fiber Channel 133	850 nm	2000 m	
Fiber Channel 266	850 nm	2000 m	
Fiber Channel 531	850 nm	1000 m	
Fiber Channel 1062	850 nm	500 m	
Fiber Channel 1062	1300 nm		10000 m

2.3.2.4 Distances étendues supportées par certains fabricants

Tableau 5 : Distances étendues supportées par certains fabricants

Protocole	Vitesse (Mb/s)	Distance (mètres)
ATM (notez que ATM 622 est un standard fibre optique)	155	150
ETHERNET 10BaseT	10	185
ETHERNET 100BaseTX	100	140
ETHERNET 100BaseT2	100	140
ETHERNET 100BaseT4	100	140
ETHERNET 100 VG AnyLAN	100	160
Gigabit ETHERNET 1000BaseT	1000	100
TP-PMD	100	140
TOKEN RING 802.5	4/16	
IBM AS400	1	800
IBM 3270	2,36	650
RS232	19 Kb/s	1200
BASEBAND VIDEO	8 MHz	300
RGB VIDEO	25 MHz	250
ISDN	64 Kb/s	500
PABX	3,3 KHz	1000
ADSL	1,5	3750
RADSL	640 Kb/s	5600
HDSL	2	4600
SDSL	2	3100
VDSL	52	310

2.3.2.4.1 Normes de référence ISO 11801 CLASSE E

La norme ISO 11801 de CLASSE E fait référence en la matière aux systèmes de câblage structurés capables de supporter les applications au standard Gigabit Ethernet. Cette norme est une norme internationale.

2.3.2.4.2 Classes d'applications

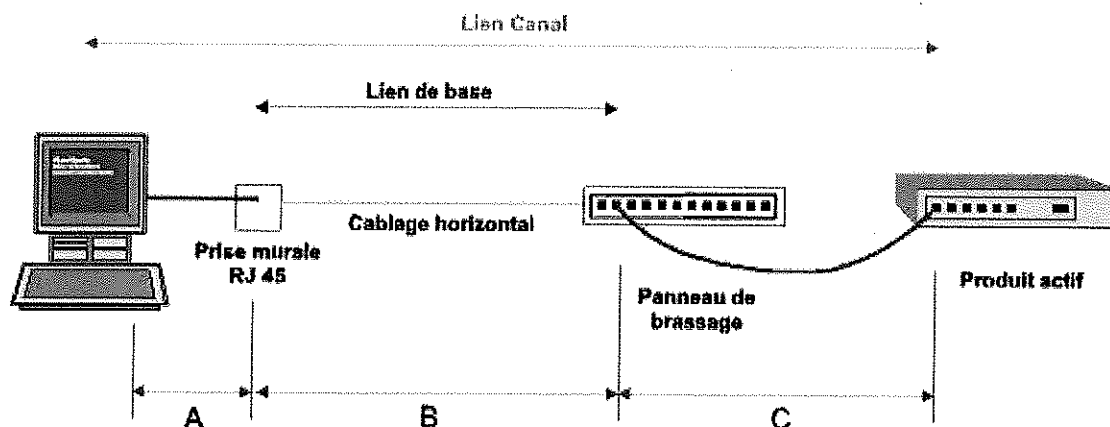
Plusieurs classes d'applications sont clairement identifiées dans la norme ISO 11801, elles permettent de définir avec certitude l'aptitude d'un système de câblage à supporter ou non certaines applications.

Tableau 6 : Classes d'applications

	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D 2000	Classe E	Classe F
Plage de Fréquence	100 KHz	1 MHz	16 MHz	100 MHz	250 Mhz	600 Mhz
Distances	3 Km	260 m	160 m	100 m	100 m	100 m

2.3.2.4.3 Principe d'un lien de base

Figure 1 : Lien de base



B = 90 m ABC = 100 m

2.3.2.4.4 Performances et valeurs attendues

Lien permanent

Le tableau suivant donne les valeurs maximales (en dB) tolérées par la norme ISO 11801 pour un « lien permanent ».

Tableau 7 : Valeurs du « Lien Permanent »

Catégorie 6 "Permanent Link" (90 m)								
Fréquence (MHz)	Atténuation (dB)	NEXT (dB)	PSNEXT (dB)	ELFEXT (dB)	PSELFEXT (dB)	RL (dB)	DELAY (ns)	DELAY SKEW (ns)
1	1.9	65	62.0	64.2	61.2	19.1	--	--
4	3.5	64.1	61.8	52.1	49.1	21	--	--
8	5.0	59.4	57.0	46.1	43.1	21	--	--
10	5.6	57.8	55.5	44.2	41.2	21	498	44
16	7.0	54.6	52.2	40.1	37.1	20	--	--
20	7.9	53.1	50.7	38.2	35.2	19.5	--	--
25	8.9	51.5	49.1	36.2	33.2	19	--	--
31.25	10.0	50	47.5	34.3	31.3	18.5	--	--
62.5	14.4	45.1	42.7	28.3	25.3	16	--	--
100	18.6	41.8	39.3	24.2	21.2	14	--	--
200	27.4	36.9	34.3	18.2	15.2	11	--	--
250	31.1	35.3	32.7	16.2	13.2	10	--	--

Channel

Le tableau suivant donne les valeurs maximales (en dB) tolérées par la norme ISO 11801 pour une « chaîne de liaison ».

Tableau 8 : Valeurs de la « Chaîne de Liaison »

Catégorie 6 "Channel Limits" (90 m + 10 m ±20%)								
Fréquence MHz	Atténuation (dB)	NEXT (dB)	PSNEXT (dB)	ELFEXT (dB)	PSELFEXT (dB)	RL (dB)	DELAY (ns)	DELAY SKEW (ns)
1	2.1	65.0	62.0	63.3	60.3	19	--	--
4	4.0	63.0	60.5	51.2	48.2	19	--	--
8	5.7	58.2	55.6	45.2	42.2	19	--	--
10	6.3	56.6	54.0	43.3	40.3	19	555	50
16	8.0	53.2	50.6	39.2	36.2	18	--	--
20	9.0	51.6	49.0	37.2	34.2	17.5	--	--
25	10.1	50.0	47.3	35.3	32.3	17	--	--

31.25	11.4	48.4	45.7	33.4	30.4	16.5	--	--
62.5	16.5	43.4	40.6	27.3	24.3	14	--	--
100	21.3	39.9	37.1	23.3	20.3	12	--	--
200	31.5	34.8	31.9	17.2	14.2	9	--	--
250	35.9	33.1	30.2	15.3	12.3	8	--	--

2.3.2.4.5 Les différents types de câbles cuivre

Les câbles cuivre à paires torsadées se distinguent en trois catégories :

- UTP (Unshielded Twisted Pair) : Câble à paires torsadées non blindées.
- STP (FTP) (Shielded Twisted Pair) : Câble à paires torsadées écrantées par un feuillard métallique.
- SFTP (Shielded Foiled Twisted Pair) : Câble à paires torsadées écrantées et blindé par une tresse métallique à 360°.

Ces solutions de câblage seront préconisées sur le site à câbler en fonction de ses besoins, son historique, voir de son environnement comme du fait des contraintes liées à l'ouvrage.

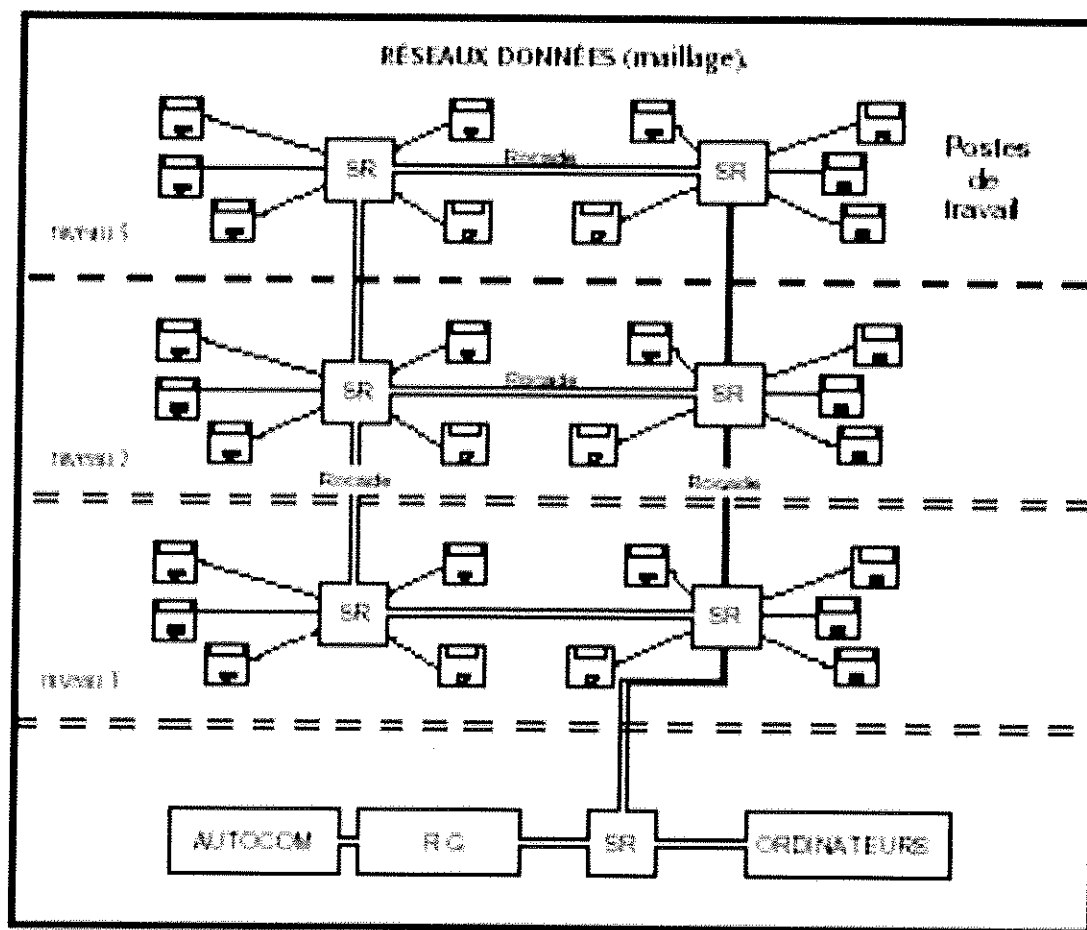
2.3.3 Organisation d'un système de câblage

2.3.3.1 Les éléments passifs composant le système de câblage

- Les locaux techniques.
- Les baies de câblage.
- Les répartiteurs ou sous-répartiteurs.
- Le câblage primaire (rocade) cuivre ou fibre optique.
- Le câblage capillaire.
- Le poste de travail.
- Les supports de cheminement.
- Les accessoires nécessaires à l'intégration des matériels.

2.3.3.2 Principe d'architecture d'un système de câblage d'immeuble

Figure 2 : Organisation d'un système de câblage



2.3.3.3 Les locaux techniques

Les locaux techniques sont les points de convergence de l'ensemble de câbles primaires et capillaires, ils centralisent les points d'accès de la zone correspondante et permettent le brassage entre les ressources et le poste de l'utilisateur.

La surface est d'environ 10 m² mais peut être réduite voir inexistante suivant les sites. Dans les cas où la surface est inadaptée ou le nombre de câbles est insuffisant, la pose d'un coffret doit être envisagé.

Le nombre de câbles concentrés dans une baie ne doit pas excéder 300 câbles par baie. Dans l'hypothèse de 3 prises par point d'accès, une baie ne pourra pas desservir plus de 100 points d'accès.

Il est préconisé d'y installer les équipements suivants :

- Faux plancher techniques en dalle stratifié 60x60.
- Faux plafond sur plaque démontable.
- Cloisons non amovibles.
- Climatisation avec extraction de l'air.
- Peinture anti-poussière.

- Porte pleine garantissant l'accès sécurisé au local technique.
- Coupure électrique indépendante.

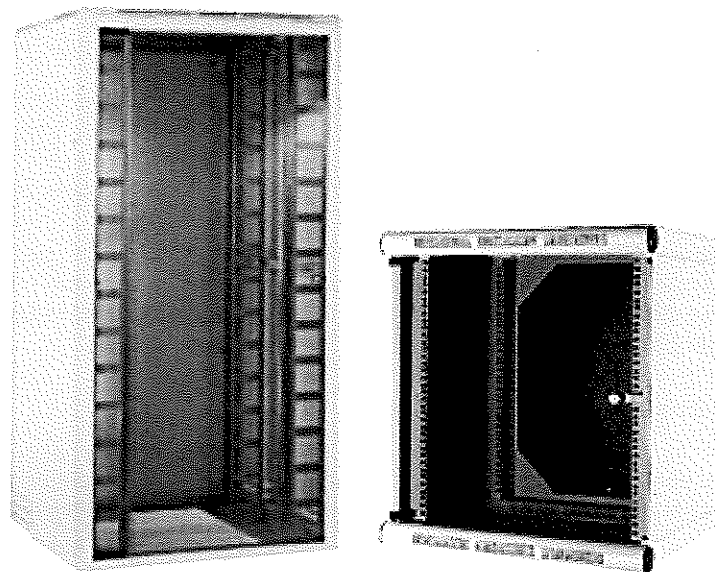
Note : toutefois et compte tenu de l'historique de chaque bâtiment il peut être envisagé une reconduction de l'existant.

2.3.3.3.1 Les baies de câblage et coffrets

Ils/elles ont pour fonction de centraliser et de recevoir l'ensemble des câbles capillaires raccordés sur des équipements, panneaux de brassage cuivre et tiroir à fibres optique.

Ils/elles sont dimensionnés en fonction du nombre de câbles, d'équipements à recevoir ainsi que de l'environnement du site à réaliser.

Figure 3 : Exemple de baie et coffret



2.3.3.3.2 Le répartiteur général (RG)

Il constitue le cœur de l'architecture du système de câblage, il regroupe les transports de câbles cuivre pour les ressources téléphoniques, il abrite très fréquemment le PABX, les arrivées des lignes opérateurs, le cœur de réseau, etc.

2.3.3.4 Le câblage primaire

Il a pour principal intérêt l'interconnexion des locaux techniques au moyen de câbles cuivre et/ou fibre optique. Il assure aussi bien les liens vers le répartiteur général que vers les locaux techniques d'étage.

2.3.3.4.1 Câblage primaire cuivre (rocade)

Le câblage primaire est caractérisé par des câbles cuivre supérieurs à 4 paires et logés sous une gaine générale ou des câbles 4 paires assemblés sous une gaine générale et caractérisé comme suit :

- ✓ un nombre de conducteurs suffisant en fonction des liens nécessaires ;
- ✓ des conducteurs monobrins ;
- ✓ le diamètre des conducteurs, compris entre 0,4 et 0,65 mm ;
- ✓ gaine extérieure exempte de matériaux halogène (LSZH) ;

- ✓ impédance 100 Ohms ;
- ✓ de type blindé ou non blindé ;
- ✓ les câbles doivent répondre au minimum à la catégorie 6.

2.3.3.4.2 Câblage primaire fibre optique

L'utilisation de câbles à fibres optiques est requis quand les distances entre deux bâtiments, locaux techniques ou points d'accès seront supérieur à 90 m ainsi que dans les cas où la technologie mise en place demande des bandes passantes supérieure à 100 Mhz et pour des débits au-delà du Gigabit.

2.3.3.5 Les spécifications du système de câblage optique

Ce paragraphe a pour objet de présenter les spécifications techniques des composants nécessaires à la réalisation d'un système de câblage optique quelque soit le type de liaison : rocade intérieure, liaison extérieure inter-bâtiments, poste de travail.
Ces spécifications s'appuient sur les exigences techniques décrites dans les normes : ISO/IEC 11801.

Les normes de référence pour les applications sont également définies dans les documents ISO (exemple : 802.3 pour la famille Ethernet). Ces documents ayant un temps d'édition relativement long par rapport à l'arrivée des produits sur le marché, il faudra également se référer aux documents de travail de l'IEEE (exemple : 802.3z pour Gigabit sur fibre optique).

2.3.3.5.1 Les composants du câblage optique

Le câblage optique regroupe une série de câbles optiques, de connecteurs, de coupleurs, de jarretières optiques et autres accessoires indispensables à une installation complète.

2.3.3.5.2 Les câbles optiques

Les câbles optiques doivent être utilisés pour le câblage de campus et pour le câblage primaire des rocades informatiques.

Différents types de câbles optiques peuvent être utilisés en fonction du contexte d'installation. Il est recommandé d'utiliser des câbles avec gaine universelle qui ont la caractéristique de répondre aux usages internes et externes des bâtiments, facilitant ainsi les exigences d'installation.

2.3.3.5.3 Installation externe ou inter bâtiments

Dans les cas de passage en extérieur le câble utilisé doit, dans la mesure du possible :

- ✓ être armé et non métallique ;
- ✓ être doté d'une protection anti-rongeurs en fibre de verre ;
- ✓ posséder au minimum 12 brins optique multimode 50/125.

Le câble doit être de structure libre unitube. Toutes les fibres sont placées dans un tube unique en polyester rempli de gel pour garantir une étanchéité et pouvant contenir jusqu'à 24 fibres.

La fibre utilisée sera une fibre optique multimode à gradient d'indice 50/125 microns ou monomode 9/125 microns dans certains cas.

La gaine extérieure du câble devra être en polyéthylène avec des propriétés de non-propagation de l'incendie et de non diffusion d'halogène conforme à la norme IEC 60332-1.

Le diamètre extérieur du câble ne doit pas excéder 9,4 mm pour un câble de 12 fibres.

La masse du câble au kilomètre ne doit pas dépasser 103 kg au km pour un câble de 12 fibres.

Le rayon de courbure en statique doit être de 95 mm au minimum.

La traction maximale du câble est de 1500 N.

Le câble extérieur armé non métallique doit résister à une force d'écrasement de 2500 Newtons par centimètre.

2.3.3.5.4 Installation interne aux bâtiments

Le câble utilisé est un câble de structure serrée.

Le câble est non armé et non métallique.

La gaine extérieure du câble est de type « universelle » pour installation intérieure mais également extérieure.

La gaine doit être conforme à la norme IEC 60332-1 relatif à la non-propagation de l'incendie et la non-diffusion d'halogène de type LSHZ.

La fibre choisie sera de type multimode à gradient d'indice 50/125 microns.

Chaque brin est coloré individuellement et l'ensemble est enrobé par des filins d'aramide.

Le diamètre extérieur du câble ne doit pas excéder 6,7 mm pour un câble de 12 fibres.

La masse du câble au kilomètre ne doit pas dépasser 45 kg au km pour un câble de 12 fibres.

Le rayon de courbure en statique doit être de 70 mm au minimum.

La traction maximale du câble doit être de 1100 N.

Le câble pour installation interne aux bâtiments doit résister à une force d'écrasement de 4000 Newtons par centimètre.

2.3.3.5.5 Spécification des fibres

Le choix de la fibre optique ne peut se faire sans prendre en compte les contraintes de distances et les applications. Par exemple, les fibres multimode à gradient d'indice 62,5/125 ne sont plus recommandés pour des applications du type Gigabit Ethernet.

Fibres multimode

Les fibres spécifiées sont de type multimode 50/125 microns à gradient d'indices 50/125. Elles doivent répondre aux caractéristiques suivantes :

Tableau 9 : Valeurs fibres multimode 50/125

Longueurs d'onde	850 nm	1300 nm
Atténuation max en dB/Km	2.8	0.8
Bande passante mini en MHz/Km	>500	>500
Ouverture numérique	0,20	0,20

Elles correspondent à la partie A1a de la norme IEC 60793-2 CATEGORY et à la spécification de la fibre G.651 de l'organisme de télécommunication ITU-T.

Fibres monomode

Les fibres spécifiées doivent être de type monomode 9/125 et doivent répondre aux caractéristiques suivantes :

Tableau 10 : Valeurs fibres monomode 9/125

Longueurs d'onde	1310 nm	1550 nm
Atténuation max en dB/Km	0,38	0,25
Dispersion chromatique ps/nm.Km	<3.5	<18

Elles correspondent aux références B1.1 de la norme IEC 60793-2 CATEGORY. La fibre monomode doit être conforme à la norme ITU-T G.652.

2.3.3.5.6 Les connecteurs, coupleurs optiques et pigtails

Les connecteurs proposés pour les connexions multimodes doivent être de type SC. Les raccords de fibres monomodes doivent s'effectuer avec des pigtails SC qui seront épissurés par fusion de la fibre. Les connecteurs doivent être équipés de manchons de couleur et répondre aux exigences techniques suivantes :

- Le connecteur SC multimode proposé doit être conforme à la norme IEC 60874-14.
- Il doit se composer d'un corps en polymère, d'une fêrle en céramique, d'un ressort de rappel assurant le contact physique des faces optiques, d'un cylindre de sertissage, d'un embout de raccordement ainsi que d'une sur-gaine de sertissage et d'un manchon en pvc.
- Les manchons en pvc doivent permettre le sertissage des fibres à 900 microns.
- La perte d'insertion du connecteur SC multimode ne devra pas dépasser 0,2dB.
- Les connecteurs SC multimodes doivent garantir une endurance mécanique de 1000 manoeuvres.
- Les performances optiques des pigtails monomodes doivent être conformes à la norme IEC 60874-1, partie 7.
- La perte d'insertion moyenne doit être de 0,15 dB et la perte de réflexion de -45dB.
- La fibre est sur-gainée par un tube de 900 microns. Le pigtail est fourni en longueur de 1 mètre.
- Les coupleurs SC doivent être de type Duplex afin d'optimiser l'encombrement dans les tiroirs.
- Les coupleurs SC Duplex sont conformes à la norme IEC 60874-14.
- La perte d'insertion maximum pour le coupleur multimode est de 0,3dB et 0,1dB pour le coupleur monomode.

2.3.3.5.7 Les tiroirs optiques

Les tiroirs optiques doivent être conçus pour être installés dans des baies au format 19 pouces sur une hauteur de 1U :

- Ils doivent être de faible encombrement et permettre 24 connexions optiques pour une unité.
- Les tiroirs doivent être équipés d'un plateau coulissant en face avant, réglable en profondeur.
- Ils doivent être de type modulaire et pouvoir être équipés de coupleurs SC Duplex

- Ils doivent permettre l'installation de kits de lavage composés d'un minimum de deux croix de lavage et d'un boîtier de protection pour 24 épissures.
- L'arrière des tiroirs doit présenter plusieurs orifices permettant le passage des câbles.
- Ils doivent également posséder des points d'accroche fixes afin de fixer les câbles de façon mécanique au tiroir.

2.3.3.5.8 Les jarretières optiques

La connexion aux équipements opto-électroniques ou l'interconnexion avec d'autres liaisons optiques est réalisée par des jarretières optiques. Les jarretières optiques doivent répondre aux spécifications suivantes :

- Les performances optiques des jarretières doivent respecter la norme IEC 608774-1, partie 7.
- Les jarretières spécifiées sont de type duplex SC.
- La gaine du câble répond à la norme IEC 60332-1 de faible propagation de la flamme et sans émission d'halogène.
- La fibre utilisée est de type multimode 50/125 à gradient d'indice ou bien de type monomode 9/125. Dans les deux cas les caractéristiques d'atténuation et de bande passante des fibres doivent être identiques à celles utilisées dans les câbles.
- Les connecteurs utilisés sont de type SC à férules céramique.
- Les jarretières duplex doivent être de construction croisée afin de garantir la continuité du « channel » dans la liaison optique. Deux couleurs de connecteurs doivent être utilisées pour assurer le croisement.
- Le rayon de courbure des jarretières optiques doit être supérieur à 25mm.
- Les performances des jarretières monomode doivent être les suivantes :
 - perte d'insertion 0,15 dB ;
 - perte de réflexion -45 dB.
- Les performances des jarretières multimode doivent être les suivantes :
 - perte d'insertion 0,2 dB ;
 - perte de réflexion -20 dB ;
 - Gaine optique 125 microns.

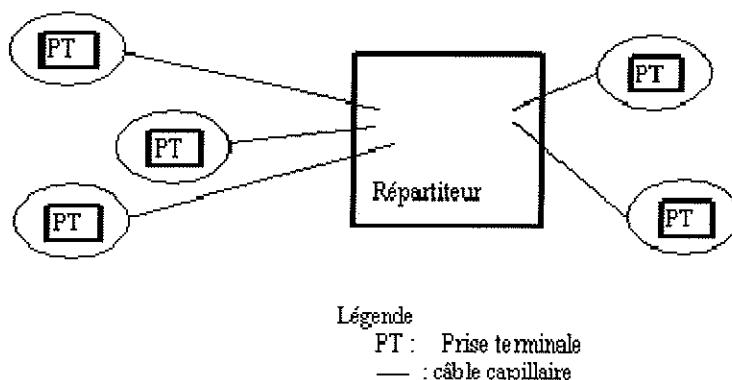
2.3.3.6 Les spécifications du système de câblage cuivre

2.3.3.6.1 Généralités

Le câblage capillaire permet de relier chaque prise terminale VDI à un panneau de brassage lui-même installé dans une baie ou un coffret de répartition.

Il utilise un principe de réalisation en étoile :

Figure 4 : Principe de réalisation en étoile



Le câblage horizontal doit être constitué de panneaux de brassage, de connecteurs RJ45, d'un câble capillaire 4 paires et de cordons de brassage.

2.3.3.6.2 Les câbles cuivre

Les câbles sont des câbles simples 1x4 paires torsadées de Catégorie 6, 100 Ohms munis d'une gaine à faible propagation de la flamme.

Les câbles à paires torsadées de Catégorie 6 sont définis par les normes EN 50288-2/3.

La performance de résistance au feu et à l'émission d'halogène doit être conforme à la norme IEC 60332-1 au minimum. Le respect de la norme IEC 60332-3-c est recommandé.

Les câbles proposés doivent être munis d'un certificat de laboratoire indépendant attestant la conformité aux performances de Catégorie 6 (3P, Delta Testing, etc.).

Le câble de type non écranté « UTP » est constitué de quatre paires torsadées. Le diamètre des conducteurs est de AWG 24.

Le câble blindé de type STP ou SFTP est constitué de quatre paires torsadées, d'un feuillard général avec tire fil pour la version STP et d'un feuillard et d'une tresse pour la version SFTP. Le diamètre des conducteurs est AWG 24.

2.3.3.6.3 Les prises terminales RJ45

La prise doit être de type RJ45 8 points de connexion et contact auto-dénudant, en conformité avec la norme IEC 60603-7-2/3.

Les prises proposées doivent respecter la convention de câblage EIA/TIA 568 B (sauf avis contraire de la **Ville d'Argenteuil**).

Les performances de la prise RJ45 doivent être de Catégorie 6.

Le raccordement doit proposer un dé-pairage minimum, inférieur à 5 mm.

La prise RJ45 blindée doit être munie d'un bloc de connexion auto-dénudant IDC. La prise RJ45 doit avoir un blindage complet ainsi qu'un raccordement d'écran à 360°.

La prise RJ45 non blindée doit être munie d'un bloc de connexion auto-dénudant IDC.

La connexion peut être effectuée sans ou avec outil d'insertion.

Les contacts « pins » (au nombre de 8) sont réalisés en bronze phosphoreux et recouverts de 50 micro-pouces d'or sur 100 micro-pouces de nickel.

La prise doit s'adapter sur un matériel de connexion standard (Mosaic, goulotte, plinthe, perche). La dimension de la prise permet d'installer 2 RJ45 par plastron de dimension 45mmx45mm.

2.3.3.6.4 Les panneaux de brassage

Les panneaux de brassage présentent des caractéristiques électriques conformes à la Catégorie 6.

La taille des panneaux est de 19 pouces pour intégration en baie et peut être de différente hauteur en fonction du nombre de ports.

La technologie de raccordement sur le panneau peut être soit de type circuit imprimé soit sur noyau de prises RJ45, mais sur une base de contacts auto-dénudants.

Les connecteurs frontaux sont de type RJ45 et sont conformes à la norme IEC 60603-7-2/3.

Les connexions proposées doivent respecter la convention de câblage EIA/TIA 568 B (sauf avis contraire de la **Ville d'Argenteuil**)

Les panneaux peuvent être blindés ou non blindés en fonction du système de câblage préconisé.

Les panneaux de brassage de Catégorie 6 blindés ou non blindés sont pourvus de 16 ou 24 ports sur 1 U de hauteur, le nombre de panneaux varie en fonction du nombre de câbles à installer dans la zone à précâbler.

Les panneaux de brassage blindés ou non blindés sont équipés d'un gestionnaire de câbles situé à l'arrière du panneau permettant l'organisation individuelle des câbles et leur assurant un maintien mécanique.

Le titulaire devra prévoir également de disposer des guides cordons tous les deux panneaux de brassage afin d'orienter le flux des cordons de brassage.

2.3.3.6.5 Les cordons de brassage

Les cordons de brassages doivent être conformes à la Catégorie 6.

Ils sont constitués de câble souple et de conducteurs multibrins, de type blindé ou non blindé d'impédance 100 Ohms, de 4 paires torsadées et systématiquement raccordées.

Le diamètre des conducteurs doit être AWG 24 pour les cordons non blindés (UTP) et AWG 26 pour les cordons blindés (STP). Dans les deux cas la gaine extérieure est conforme à la norme IEC 60332-1 relatif à la faible propagation de la flamme (LSZH).

Le connecteur RJ45 blindé présente un raccordement d'écran à 360°.

Le connecteur doit être de type RJ45 conforme à la norme IEC 60603-7-2/3.

Les cordons de brassage de Catégorie 6 sont de couleur grise et pourvus d'un manchon gris aux deux extrémités. Ils sont livrés dans une longueur de 1, 2, 3 ou mètres dans des sachets individuels.

Les cordons de brassage sont bagués et numérotés aux deux extrémités (la Ville d'Argenteuil fournira la séquence de numéro pour chaque commande).

2.4 Système de câblage de la Ville de d'Argenteuil

2.4.1 Architecture cible

Les systèmes de câblage mis ou à mettre en place dans les différents bâtiments de la **Ville d'Argenteuil** sont basés sur le système normalisé décrit dans les chapitres précédents.

D'une façon générale, on peut considérer qu'un bâtiment de la **Ville d'Argenteuil** présente ou présentera, du point de vue de l'organisation de son système de câblage, les caractéristiques suivantes :

- Un Répartiteur Général (RG) qui abrite(ra) l'autocom (PABX) et les arrivées « Réseau Public ».
- Des locaux techniques ou Sous-Répartiteurs (SR) desservis par le RG et répartis en fonction des zones à desservir ;
- Des Points d'Accès (PA) équipés de 3 prises RJ45 banalisées (zones de bureaux) ou un nombre de prises différent en fonction des zones fonctionnelles à desservir. Dans tous les cas, les caractéristiques des points d'accès seront précisées dans chaque cahier des charges spécifique à un ouvrage donné ;
- Les points d'accès sont/seront intégrés sur des perches à deux faces ou sur goulottes compartimentés.

Le Répartiteur Général permet :

- ✓ l'accueil des ressources « Réseau Public » ;
- ✓ le déport des ressources PABX vers les locaux techniques ou sous-répartiteurs ;
- ✓ le câblage primaire vers les locaux techniques d'étage ou sous-répartiteurs ;
- ✓ l'accueil des éléments actifs des réseaux informatiques (switches, routeurs, etc.).

Le RG est composé de fermes téléphoniques pour le déport des ressources PABX vers les locaux techniques et de baies 19 pouces pour accueillir les éléments actifs et effectuer les déports des ressources informatiques (via câble fibre optique ou câble cuivre). Il devra aussi être pris en compte le câblage capillaire couvrant la zone du RG.

Le Local Technique (LT) ou Sous-Répartiteur (SR) permet :

- ✓ la distribution des câbles capillaires vers les prises terminales desservies par le LT ou le SR ;
- ✓ les liaisons inter locaux techniques ;
- ✓ l'intégration des éléments actifs des réseaux informatiques (switchs, routeurs, etc.) ;
- ✓ l'accueil des câbles de rocares cuivre et optique.

Le Local Technique ou SR est composé de baies ou de coffrets 19 pouces et de dimensions différentes en fonction des sites.

Les fermes téléphoniques sont équipées de modules CAD (Contacts Auto-Dénudants) 8 paires permettant le jarretiérage et la mise en Y des liaisons téléphoniques.

Les baies sont équipées de panneaux de brassage (de 16 ou 24 positions RJ45 Catégorie 6) permettant le brassage à l'aide de cordons RJ45/RJ45, UTP ou FTP en fonction du système choisi et de longueur 1,5 mètres, Catégorie 6.

Dans les cas de brassage téléphonique au niveau du RG il s'effectuera avec des jarretières « filaires » au niveau des fermes du RG et avec des cordons de brassage RJ45/RJ45, UTP Catégorie 6, au niveau des panneaux de brassage téléphonique et de distribution.

2.4.2 Câblage cuivre

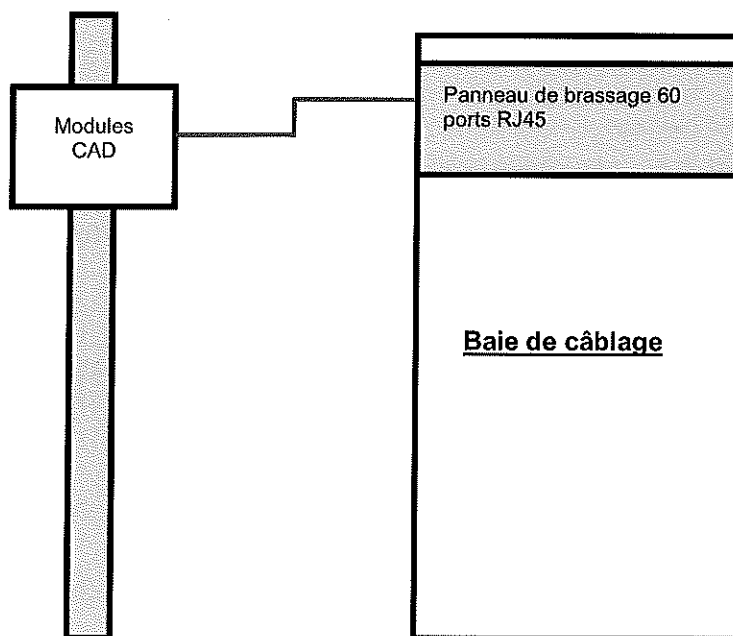
2.4.2.1 Transport téléphonique

Quelque soit le ou les locaux techniques considérés, le transport téléphonique cuivre (câbles entre les ressources téléphoniques et les baies de câblage) s'effectuera au moyen de câbles multipaires 100 Ohms, et au moins équivalent à la catégorie 6. Ces câbles pourront être raccordés de deux façons différentes :

1°/ Sur fermes avec modules CAD

- ✓ côté ressources téléphoniques, sur des modules à coupure avec reprise de blindage positionnés sur des fermes autoporteuses ;
- ✓ côté baie de câblage, sur des panneaux de brassage RJ45.

Figure 5 : Principe de report des ressources téléphoniques



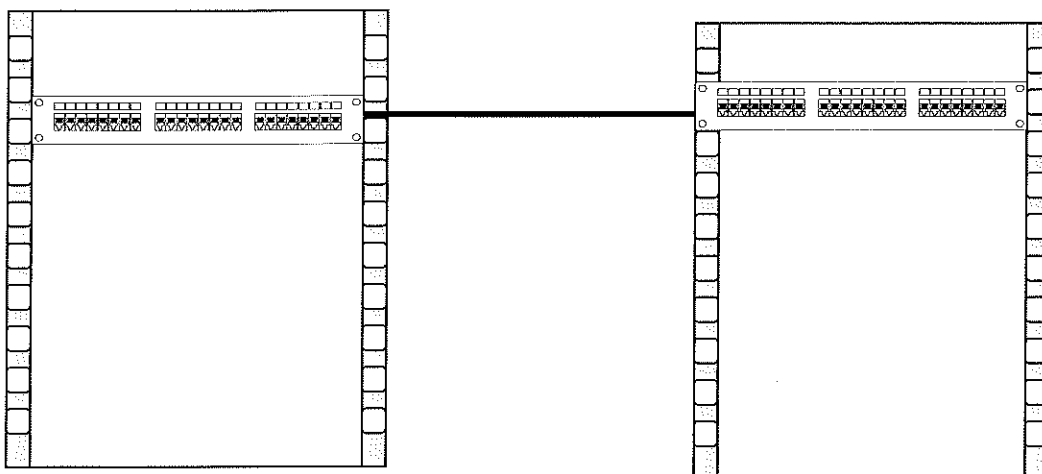
2°/ Sur panneau RJ45

Les ressources téléphoniques évoluant au sein de la Ville d'Argenteuil, les rocade téléphoniques se font de plus en plus directement en baie de brassage sur des panneaux RJ45 afin d'éviter les points de coupures et de simplifier le brassage.

2.4.2.2 Transport informatique (rocade cuivre)

Le transport informatique inter-répartiteurs (rocade cuivre) s'effectuera avec du câble cuivre 100 Ohms, Catégorie 6, et sera raccordé du RG vers le/les locaux techniques ou SR sur des panneaux de brassage RJ45. Le nombre de rocade entre le RG et chaque LT/SR le quantitatif et la capacité en nombre de paires des câbles sera défini en fonction des liaisons à déporter.

Figure 6 : Transport informatique

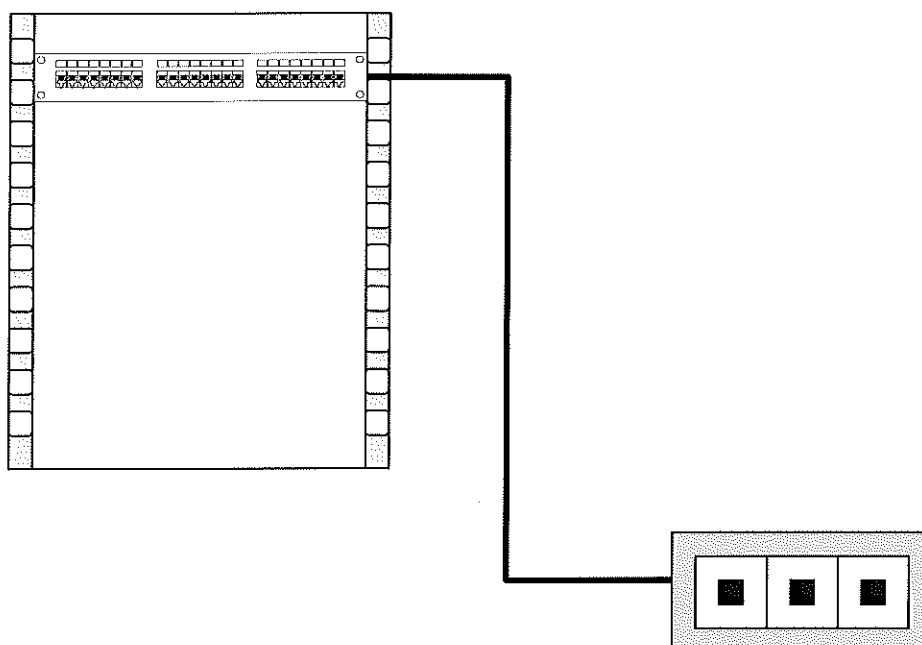


2.4.3 Distribution capillaire

La distribution capillaire est à réaliser avec du câble cuivre 100 Ohms, Catégorie 6 de capacité 1x4 paires blindé ou non blindé en fonction du système retenu (ultérieurement dans le cahier des charges spécifique relatif à un ouvrage donné) et sera raccordé :

- ✓ côté local technique sur des panneaux de brassage RJ45 ;
- ✓ côté Point d'Accès sur des prises RJ45 équipées de plastrons au format 45x45mm avec volet obturateur.

Figure 7 : Distribution capillaire



2.4.4 Câblage fibre optique

Dans la mesure du possible le câblage primaire fibre optique sera de type architecture en étoile, depuis le local technique principal ou depuis la salle informatique concentrant le réseau vers les locaux techniques d'étage ou sous-répartiteurs.

La capacité des fibres optique sera de 12 brins optiques minimum, mais sera étudiée au cas par cas.

Chaque câble fibre optique sera raccordé à chacune de ses extrémités sur des connecteurs SC Duplex et logé dans un tiroir fibre optique, implanté sur la partie haute de la baie ou du coffret.

2.5 Prescriptions et règles d'ingénierie

2.5.1 Protection du système de câblage aux perturbations

La mise en œuvre d'un système de câblage doit tenir compte de certaines contraintes d'environnement. L'objectif est de préserver les transmissions de données des perturbations qui peuvent altérer la qualité des signaux. Ces perturbations sont de types électriques ou électromagnétiques.

Les performances des réseaux utilisant le système de câblage seront directement influencées par ces perturbations. En effet, les signaux utiles qui transitent sur les câbles, s'ils sont perturbés, ne seront pas exploitables par les autres postes de travail.

2.5.1.1 Les points sensibles du système de câblage cuivre

Les points sensibles du système de câblage à protéger des perturbations sont les suivants :

- ✓ les locaux techniques eux même et plus principalement les baies de câblage ou coffrets devant recevoir le câblage ;
- ✓ les cheminements des câbles ;
- ✓ la connectique.

2.5.1.2 Sources de perturbations

Les principales sources de perturbation sont :

- **Externes à l'immeuble par des champs électromagnétiques directs (RFI : Radio Frequency Interference) :**
 - les lignes haute-tension ;
 - les lignes électriques de chemin de fer ;
 - les radars ;
 - les émetteurs radio.
- **Internes à l'immeuble :**
 - les câbles du secteur car ils génèrent des parasites hautes fréquences ;
 - les moteurs électriques ;
 - les cabines et machineries d'ascenseurs ;
 - les postes de transformation électrique (TGBT) ;

- les tubes fluorescents avec leur starter ;
- les appareils électroniques utilisant une alimentation à découpage ;
- les rayonnements électromagnétiques.

➤ **Internes aux câbles :**

- diaphonie ;
- réflexion.

Ces phénomènes provoquent sur les câbles « courant fort » des surtensions transitoires. Ces surtensions peuvent engendrer des champs électromagnétiques par phénomène d'induction, et perturber les câbles « courant faible ». L'induction s'exerce lorsque les deux types de câbles suivent un chemin parallèle. Le phénomène est proportionnel à la longueur du chemin commun des deux types de câbles. Les croisements à angle droit (90°) des deux types de câbles ne sont pas générateurs de perturbations.

Dans le cadre du câblage d'un bâtiment, en cas de doute, il est nécessaire d'effectuer des mesures de champs afin d'évaluer le niveau de perturbation auquel les points sensibles du câblage peuvent être soumis. Les niveaux de champs relevés au niveau des câbles « courant faible » (ou de leur futur emplacement) ne doivent pas excéder les valeurs suivantes :

- Pour les points où les câbles sont sous gaine :
 - 2 V/m de 10 kHz à 30 MHz ;
 - 5 V/m de 30 MHz à 1GHz.
- Pour les points où les câbles sont dénudés (connexions des câbles au répartiteur, etc.) :
 - 1 V/m de 10 kHz à 30 MHz ;
 - 3 V/m de 30 MHz à 1GHz.

2.5.1.3 Protections aux perturbations

2.5.1.3.1 La séparation des fluides

La méthode la plus sûre pour protéger le câblage est d'éloigner les câbles et les répartiteurs des sources de perturbations.

Il est donc indispensable d'éloigner au maximum les éléments du câblage des sources de perturbations (courants forts, machinerie d'ascenseur, etc.), mais aussi des fluides (canalisations d'eau, conduit de ventilation, moteur de climatiseur, clapet coupe feu, etc.).

Un local technique, quel qu'il soit, devra se situer à plusieurs mètres des moteurs de puissance et des salles de transformation de l'énergie : 2 mètres au minimum.

Les autres règles fondamentales sont :

- Séparation des câbles de transmission voix et données des câbles « courant fort » en utilisant des chemins de câbles différents. Exemple :
 - deux chemins distincts, répartis de chaque côté d'un couloir ;
 - si le cheminement parallèle « courant fort »/« courant faible » est inférieur :
 - à 2,5 mètres, la séparation sera supérieure ou égale à 2 cm ;
 - à 10 mètres, la séparation sera supérieure ou égale à 5 cm ;
 - au delà de 10 mètres, la séparation sera supérieure ou égale à 30 cm.

- Croisements « courant fort »/« courant faible » à 90° et séparés d'au moins 1,5 cm.
- Eloignement des tubes fluorescents et starters d'au moins 30 cm.
- Distance des armoires électriques :
 - dans la mesure du possible séparation des locaux « courant faible » et « courant fort » ;
 - si impossibilité séparation d'au moins 1,5 m entre armoires électriques et baies de câblage, matériels actifs.

Dans le cas où les chemins de câbles « courant faible » ne peuvent être éloignés d'au moins 30 cm des cheminements « courant fort » ou de toute autre source de perturbation, les chemins de câbles « courant faible » devront être capotés (capotage de type « dalle marine »).

Lorsque les protections sont insuffisantes du fait de perturbations trop importantes, la seule solution est d'avoir recours au câble fibre optique.

Le tableau suivant donne les distances de séparation minimales à respecter pour différents systèmes de câblage.

Tableau 11 : Séparation des fluides pour différents systèmes de câblage

Puissance de la ligne électrique en KVA	<2	2 à 5	>5
Câbles UTP (non blindés) et ligne 50Hz.type A	12 cm	30 cm	60 cm
Câbles UTP (non blindés) et ligne 50Hz.type B	7 cm	15 cm	30 cm
Câbles FTP ou SFTP (blindés) et ligne 50Hz.type A	7 cm	15 cm	30 cm
Câbles FTP ou SFTP (blindés) et ligne 50Hz.type B	4 cm	8 cm	15 cm

Notes :

- ✓ **Ligne 50Hz type A** : câbles non blindés (UTP) posés sur chemins de câbles « plastiques » ou « cablofil » ou câbles non blindés dans des tubes plastiques.
- ✓ **Ligne 50Hz type B** : câbles blindés (FTP/SFTP) posés sur chemins de câbles type « dalle marine » mis à la terre ou câbles non blindés (UTP) dans des gaines ou tubes métalliques mis à la terre.

2.5.1.3.2 Même impédance caractéristique en tout point

Le système de câblage ne doit avoir, en aucun point, de rupture d'impédance. Tous les éléments du système doivent avoir une impédance caractéristique identique, et les contacts doivent avoir une résistance ohmique la plus faible possible.

2.5.1.3.3 Pas de point de coupure

Des répartiteurs aux prises terminales, des répartiteurs aux répartiteurs, les câbles ne doivent pas avoir de point de coupure.

2.5.1.3.4 Les câbles au plus court

Plus le câble est court, moins il est exposé aux perturbations. Les répartiteurs seront donc placés dans l'endroit le plus central de la distribution des postes de travail.

Dans tous les cas, la longueur des câbles capillaires doit être inférieure à 90 mètres.

2.5.1.3.5 Choix du système

Les câbles capillaires de capacité 4 paires seront de type FTP (Foiled Twisted Pair), SFTP (Shielded Foiled Twisted Pair) ou UTP (Unshielded Twisted Pair).

2.5.1.3.6 Raccordement à la terre

La qualité d'un système de câblage employant des câbles STP ou SFTP est directement liée à celle du réseau de terre. Le paragraphe 2.5.2 détaille de manière précise la manière de concevoir ce réseau de terre.

Dans tous les cas, pour la protection des biens et des personnes, le raccordement à la terre sera conforme aux prescriptions de la norme NFC 15 100.

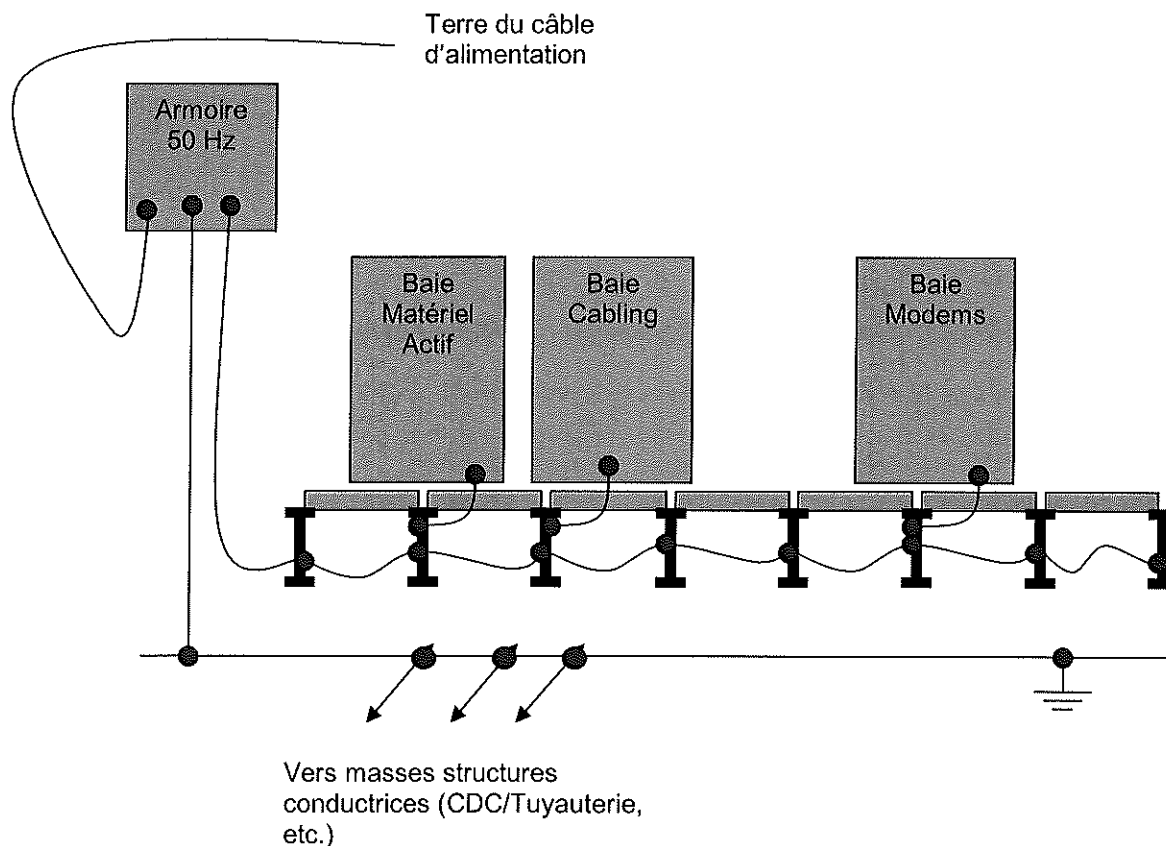
2.5.2 Le réseau de terre

2.5.2.1 Généralités

La terre constitue le potentiel électrique de référence pour de nombreux équipements, mais également le circuit de retour des « fuites » de courant.

Pour la sécurité des personnes, il est impératif que toutes les terres raccordables soient connectées.

Figure 8 : Schéma d'un réseau de terre



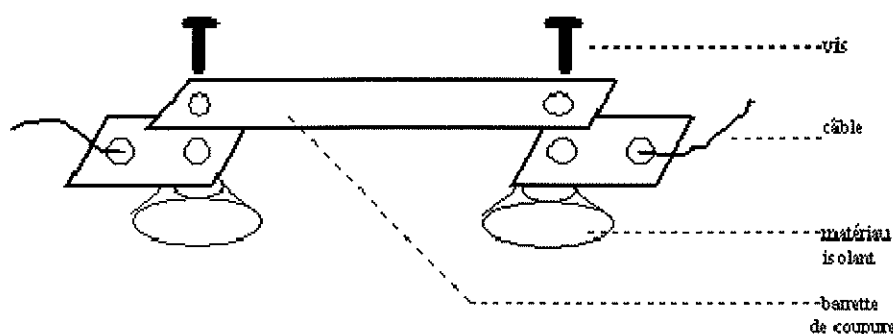
Le puits de terre doit pouvoir être déconnecté des terres du bâtiment, ceci par la barrette de coupure générale. La résistance de cette terre sera inférieure ou égale à 3 Ohms.

La barrette de coupure générale doit être obligatoirement installée à proximité du matériel principal (répartiteur, autocommutateur multiservices, ordinateur, etc.) dans un regard de distribution, avec un accès aisé si elle est située dans une zone protégée.

Il est recommandé que la résistance de terre (câble compris) mesurée au niveau de la barrette de coupure générale, en pied de colonne du bâtiment soit inférieure ou égale à 5 ohms et, si possible, inférieure à 3 ohms.

Remarque : les barrettes de coupures sont des matériaux métalliques qui assurent une continuité ohmique entre 2 câbles. Elles sont vissées sur des parties isolantes.

Figure 9 : Barrette de coupure



2.5.2.2 La terre électrique

La terre électrique doit répondre à la norme NFC 15-100, chapitres 6 et 54.

Elle assure la mise en équipotentialité de toutes les masses métalliques installées, ainsi que la protection du personnel tel que préconisé par la norme.

Tous les circuits, coffrets, canalisations, faux-planchers, baies, chemins de câbles doivent être obligatoirement reliés à la terre électrique par l'intermédiaire d'un conducteur du circuit électrique de couleur jaune vert ou par un câble direct nu ou gainé, relié lui-même au circuit de terre électrique du bâtiment.

Ce câble est de diamètre minimal 16 mm^2 (ou supérieur au diamètre du câble d'alimentation).

2.5.2.3 La terre fonctionnelle

C'est une terre séparée de la terre électrique, au sens où elle n'est en contact avec cette dernière que par la plaque collectrice via une bobine d'arrêt ($L=20 \mu\text{H}$, $I=100 \text{ A}$). Elle est distribuée en arborescence : le maillage est interdit.

La distribution de la terre fonctionnelle (ou communément appelée terre informatique) dans le bâtiment se fera par du câble électrique isolé, de section comprise entre 6 et 50 mm^2 (cf. tableau suivant).

Le câble doit être dûment repéré de manière indélébile et « indécollable » (exemple : bague).

Le câble de terre fonctionnelle sera passé dans les chemins de câbles réservés aux courants faibles, mais en aucun cas dans les chemins de câbles réservés aux courants forts. Il n'aura aucune liaison avec les terres électriques ou toute autre masse conductrice. Il se terminera sur une barrette de coupure dans le local technique.

Les sections par rapport au métrage seront les suivantes :

Tableau 12 : Sections câble de terre

Distance en m/l	Taille AWG	Section en mm ²
Jusqu'à 30m	6	16
De 30 à 50m	4	25
De 50 à 75m	2	35
De 75 à 100m	1	50
Au delà de 100m	0	70

Dans un même bâtiment plusieurs « terres fonctionnelles » peuvent être distribuées en arborescence. Le maillage est rigoureusement interdit.

Le puits de terre peut être éventuellement commun et repris sur le circuit de fond de fouille et uniquement en fond de fouille.

La distance maximale entre la sortie de terre et la barrette de coupure générale sera d'un mètre au maximum.

Il faut particulièrement surveiller la qualité de cette terre dans les zones à forts courants qui circulent dans le sol (exemple : voies ferrées électrifiées).

2.5.2.4 Connexion à la terre des répartiteurs

Les répartiteurs reçoivent la terre fonctionnelle et la terre électrique.

La terre fonctionnelle arrive dans les répartiteurs sur une barrette de coupure, et est ensuite utilisée à partir de cette barrette de coupure pour le raccordement :

- ✓ des drains d'écrans ;
- ✓ des blindages de câbles.

La terre électrique est utilisée pour les appareils actifs et pour la mise à la masse des matériaux métalliques (baies, fermes, etc.).

2.5.3 Cheminements et canalisations pour la distribution des câbles

On comprendra par cheminement l'ensemble des éléments d'infrastructure permettant de recevoir les câbles « courant faible ».

2.5.3.1 Cheminements

2.5.3.1.1 Supports

Les éléments d'infrastructure permettant de supporter les câbles seront :

- ✓ à réutiliser lorsqu'ils sont existants et adaptés ;
- ✓ à créer lorsqu'ils sont inexistant, inappropriés ou sous-dimensionnés et ce dans l'ensemble des environnements où il sera nécessaire d'en installer ; ils seront dimensionnés en fonction du nombre de câbles à recevoir.

Les câbles appartenant au système de câblage informatique et téléphonique doivent utiliser des chemins de câbles qui leur sont exclusivement réservés.

Ils devront dans tous les cas de figure offrir, après installation des câbles, une réserve au moins égale à 30% de leur capacité.

Les chemins de câbles pourront être de type « dalle marine » ou « cablofill ».

Les supports devront être assurés par des fixations de type console pour les CDC fixés en applique et par suspension pour ceux situés au plafond.

Tous les cheminements métalliques seront raccordés à la terre électrique.

La conception des cheminements des chemins de câbles doit tenir compte des rayons de courbures minimaux des câbles (cuivre ou optique) qui seront supportés ainsi que de l'environnement où ils seront installés.

Pour les lieux où l'installation des chemins de câbles n'est ni possible ni souhaitable, les câbles devront cependant être supportés par des conduits ou des aménagements adaptés.

2.5.3.1.2 Percements

L'ensemble des percements afférents au passage des câbles, ainsi que les ouvertures et les rebouchages coupe-feu, sont à la charge des prestataires sauf mention contraire des Services Techniques de la **Ville d'Argenteuil**.

Les percements entre sas, passages verticaux et passages horizontaux seront gainés puis rebouchés au plâtre ou produits coupe feu similaire, offrant la même protection.

2.5.3.2 Modes de distribution des câbles

Les modes de passage de câbles, principalement pour le câblage capillaire, sont multiples, ils peuvent être assurés par :

- ✓ les faux-plafonds ;
- ✓ les planchers techniques ;
- ✓ les cloisons ;
- ✓ les plinthes, goulottes, tubes, perche, etc.

2.5.3.2.1 Les faux-plafonds

L'expérience montre que la technique du faux-plafond offre la solution idéale pour le passage des gaines d'aération, ainsi que pour les réseaux de câbles « courant fort »/« courant faible », ne subissant pas de modifications ou de reconfigurations fréquentes.

2.5.3.2.2 Les cloisons

Le passage des câbles « courant faible » dans les cloisons n'est autorisé que pour la descente vers le point d'accès.

Le passage des câbles dans les cloisons n'est accepté que si ces cloisons sont fixes ou semi-fixes. Le chemin de câbles doit, dans ces cas, être accessible facilement.

2.5.3.2.3 Les plinthes, goulottes, tubes, etc.

Un large choix de plinthes, goulottes, tubes, etc., est disponible sur le marché pour répondre aux besoins variés de passage de câbles et de support des connecteurs du poste de travail.

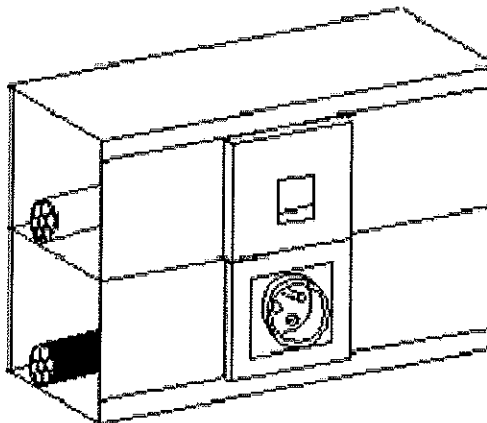
La seule obligation, est de séparer les courants forts des courants faibles, et donc d'utiliser des supports de canalisation compartimentés.

Rappel : si le cheminement parallèle « courant fort »/« courant faible » est :

- ✓ inférieur à 2,5 mètres, la séparation sera de 2 cm au minimum ;
- ✓ inférieur à 10 mètres, la séparation sera de 5 cm au minimum ;
- ✓ supérieur à 10 mètres, la séparation sera de 30 cm au minimum.

A la stricte condition que ces règles soient respectées, il peut être envisagé de faire cohabiter courants forts et courants faibles dans une goulotte compartimentée. Dans le cas contraire, la pose d'une autre goulotte devra être envisagée.

Figure 10 : Exemple de goulotte



La goulotte devra être dimensionnée de façon à ne pas être saturée (environ 30% d'espace libre).

Les goulottes métalliques permettent une protection électromagnétique des réseaux par blindage (faradisation), mais leur mise à la terre électrique obligatoire, entraîne une attention particulière pour la pose des prises terminales.

2.5.4 Règles de pose

2.5.4.1 Généralités

La pose d'un câble peut être rendue délicate dans certains cas :

- ✓ traversée d'un mur ou d'une cloison ;
- ✓ changement de niveau ou de direction ;
- ✓ changement de support.

Les câbles devront être protégés par la mise en place d'une protection mécanique, dès lors où ceux-ci sont en contact avec des matériaux pouvant occasionner une blessure des câbles (traversées de cloison, planchers, sorties de chemins de câbles, etc.).

Ces protections peuvent être réalisées sous la forme de tubes souples, ou de plaques protectrices.

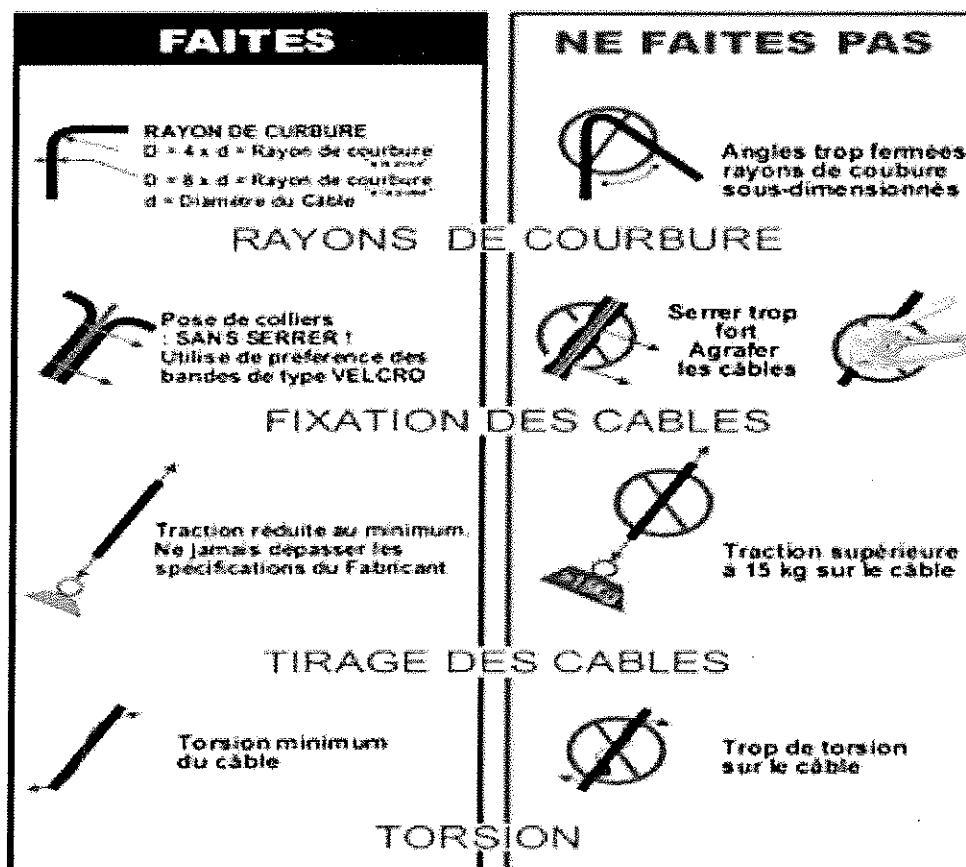
Dans le cas de cheminements en faux-planchers, une protection mécanique des câbles devra être prévue, afin d'éviter tous risques d'écrasement ou de sectionnement (ex : chemin de câbles capoté ou gaine de type Capriplast ou similaire).

Pour préserver une extension future du système de câblage, s'il y a création de chemins de câbles, ces derniers ne doivent être remplis qu'aux deux tiers de leur capacité.

Les câbles doivent être disposés côte à côte et non de manière anarchique (éviter les croisements) dans les chemins de câbles. Ils doivent être regroupés en torons et fixés à leurs supports par des colliers de fixation de type Rilsan, velcro ou similaire, au minimum tous les 3 mètres. Dans le cas de cheminements verticaux, cette valeur doit être ramenée à 1 mètre.

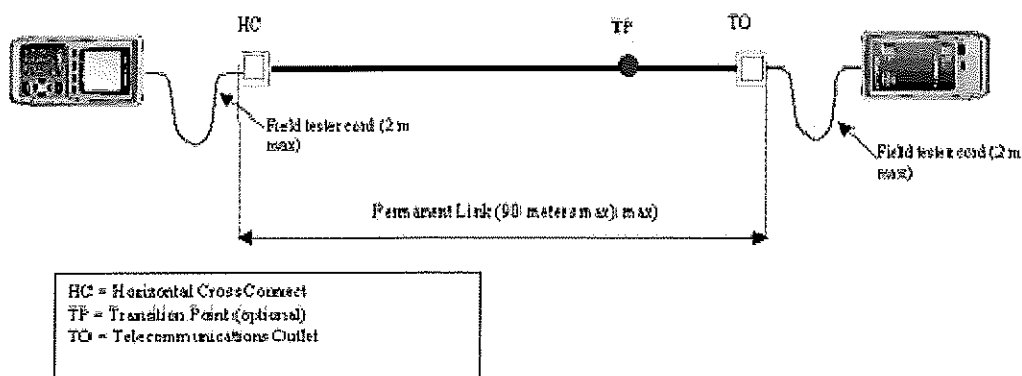
Le serrage des colliers de fixation ne doit pas être fait à la pince. Le câble ne doit pas être écrasé par une fixation, il doit pouvoir légèrement coulisser (cf. figure ci-dessous).

Figure 11 : Attention particulière à la pose des câbles



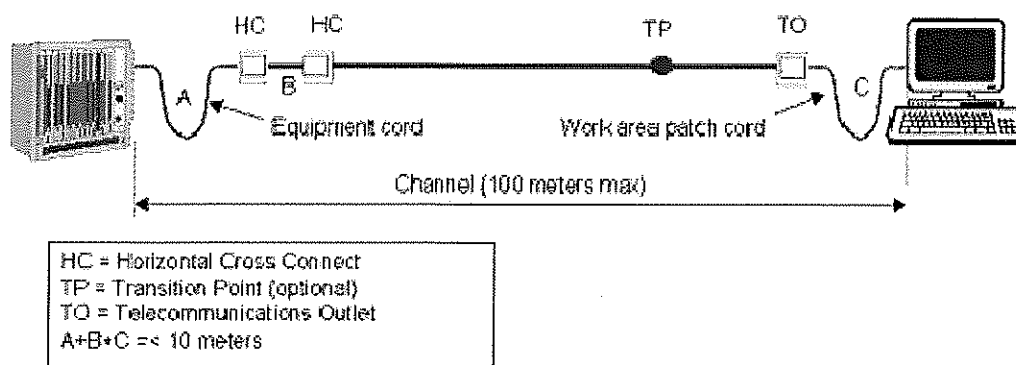
2.5.4.2 Principe d'un lien de base (permanent link suivant iso 11801)

Figure 12 : Lien Permanent



2.5.4.3 Principe d'un lien channel (channel suivant iso 11801)

Figure 13 : Lien Channel



2.5.4.4 Les câbles cuivre

Il existe des contraintes et des règles de pose pour les câbles cuivre.

2.5.4.4.1 Règles propres aux câbles cuivre

Les rayons de courbures propres aux câbles cuivre sont à appliquer en fonction de leur diamètre extérieur (environ 8 fois le diamètre extérieur de la gaine).

Dans tous les cas se référer aux fiches techniques produits et recommandations du fabricant.

2.5.4.4.2 Contraintes d'environnement

En matière de réglementation sur les émissions à gaz toxique, il conviendra d'utiliser des câbles avec gaine dépourvu d'halogène (LSZH).

2.5.4.4.3 Règles de raccordement

Lors du raccordement le câble cuivre devra être arrimé mécaniquement sur la prise côté point d'accès et sur le panneau côté baie.

Afin de respecter la norme ISO 11801, le détorsadage des paires ne doit jamais dépasser la longueur de 7 mm pour un câblage de Catégorie 6.

2.5.4.5 Les câbles fibres optiques

Il est important de préciser qu'il faudra apporter un soin particulier à la pose des câbles en fibre optique, et donc respecter rigoureusement les indications du fabricant, notamment en ce qui concerne les rayons de courbure minimum admissibles par les câbles.

Les contraintes de pose des câbles optiques sont de deux ordres :

- ✓ contraintes propres aux fibres ;
- ✓ contraintes d'environnement.

2.5.4.5.1 Règles propres aux fibres optiques

La fibre optique utilisée devra être adaptée à un passage intérieur et/ou extérieur.

La fibre optique peut être de structure serrée ou libre suivant son utilisation et/ou l'environnement, avec des protections anti-rongeurs pour les passages en extérieur ou en sous-sol.

Elle devra également être dotée de barrières étanches pour les passages en extérieur ou en égout.

Pour les câbles à fibres optiques en gaine PE ou PEHD, il conviendra de ne pas pénétrer de plus de 15 mètres dans le bâtiment et d'utiliser ensuite des câbles à fibres optiques en gaine sans halogène (LSZH).

Le fabricant devra garantir son câble en fonction des spécifications du présent document.

Les soumissionnaires fourniront dans leur réponse les fiches techniques des produits proposés (en français).

La fibre optique sera de type 50/125 à gradient d'indice, de bande passante supérieure ou égale à 500 MHz à 1300 nm et devra supporter la technologie Ethernet (de 10 à 1000 Mbits/s) ainsi que les technologies FDDI, ATM, etc.

2.5.4.5.2 Contraintes d'environnement

Les câbles sont sensibles aux agents chimiques et physiques. Cette sensibilité dépend des différentes protections de la fibre. Ainsi on trouve couramment les caractéristiques suivantes :

- ✓ température d'utilisation : -30° à +50°C ;
- ✓ température d'installation : -2° à +35°C ;
- ✓ résistance à l'humidité : gaine extérieure en PHD ;
- ✓ résistance chimique : PHD extérieur qui résiste correctement aux acides, bases, huiles, hydrocarbures, mais qui reste sensible aux aromatiques, produits chlorés, éther, acétone ;
- ✓ résistance aux rongeurs : cordelette de fibre de verre ou équivalent (pour les câbles extérieurs) ;
- ✓ propagation incendie : non propagation de l'incendie selon la norme NPC 32070 C1 et H1 ;
- ✓ zéro halogène.

2.5.4.5.3 Conditions préalables de pose

L'installateur doit procéder à l'expertise du touret et du câble avant toute opération de manipulation du câble (test du câble avant pose impératif). Il faudra, en cas de détérioration du touret ou du câble, en informer le fabricant.

L'installateur devra s'assurer que les gaines et passages prévus pour les cheminements, n'imposeront pas de contraintes excessives sur les câbles optiques.

Le stockage des câbles doit s'effectuer sur des aires couvertes.

Les tourets de câbles ne seront pas déroulés par des températures inférieures à 0°C.

2.5.4.5.4 Conditions générales de pose

Le câble devra être déroulé au moyen d'un déroule touret afin qu'il ne subisse pas de dégradation (étirement, torsion, etc.).

Il est interdit de procéder à une torsion sur le câble. De même, il est interdit de faire subir des tractions aux câbles en dehors des normes fournies par le fabricant.

Pour une pose de câble effectuée non manuellement, les courbes de traction enregistrées seront éventuellement fournies.

Ils devront obligatoirement cheminer sur des supports adaptés.

2.5.5 Les locaux techniques

2.5.5.1 Emplacement des locaux techniques

Ils sont implantés en fonction des zones à couvrir et du nombre de points d'accès à desservir sans pour autant dépasser plus de 100 points d'accès à 3 câbles par local technique et par baie.

Ils disposent de surfaces comprises entre 6 et 10 m², mais peuvent être réduits en fonction des disponibilités de surface et d'environnement.

2.5.5.2 Particularités électriques dans les locaux techniques

L'alimentation électrique des baies est prévue sur des départs et protections indépendants. Cette alimentation sera équipée d'un disjoncteur courbe D - 30 mA.

2.5.6 La connectique

2.5.6.1 Connectique de brassage cuivre

2.5.6.1.1 Les supports de connectique au local technique

Les supports de connectique sont de deux types : les fermes et les baies (voire des coffrets muraux 19").

2.5.6.1.2 Les panneaux de brassage RJ45

Les panneaux de brassage sont équipés de prises RJ45 femelles Catégorie 6 indépendantes les unes des autres. Ces connecteurs doivent présenter 8 points de contacts et une reprise de masse des câbles par RJ45 si la solution à déployer est blindée.

Chaque panneau peut avoir de 16 à 24 prises RJ45 blindées ou non en fonction du système de câblage retenu (ultérieurement dans le cahier des charges spécifique relatif à un ouvrage donné) :

Figure 14 : Exemple de panneau de brassage RJ45 blindé

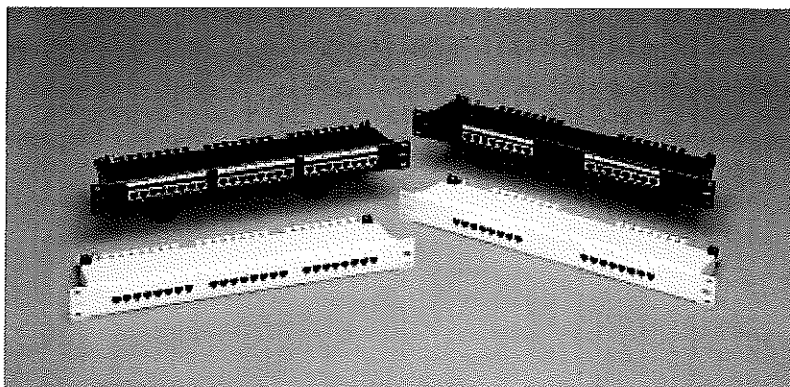


Figure 15 : Exemple de panneau de brassage RJ45 non blindé

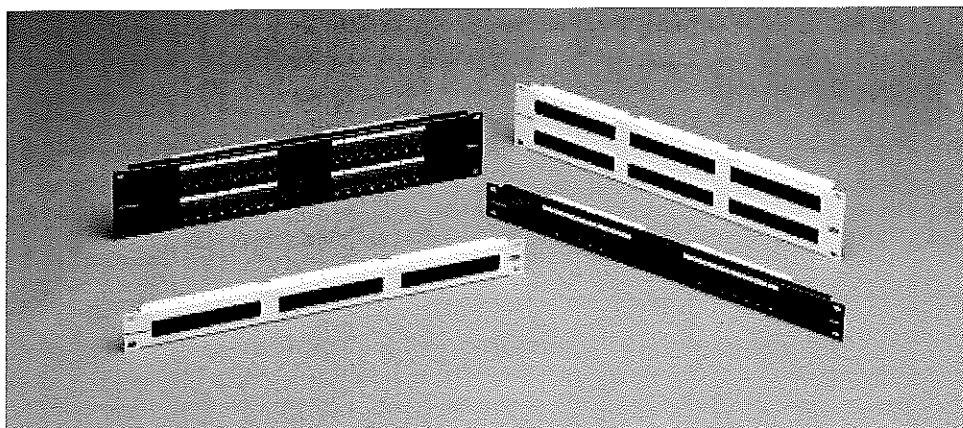
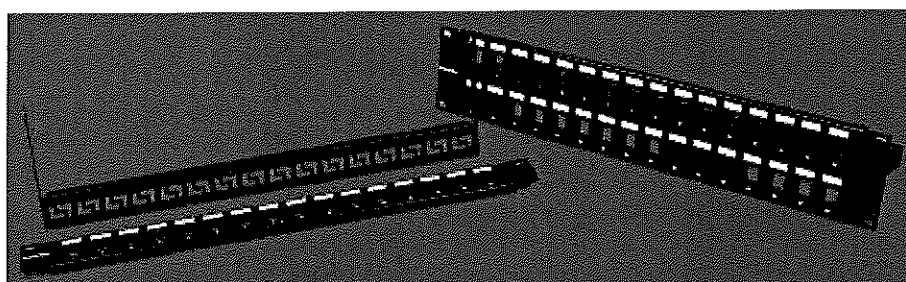


Figure 16 : Exemple de panneau de brassage modulaire embase RJ45



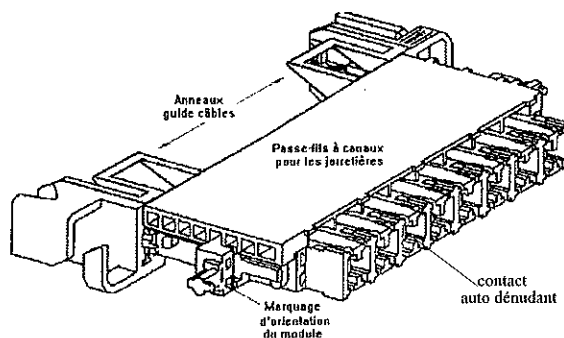
Il devra être installé un guide cordon tous les deux panneaux de raccordement afin de guider le flux des cordons de brassage.

2.5.6.1.3 Les modules téléphoniques

Les modules CAD

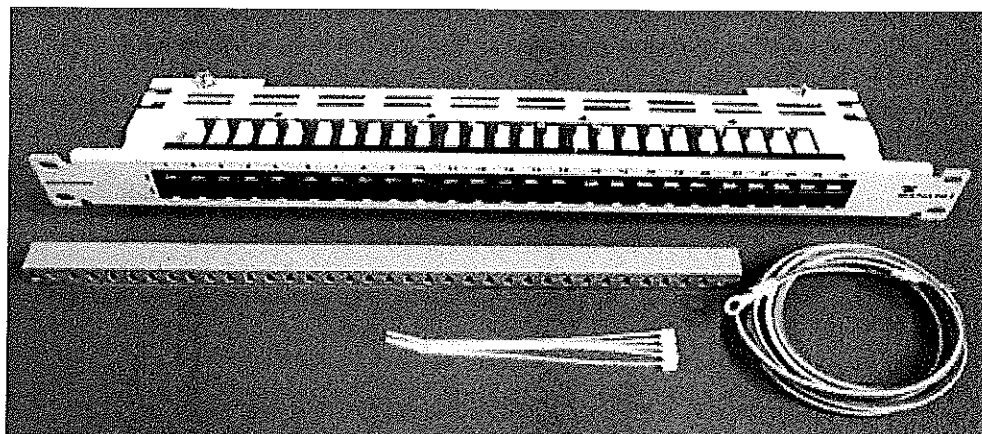
Les modules CAD à puits de coupure (de type catégorie 5) s'enfichent sur les fermes. Ils permettent la connexion de 8 paires.

Figure 17 : Exemple de module CAD 8 paires



Les panneaux téléphoniques

Figure 18 : Exemple de panneau téléphonique



Les panneaux téléphoniques ont pour principal intérêt le déport des ressources PABX vers les utilisateurs. Ils sont localisés dans les locaux techniques ou sous-répartiteurs et installés dans les baies de câblage.

Ils ont une capacité de 24, 48 ou 60 ports sur 1U et d'un nombre de panneau en fonction du nombre d'utilisateurs impactés sur la zone du local technique concerné.

Ils sont à raccorder sur des câbles d'une capacité supérieure à 4 paires et utilisent les points de raccordement RJ45 4/5 et 7/8.

Les câbles de rocade devront être arrimés mécaniquement sur la partie arrière du panneau, ce dernier étant mis à la terre.

Le brassage

Les câbles arrivent directement sur des prises (implantées sur un panneau de brassage RJ45) dans des baies. Ces prises doivent être connectées par leurs 8 contacts (4 paires).

Dans le cas du câblage primaire en provenance des ressources téléphoniques, les prises des panneaux RJ45 seront câblées en 2 paires, sur les positions 4-5 / 3-6.

2.5.6.1.4 Les prises terminales

La connectique préconisée est un connecteur RJ45 normalisé ISO, Catégorie 6, équipé de 8 ou 9 contacts auto-dénudants. Dans le cas d'un câblage blindé, la reprise de masse devra se faire sur le corps de la prise (prise au format Mosaïc 45x45 ou adapté en fonction du site à réaliser).

Une prise terminale RJ45 ne peut recevoir qu'un seul câble 4 paires.

Figure 19 : Exemple de prise RJ45 non blindée

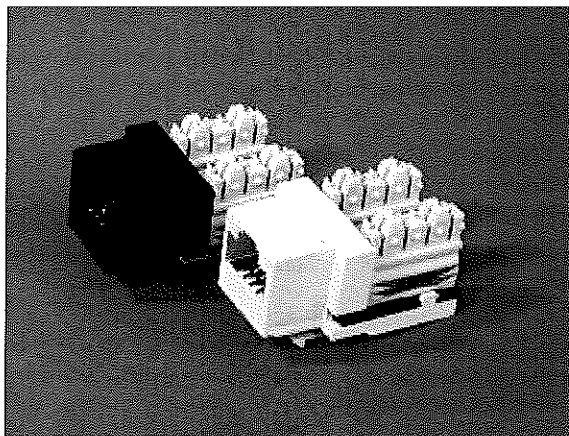
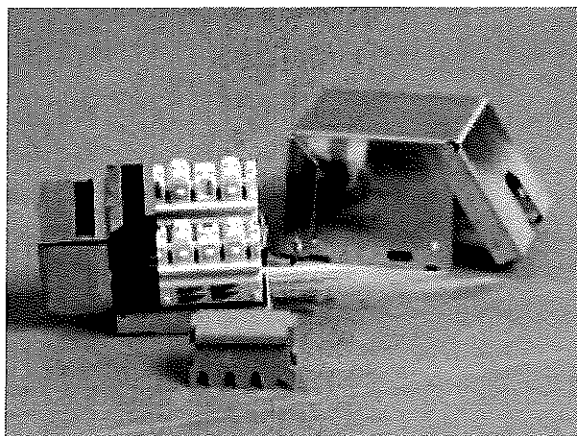


Figure 20 : Exemple de prise RJ45 blindée



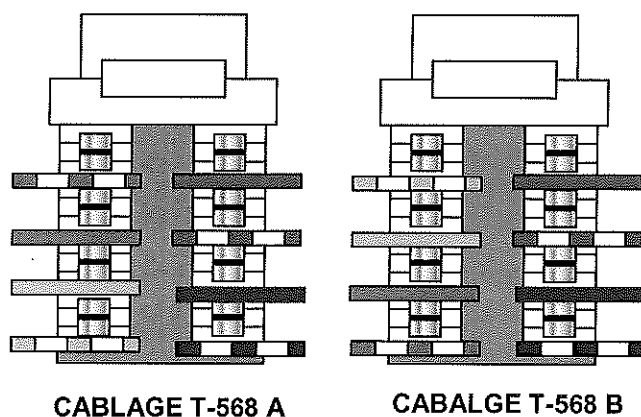
2.5.6.1.5 Les plastrons supports de prises

En sus de la prise RJ45 il devra être prévu au titre de la fourniture et pose un plastron pour support de la prise au format 45x45 avec volet obturateur simple ou double.

Les couleurs des plastrons seront variables et précisées dans chaque cahier des charges spécifique à un ouvrage donné (exemple : bleu pour les prises téléphoniques, blanc pour les prises informatiques).

2.5.6.1.6 Convention de câblage

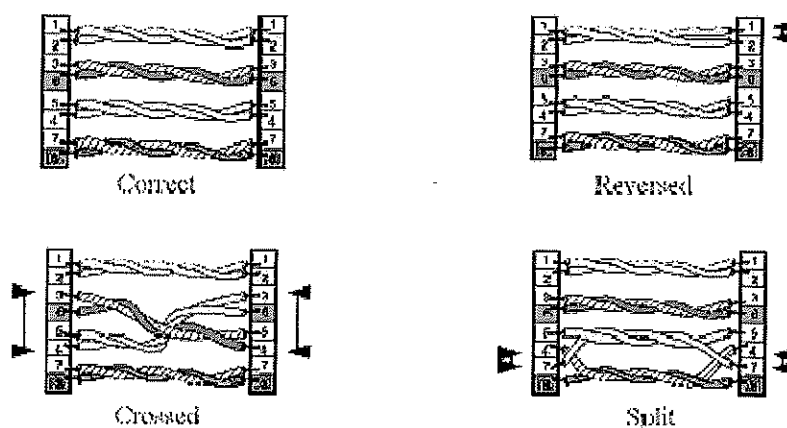
Le raccordement d'une prise RJ45 ou d'un panneau de brassage blindé ou non blindé se réfère à deux normes de câblage T-568 A ou T-568 B. En règle générale, en France, c'est la version T-568 B qui prime mais dans certains cas il pourra être demandé un raccordement dans la version T-568 A. Cette demande sera inscrite au titre du cahier des charges spécifique à l'ouvrage considéré.

Figure 21 : Convention de câblage T-568 A et T-568 B**Tableau 13 : Convention de câblage**

Points sur prise RJ45	T-568 A	T-568 B
1	Blanc/Bleu	Blanc/Bleu
2	Bleu	Bleu
3	Blanc/Vert	Blanc/Vert
4	Vert	Vert
5	Marron/Blanc	Blanc/Vert
6	Blanc/Marron	Vert
7	Marron	Marron/Blanc
8	Marron/Blanc	Marron

2.5.6.1.7 Précautions a prendre lors des raccordements

Il conviendra d'apporter un soin tout particulier lors du raccordement des prises RJ45 selon la figure suivante :

Figure 22 : Précautions lors du raccordement

2.5.6.2 Connectique de brassage fibre optique

Le brassage optique sera réalisé à partir de baies qui recevront les tiroirs ou panneaux optiques, et le matériel optoélectronique.

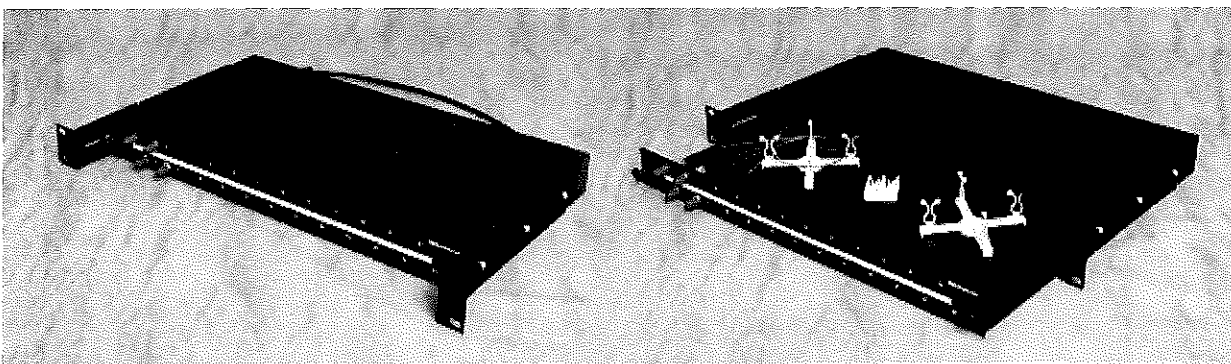
2.5.6.2.1 Les tiroirs optiques

Les tiroirs optiques seront vissés sur la baie 19", en partie supérieure.
Chaque tiroir optique sera :

- Equipé de traversées optiques.
- Coulissant et muni d'un capot de protection :
 - kit de lovage des fibres optique, support à épissure ;
 - raccord arrière pour arrimage des câbles.
- Positionné en retrait pour passage des jarretières optiques.

Les tiroirs pourront recevoir des traversées optiques de type SC Duplex, ou d'autres genre en fonction des recommandations de la **Ville d'Argenteuil**.

Figure 23 : Exemple de tiroir optique



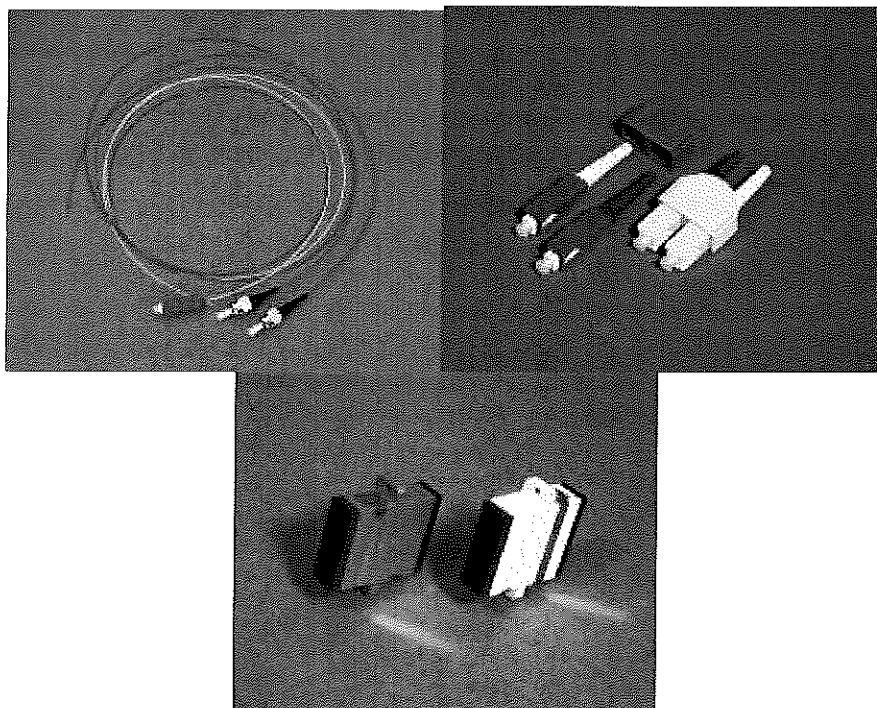
2.5.6.2.2 Les connecteurs, coupleurs optiques et pigtails

Les connecteurs proposés pour les connexions multimodes doivent être de type SC. Ils doivent être équipés de manchons de couleur et répondre aux exigences techniques suivantes :

- Le connecteur SC multimode proposé doit être conforme à la norme IEC 60874-14.
- Il doit se composer d'un corps en polymère, d'une fêrle en céramique, d'un ressort de rappel assurant le contact physique des faces optiques, d'un cylindre de sertissage, d'un embout de raccordement ainsi que d'une sur-gaine de sertissage et d'un manchon en pvc.
- Les manchons en pvc doivent permettre le sertissage des fibres à 900 microns.
- La perte d'insertion du connecteur SC multimode ne devra pas dépasser 0,2dB.
- Les connecteurs SC multimode doivent garantir une endurance mécanique de 1000 manoeuvres.
- Les performances optiques des pigtails monomode doivent être conformes à la norme IEC 60874-1, partie 7.
- La perte d'insertion moyenne doit être de 0,15 dB et la perte de réflexion de -45dB.
- La fibre est sur-gainé par un tube de 900 microns. Le pigtail est fourni en longueur de 1 mètre.
- Les coupleurs SC doivent être de type Duplex afin d'optimiser l'encombrement dans les tiroirs.
- Les coupleurs SC Duplex sont conformes à la norme IEC 60874-14.

- La perte d'insertion maximum pour le coupleur multimode est de 0,3dB.

Figure 24 : Exemple de connecteur, coupleur et pigtails



2.5.6.2.3 Les jarretières optiques

La connexion aux équipements optoélectroniques ou l'interconnexion avec d'autres liaisons optiques est réalisée par des jarretières optiques. Les jarretières optiques doivent répondre aux spécifications suivantes :

- Les performances optiques des jarretières doivent respecter la norme IEC 608774-1, partie 7.
- Les jarretières spécifiées sont de type duplex SC (sauf indication contraire de la Ville d'Argenteuil).
- La gaine du câble répond à la norme IEC 60332-1 de faible propagation de la flamme et sans émission d'halogène.
- La fibre utilisée est de type multimode 50/125 à gradient d'indice (sauf indication contraire de Ville d'Argenteuil).
- Les connecteurs utilisés sont de type SC à férules céramiques.
- Les performances des jarretières multimode doivent être les suivantes :
 - perte d'insertion 0,2 dB ;
 - perte de réflexion -20 dB.

2.5.7 Repérage des équipements

L'ensemble des repérages devra se faire suivant les recommandations et directives de la **Ville d'Argenteuil**.

Les différents éléments impactés dans le repérage sont :

- ✓ repérage des chemins de câbles ;
- ✓ repérage des locaux techniques ;
- ✓ repérage des répartiteurs ;
- ✓ repérage des baies de brassage ;
- ✓ repérage des fermes ;
- ✓ repérage des câbles primaires et capillaires cuivre ;
- ✓ repérage de la prise terminale ;
- ✓ repérage des panneaux de brassage cuivre ;
- ✓ repérage des modules ;
- ✓ repérage des câbles à fibres optiques ;
- ✓ repérage des tiroirs optiques ;
- ✓ repérage des liaisons par jarretières ;
- ✓ repérage des panneaux de brassage téléphonique.

L'ensemble des indications constituant le repérage des éléments du système de câblage (règles de nommage, police de caractères, couleur des étiquettes, etc.) sera précisé dans chaque cahier des charges spécifique à un ouvrage donné.

2.6 Documentation et validation technique

2.6.1 Documentation

2.6.1.1 Principe général

Les plans de projet qui seront remis ou communiqués par la **Ville d'Argenteuil** à titre d'information au titulaire ne pourront pas être mis en cause pour erreur ou omission.

Les documents relatifs à une installation, un appareil ou un composant du système, doivent contenir toutes les informations nécessaires, pour que les gestionnaires ayant des connaissances en câblage, puissent sans difficulté comprendre le fonctionnement, assurer la mise en service, l'exploitation, l'entretien, l'extension et la maintenance.

Toute la documentation doit être rédigée en français. Elle sera fournie au minimum en 5 exemplaires (double support papier et électronique) et remise lors des contrôles techniques de fin de chantier.

La documentation au format électronique sera de préférence à remettre sur CD ROM en utilisant :

- Pour la partie texte :
 - les logiciels, Word 97 ou 2000 sous Windows 9x ou Windows NT/XP.
- Pour la partie graphique :
 - les logiciels AutoCad ou Visio.

2.6.1.2 Composition de la documentation

Toute la documentation fournie comprend :

- Un synoptique complet du câblage réalisé (câblage primaire et capillaire).
- Les plans des circulations principales (chemins de câbles du capillaire et des rocares), et détails du cheminement des câbles et organes de support.
- Les plans des locaux techniques faisant apparaître les détails des éléments installés (un plan par local technique).
- Un plan détaillé de chaque SR et un plan détaillé des RG [schéma d'organisation des fermes et des baies 19" compris (1 plan par baie)].
- Le ou les rapports de mesures comprenant toutes les mesures, tests, courbes, tableaux récapitulatifs, tableaux de synthèse, etc.
- Les fiches techniques des différents composants du câblage (câbles, prises, panneaux, tiroirs, perches, fermes etc.), ainsi que les certificats de conformité pour les composants du système de câblage formant le lien.
- Un plan détaillé d'implantation des prises (1 par niveau) sous logiciel AutoCad ou Visio.

NB : dans la mesure du possible, les plans des étages du site seront fournis sur support électronique (sinon sur support papier) par la **Ville d'Argenteuil**.

2.6.2 Validation du câblage

L'ensemble des tests seront à la charge du titulaire et doivent aboutir à un ou plusieurs cahiers de mesures dans lesquels figureront, de manière exhaustive, les résultats des tests des composants du câblage tels que définis dans les paragraphes ci-après.

Ce ou ces cahiers de mesures serviront de référence à la réception par la **Ville d'Argenteuil**.

Tous les appareils de tests adéquats seront prévus et à la charge du titulaire.

2.6.2.1 Test câblage cuivre

2.6.2.1.1 Recommandations relatives aux appareils de tests

Pour tester les liaisons, il convient de :

- ✓ utiliser l'un des testeurs manuels de câble Cat6 reconnus par le fabricant du système de câblage ;
- ✓ suivre les instructions fournies par le constructeur et vérifier que les cordons utilisés conviennent (toujours recourir aux mêmes cordons pour chaque test) ;
- ✓ demander au constructeur de fournir les dernières versions de logiciels relatifs aux appareils utilisés.

Le modèle exact choisi doit être conçu pour tester jusqu'aux normes Catégorie 6/Classe F. Les versions de testeurs plus anciennes peuvent seulement mesurer les paramètres de performances de la norme de 1995 et sont des testeurs dits de « niveau II » (Level II). Pour mesurer les paramètres du

« Enhanced Category 5 » ou Cat5e, des testeurs dits « niveau III » (Level III) sont nécessaires. Les mesures de Catégorie 6/Classe E nécessitent un testeur dit « Level III ».

2.6.2.1.2 Câbles capillaires

Le titulaire est tenu de réaliser la totalité des tests décrits ci-dessous, **pour chaque prise de chaque câble installé et raccordé** :

Tableau 14 : Tests minimum à réaliser

Tests minimums pour la Cat5 (TSB67)	Tests minimums pour la Cat5e/Cat6 (IEC 61935)
Paradiaphonie (NEXT)	Paradiaphonie (NEXT)
Atténuation	Affaiblissement (PS-NEXT)
Longueur	Atténuation
Schéma de câblage	Longueur
	Schéma de câblage
	Taux de réflexion (Return Loss)
	Ecart télédiaphonique (ELFEXT)
	Affaiblissement (PS-ELFEXT)
	Délai de propagation (DELAY SKEW)
	Différence de temps de propagation (SKEW)
	Impédance (résistance)

2.6.2.1.3 Câbles de rocade

Le titulaire est tenu de réaliser la totalité des tests exhaustifs décrits ci-dessous, **pour chaque paire de câble installé et raccordé**, à savoir :

- ✓ vérification du pairage ;
- ✓ vérification de la continuité ;
- ✓ mesures de longueur ;
- ✓ mesures d'impédance ;
- ✓ mesures de la paradiaphonie ;
- ✓ mesures de l'atténuation.

Une fiche de résultat par câble et un tableau de synthèse basés sur le même principe que le paragraphe ci-dessus seront fournis.

NB : sur chaque fiche de résultat apparaîtra clairement les tenant et aboutissant du câble testé.

2.6.2.2 Validation des câbles optiques

Le titulaire est tenu de réaliser la totalité des tests décrits ci-dessous, **pour chaque brin de chaque câble raccordé**.

Les mesures seront réalisées par réflectométrie, systématiquement à 850 et 1300 nm (câble de type multimode), **dans chaque sens**, avec utilisation de bobines d'amorce et de fin.

Les mesures seront enregistrées sur disquette ou CD ROM, et une trace papier (courbe de réflectométrie) sera éditée pour chaque test réalisé.

Le cahier de mesures comprendra les éléments suivants :

- ✓ la valeur de la longueur d'onde de test ;
- ✓ le bon ordonnancement des fibres dans les tiroirs optiques, conformément aux spécifications du fabricant ;
- ✓ la longueur relevée au cours des essais de réflectométrie ;
- ✓ les mesures de l'affaiblissement linéique de la fibre (mesure hors connectique) ;
- ✓ les mesures d'affaiblissement de chaque point de connexion (1 point de connexion = 2 connecteurs + 1 traversée) ;
- ✓ les courbes de réflectométrie ;
- ✓ les références exactes des câbles employés ;
- ✓ les références exactes des appareils de tests employés, et leur procès verbal de calibrage daté de moins de 6 mois ;
- ✓ les résultats de la procédure de calibrage du réflectomètre ;
- ✓ les caractéristiques mesurées par le constructeur pour chaque touret de câble.

La représentation des courbes sera effectuée comme indiquée ci-après :

- ✓ sens de la mesure ;
- ✓ identification de la liaison ;
- ✓ affaiblissement linéique en dB/km.

L'ensemble des résultats trouvés devront être portés dans un tableau récapitulatif reprenant la totalité des valeurs d'affaiblissement constatées, et ce dans les deux sens et aux longueurs d'ondes 850 et 1300 nm.

2.7 Réception des ouvrages

2.7.1 Generalités

La procédure de réception de la **Ville d'Argenteuil** s'effectue en plusieurs phases qui s'organisent dans le temps de la façon suivante :

- ✓ vérifications visuelles durant le déroulement des travaux (pose des chemins de câbles, examen de l'éloignement des câbles « courant faible » par rapport aux courants forts, raccordements sur la connectique, etc.) ;
- ✓ contrôles techniques réalisés suite aux tests exhaustifs de le titulaire ;
- ✓ remise des fiches techniques produits fabricant ;
- ✓ rédaction d'un Procès Verbal de réception.

2.7.2 Vérifications visuelles

Les vérifications visuelles seront effectuées régulièrement par la **Ville d'Argenteuil** ou son représentant, et ce pendant toute la durée des travaux.

Ces vérifications périodiques permettent de constater que les travaux sont conformes aux spécifications du présent document, à savoir :

- ✓ respect du type et de la qualité des composants retenus ;
- ✓ respect des quantitatifs, de l'étiquetage, des documentations et recettes techniques intermédiaires ;
- ✓ respect des règles d'ingénierie, en particulier le raccordement des composants à la terre dans le cas d'utilisation de câbles STP ou SFTP ;
- ✓ respect des contraintes du site.

2.7.3 Contrôles techniques

Les contrôles techniques seront effectués en présence d'un représentant du titulaire.

Ces contrôles consistent à réaliser des mesures contradictoires par échantillonnage, afin de vérifier les résultats des tests mentionnés dans les cahiers de mesures du titulaire.

Toutes les mesures contradictoires seront effectuées par le titulaire sous le contrôle de la **Ville d'Argenteuil** ou de son représentant, et à l'aide des appareils de tests fournis par le titulaire (ces appareils de tests seront identiques à ceux utilisés lors des tests du câblage).

Selon les souhaits de la **Ville d'Argenteuil**, et en fonction des particularités du site, ces mesures contradictoires peuvent être exhaustives ou effectuées par échantillonnage.

Les contrôles techniques porteront également sur la documentation telle que définie dans le paragraphe concerné. La concordance entre les schémas (plans, etc.) et la réalisation physique fera également l'objet d'un contrôle.

La procédure de contrôles techniques ne pourra débuter qu'après la remise du ou des cahiers de mesures et de la documentation par le titulaire.

Toute mesure mettant en cause la qualité d'un composant ou sa mise en œuvre, se traduira par l'obligation pour le titulaire de le remplacer à ses frais, et de présenter à nouveau sa réalisation en contrôles techniques. Le titulaire supportera les conséquences financières qui s'y rapportent.

Lors des contrôles techniques, des réserves pourront être prononcées et ne pourront être levées qu'après que le titulaire ait procédé aux modifications demandées et fait constater leur exécution.

2.7.4 Réception

La procédure de réception est placée sous la responsabilité du Maître d'Ouvrage ou de son représentant.

La réception sera prononcée lorsque tous les contrôles techniques et vérifications visuelles auront été effectués, et auront montré la conformité de la réalisation au présent document et au cahier des charges spécifique relatif à l'ouvrage considéré.

Cette réception sera formellement prononcée par la signature d'un Procès Verbal de réception par l'ensemble des parties.

2.8 GARANTIE CONSTRUCTEUR

Le titulaire devra apporter une garantie constructeur d'au moins 15 ans sur les composants du système de câblage qu'il aura proposé. Cette garantie couvrira l'ensemble des produits installés en termes de performances et d'applications pour lesquelles il a été conçu.

Les éléments nécessaires à cette garantie sont :

- Etre un installateur ou revendeur agréé du constructeur.
- Installer et tester les produits selon :
 - les directives du manuel d'installation défini par le constructeur ;
 - les directives données par la **Ville d'Argenteuil** ;
 - les règles de l'art.
- Utiliser exclusivement des composants du même constructeur.
- Transmettre au constructeur l'ensemble des recettes techniques réalisées sur le site pour validation et approbation avant délivrance de la garantie.
- Avoir suivi les programmes de formation du constructeur et pouvoir en apporter la preuve.
- Fournir les certificats d'agrément (3P, Delta Testing, etc.) et ce pour l'ensemble des composants du système de câblage proposé.

2.9 STANDARDS DE REFERENCE

IEC 61280 -4-1	Les procédures de test pour les sous systèmes de câblage en fibre optique Partie 4-1 : Procédure de test pour les câbles optiques – Mesures d'atténuation de fibres optiques multimodes.
IEC 61280 -4-2	Part 4-2 : Mesures d'atténuation de fibres optiques monomodes.
IEC 61280 -4-3	Part 4-3 : Mesures de perte de réflexion des systèmes fibres optiques monomodes.
IEC 60793-1-4	Fibres Optiques — Partie 1 : Spécification générique — Section 4 : Méthodes de mesures pour la transmission optique et les recommandations.
IEC 60874-1	Recommandations génériques pour la spécification des connecteurs et câbles optiques – partie 1.
TIA/EIA TSB 72	Bulletin des systèmes de Télécommunications. Guide pour l'installation des systèmes de câblage centralisés. Octobre 1995.
IEC 61935	Spécification générique sur les mesures de câblages génériques en conformité avec la norme ISO/IEC 11801 — Part 1 : Méthodes de tests — Partie 2 : les cordons/jarretières Patch et les câbles horizontaux.
EN 50173	Technologie de l'Information, Système de Câblage Générique, août 1995, avec l'amendement 2002
EN 50174	Technologie de l'Information, Installation des systèmes de câblage. Parties 1, 2 et 3.
EN 50288	Câbles métalliques Multi-Eléments utilisés pour la communication et le contrôle en mode analogique et digital.
EN 50310	Pratique de mise à la terre et de masse équipotentielle pour les bâtiments qui abritent des équipements informatiques.
ISO/IEC 11801	Technologie de l'Information, Système de Câblage Générique, août 1995, avec l'amendement 1 et 2 publié en 1999. Réactualisé en 2002
IEC 60332-1	Résistance au feu d'un câble simple en position verticale.

IEC 60332-3-c	Résistance au feu d'un groupe de câble en position verticale.
IEC 61935	Recommandations Génériques pour les mesures de tests de système de câblage en conformité avec la norme ISO/IEC 11801- Partie 1.
TIA/EIA 568-A	Norme sur le câblage et la télécommunication pour les bâtiments à usage commercial, 1995.
IA/EIA 568-B	Norme sur le câblage et la télécommunication pour les bâtiments à usage commercial, 2001, Addendum B2-1.
TIA-569	Norme sur la télécommunication, le passage et le cheminement des câbles pour les bâtiments à usage commercial.
TIA-606	Norme sur l'administration des infrastructures de télécommunication pour les bâtiments à usage commercial.
TIA-607	L'organisation du réseau de masse et du réseau de terre pour les bâtiments à usage commercial.

2.10 glossaire

Affaiblissement	Mesure de la quantité d'énergie optique ou électrique qui est absorbée dans un système de câblage. Exprimée en dB ou en dB par unité de longueur – généralement 100 m pour le câble cuivre (à une fréquence donnée) et 1000 m pour la fibre optique (sur une longueur d'onde donnée).
Affaiblissement de l'écart diaphonique (ACR - Attenuation to Cross Talk Ratio) Analogique	Mesure de la qualité d'un système de câblage cuivre indiquant la « marge » entre l'affaiblissement et le bruit. Plus la valeur (exprimée en dB) est élevée, plus le système est performant. Désigne un dispositif ou une mesure qui présente des variations continues (par opposition aux dispositifs numériques, qui sont discrets). Fait généralement référence à des signaux électriques bruts tels que la voix et la vidéo.
ANSI (American National Standards Institute)	Organisme de normalisation américain. Voir aussi EIA/TIA.
AWG (American Wire Gauge)	Norme qui définit des numéros pour les fils de cuivre en fonction de leur diamètre et de la superficie de leur section. Pour la Catégorie 6 (et pour de nombreux autres câbles informatiques), la taille utilisée est 24 AWG, qui correspond à un diamètre de 0,51 mm en système métrique. En fait, plus la valeur AWG est faible, plus le diamètre du fil de cuivre est important.
Catégorie 5	Ensemble de caractéristiques électriques relatives aux systèmes de câblage cuivre, défini dans la norme EIA/TIA 568A et portant le nom de « Classe D » dans la norme ISO 11801. Par exemple, un câble 24 AWG 100 ohms 4 paires peut fonctionner avec une largeur de bande de jusqu'à 100 MHz sur 100 m.
Catégorie 6	Ensemble de caractéristiques électriques relatives aux systèmes de câblage cuivre, défini dans la norme EIA/TIA 568A et portant le nom de « Classe E » dans la norme ISO 11801. Par exemple, un câble 24 AWG 100 ohms 4 paires peut fonctionner avec une largeur de bande de jusqu'à 250 MHz sur 100 m.
CENELEC (Comité Européen de Normalisation Electrique)	Organisme qui établit les normes électriques pour l'Union européenne.
Connecteur IDC (Insulation Displacement Connection)	Connecteur qui tranche l'isolation d'un câble cuivre pour établir un contact direct avec le métal conducteur, ce qui évite un dénudage préalable. Les deux types d'IDC principalement utilisés aujourd'hui sont le « 110 » (prononcer « un-dix ») et le Krone LSA.

dB, décibel	<p>Le décibel est une unité de mesure permettant d'exprimer un rapport entre deux puissances électriques ou optiques. Sa définition est la suivante : $10 \log$ (puissance en sortie/puissance en entrée).</p> <p>L'affaiblissement, par exemple, correspond au quotient de la puissance du signal électrique ou optique à la fin du câble (puissance en sortie) par celle émise au début du câble (puissance en entrée). Voir aussi <i>affaiblissement</i>, <i>affaiblissement de l'écart diaphonique (ACR)</i> et <i>paradiaphonie (NEXT)</i>.</p>
Délai	Temps mis par le signal pour parcourir la liaison câble, exprimé en nanosecondes.
ELFEXT	Voir <i>télédiaphonie égalisée</i> .
FEXT	Voir <i>télédiaphonie</i> .
FTP (Foil screened Twisted Pair)	Câble à paires torsadées blindées avec feuillard. Il se compose de quatre paires, d'un blindage général avec feuillard et fil de drain, et d'une gaine extérieure.
Impédance	Mesure de la résistance, en ohms, opposée par un circuit à un courant alternatif qui le traverse. L'impédance dépend de la fréquence de fonctionnement, contrairement à la résistance (également exprimée en ohms), qui s'applique à un courant continu.
Indice de réfraction	Rapport entre la vitesse de déplacement de la lumière dans le vide et celle mesurée dans un autre matériau, tel que la fibre de verre.
ISO 11801	Norme qui définit les spécifications des systèmes de câblage de bâtiment, établie par l'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) et entérinée par l'IEC (Comité Electrotechnique International).
kHz, kilohertz	Mille cycles par seconde.
Largeur de bande	Mesure de la « largeur » d'une liaison de communication, déterminant le volume et le débit des informations qu'elle peut transporter. Plus la valeur est élevée, plus la liaison peut acheminer de données. L'unité de base est le Hertz (Hz), mais on utilise généralement des multiples tels que le kilohertz (kHz) et le mégahertz (MHz). Remarque : bien que la notion de largeur de bande soit assez proche de celle de vitesse de transmission des données, qui est exprimée en bits par seconde, il ne faut pas les confondre.
Mbit/s, mégabits par seconde	Taux de transfert d'informations numériques, en millions de bits de données par seconde.
MHz, mégahertz	Un million de cycles par seconde. Voir <i>largeur de bande</i> .
Monomode	Dans le contexte d'un système de câblage optique, ce terme désigne un support dans lequel le rayon lumineux ne peut emprunter qu'un seul chemin. La plupart des liaisons de télécommunication utilisent de la fibre monomode.
Multimode	Dans le contexte d'un système de câblage optique, ce terme désigne un support dans lequel les rayons lumineux peuvent emprunter plusieurs chemins. Aujourd'hui, la plupart des systèmes de câblage génériques et informatiques utilisent de la fibre multimode 50/125 et 62,5/125.
NEXT	Voir <i>paradiaphonie</i> .
nm, nanomètre	Un milliardième de mètre. Unité de mesure des longueurs d'onde de la lumière. L'œil humain peut discerner la lumière dont la longueur d'onde se situe dans le spectre visible, soit de 400 à 700 nm. La fibre optique utilise le spectre infrarouge, de 800 à 1600 nm.

Paradiaphonie (NEXT – Near End Cross Talk)	Mesure de la quantité d'énergie électrique qui se propage d'une paire de conducteurs à une autre (perte par courant de fuite), à un point du câble proche de l'émetteur. Tous les systèmes de câblage cherchent à minimiser la diaphonie. L'unité de mesure est le dB, car il s'agit du rapport entre la puissance d'une paire et la puissance induite par ce signal dans une autre paire.
Réfectomètre (OTDR – réflectomètre optique séquentiel dans le domaine spectral)	Appareil de test de la fibre optique. Il envoie une impulsion lumineuse à l'une des extrémités de la fibre, puis détecte l'impulsion renvoyée par réflexion à l'autre extrémité. Le réflectomètre est capable de mesurer la longueur exacte d'une fibre et de localiser ses éventuels défauts.
Réseau local (LAN – Local Area Network)	Ensemble des protocoles électroniques et des équipements de transmission qui permettent à des ordinateurs et à des périphériques de communiquer sur un site local.
Retard différentiel	Différence de délai de transmission entre la paire la plus rapide et la paire la plus lente dans une liaison câble de 100 m.
RJ45	Connecteur électrique 8 fils standard utilisé dans les systèmes de câblage cuivre Catégorie 6.
S-FTP (Screened Foil & braid Twisted Pair)	Câble quatre paires doté d'un blindage général en feuillard et d'une tresse en fils de cuivre.
STP (Screened Twisted Pair)	Câble à paires torsadées blindées. En général, chaque paire est enveloppée d'un feuillard, le câble étant doté d'un blindage général avec feuillard et éventuellement avec tresse.
Taux de réflexion	Quantité d'énergie électrique renvoyée du système de câblage vers l'émetteur en raison d'un écart d'impédance entre les deux éléments.
Télédiaphonie (FEXT – Far End Cross Talk)	Quantité d'énergie électrique qui se propage d'une paire à une autre (perte par courant de fuite) à l'extrémité distante de la liaison câble.
Télédiaphonie égalisée (ELFEXT – Equal Level Far End Cross Talk)	Mesure de la télédiaphonie à laquelle on ajoute la valeur d'affaiblissement de la liaison. Il s'agit en fait de l'ACR mesuré à l'extrémité distante de la liaison câble.
UTP(Unscreened Twisted Pair)	Câble à paires torsadées non blindées, constitué de quatre paires de fils et d'une gaine extérieure.

