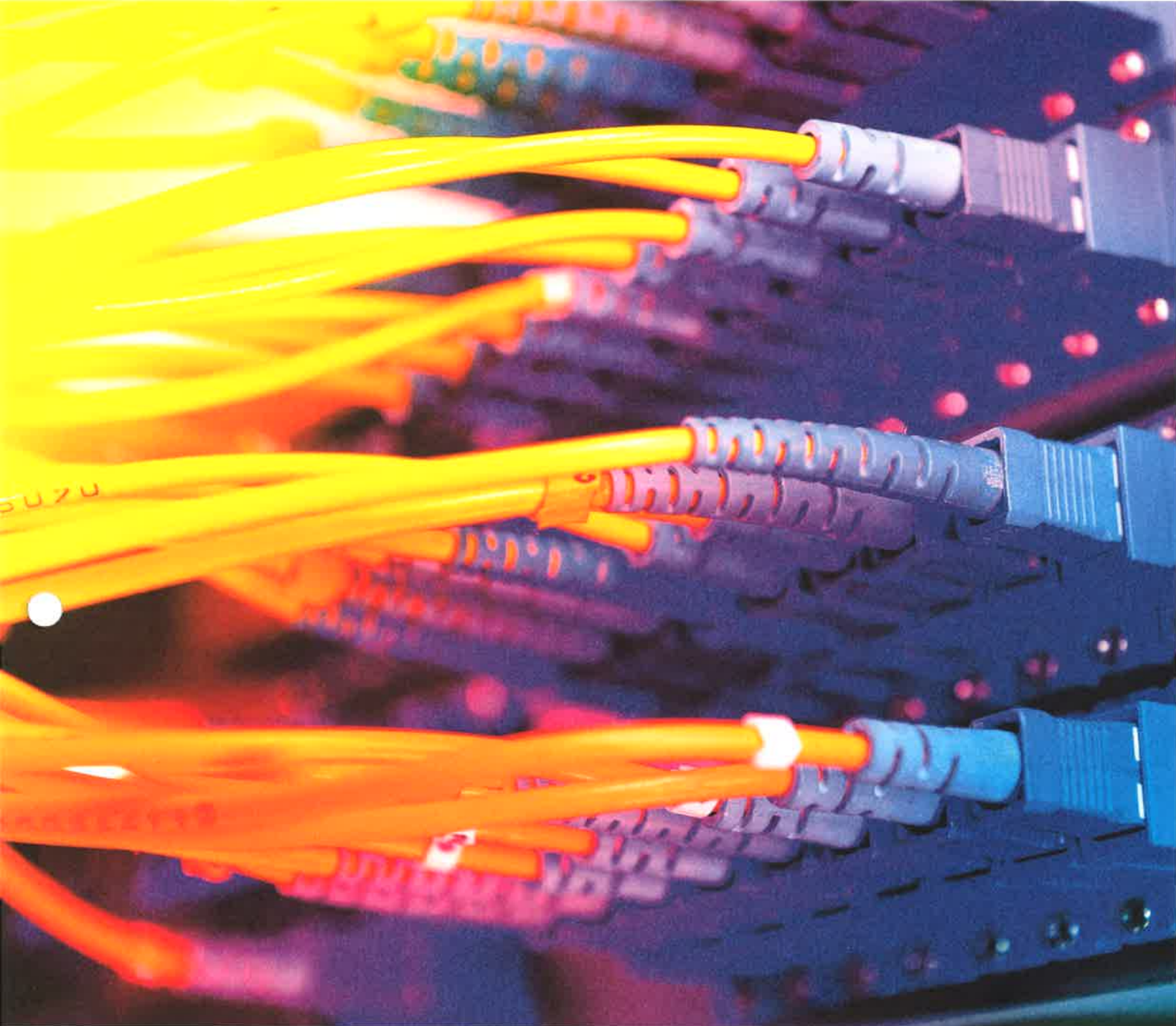




Manuel

Directives Câblage intérieur dans les bâtiments utilitaires

VSEI Ideen verbinden
USIE Idées branchées
Idee in rete

Verband Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen
Union Suisse des Installateurs-Electriciens
Unione Svizzera degli Installatori Elettricisti

Table des matières

1 Introduction

1.1 Objectifs	6
1.2 Champ d'application	6
1.3 Délimitations	6

2 Design (description fonctionnelle des prestations)

2.1 Vue d'ensemble	8
2.2 Spécifications d'installation	9
2.2.1 Bases	9
2.2.2 Performance et garantie	10
2.2.3 Topologie	11
2.2.4 Applications	12
2.2.5 Raccordement à des réseaux externes	14
2.2.6 Système d'administration, documentation, régime de test	15
2.2.7 Câblage intérieur «vert»	17
2.3 Spécification environnementale	17
2.4 Réseaux électriques	20
2.4.1 Sécurité contre les courants de défaut	20
2.4.2 Référence de signal fiable dans toute l'installation informatique	21
2.4.3 Protection contre le rayonnement électromagnétique	22
2.5 Concept d'exploitation et de documentation	23

3 Étude de projet / Planification

3.1 Bases	25
3.1.1 Câblage structuré	25
3.1.2 Exigences générales	27
3.1.3 Câblage en cuivre symétrique	28
3.1.4 Fibre optique	30
3.1.5 CEM	31
3.1.6 Points de transfert à l'intérieur des bâtiments	31
3.1.7 Chemins de câbles	32
3.1.8 Racks, armoires, bâtis et châssis	33
3.1.9 Points de raccordement	34

3.2 Immeuble administratif	35
3.2.1 Structure schématique du CUC	35
3.2.2 Disposition des éléments	36
3.2.3 Répartiteurs.....	37
3.2.4 Prise informatique (TA)	37
3.2.5 Point de consolidation (CP).....	38
3.2.6 Expériences pratiques	38
3.3 Bâtiment à usage industriel	40
3.3.1 Structure schématique du CUC	40
3.3.2 Répartiteurs.....	42
3.3.3 Prise informatique (TA)	42
3.4 Centres de calcul	44
3.5 WLAN, systèmes de bus	46

4 Exécution

4.1 Schéma de câblage (A/B).....	47
4.2 Pose des câbles.....	48
4.2.1 Rayons de courbure.....	48
4.2.2 Forces de traction	50
4.2.3 Pose	51
4.2.4 Tirage du câble	52
4.2.5 Séparation par rapport au courant fort	53
4.2.6 Liste de contrôle de la pose des câbles.....	57
4.3 Mise à la terre	58
4.3.1 Système de répartition du courant alternatif	58
4.3.2 Systèmes de mise à la terre du courant fort	59
4.3.3 Possibilités de mise à la terre pour les panneaux de brassage	61
4.3.4 Mise à la terre et raccordement à la mise à la terre dans une armoire.....	63
4.4 Nettoyage / vérification (FO)	63
4.4.1 Extrémité dégagée	63
4.4.2 Adaptateur.....	64
4.5 Assurance qualité / contrôle	65
4.6 Recherche des erreurs.....	66
4.6.1 Sources d'erreur possibles dans le CUC	66
4.7 Procès-verbal de réception pour la garantie système.....	68
4.7.1 Tests sur les câbles symétriques.....	68
4.7.2 Test des conducteurs à fibre optique.....	70
4.8 Stockage	71

5 Exploitation

5.1 Mise en service.....	72
5.2 Maintenance préventive	74

6 Glossaire

Index des tableaux

Tableau 1:	Longueur des lignes	10
Tableau 2:	Environnements de la chaîne de liaison.....	17
Tableau 3:	Degré de complexité en fonctionnement.....	23
Tableau 4:	Longueurs de câble maximales	27
Tableau 5:	Classes, catégories et fréquences.....	28
Tableau 6:	Power over Ethernet (PoE): normes.....	29
Tableau 7:	Atténuation et marquage des câbles optiques	30
Tableau 8:	Exemple de dimensionnement du câble téléphonique principal.....	39
Tableau 9:	Indices de protection selon la norme CEI 60529	43
Tableau 10:	Rayons de courbure pour le cuivre	48
Tableau 11:	Forces de traction maximales sur le câble.....	50
Tableau 12:	Classification des câbles informatiques selon la norme EN 50174-2	53
Tableau 13:	Distances minimales selon la norme EN 50174-2	54
Tableau 14:	Facteurs pour le câblage électrique selon la norme EN 50174-2	55
Tableau 15:	Exigences de distance entre les câbles informatiques protégés par une feuille métallique et certaines sources d'interférences électromagnétiques (EMI), selon la norme EN 50174-2	55
Tableau 16:	Responsabilités	65
Tableau 17:	Liste de contrôle pour l'identification des erreurs de mesure	67

Index des figures

Figure 1:	Structure du câblage du bâtiment	7
Figure 2:	Connecteur LC Duplex, MPO, adaptateur MPO	10
Figure 3:	Topologie	11
Figure 4:	Chaîne de liaison à 2 connecteurs	12
Figure 5:	Chaîne de liaison à 3 ou 4 connecteurs	12
Figure 6:	Lignes LO	13
Figure 7:	Modèle pour imprimante d'étiquettes	15
Figure 8:	Exemple de liste de contrôle	16
Figure 9:	Connecteur I3	18
Figure 10:	Paire torsadée non blindée	19
Figure 11:	Paire torsadée blindée	19
Figure 12:	Liaison équipotentielle (système)	20
Figure 13:	Mise à terre des Panels	21
Figure 14:	Module de raccordement et connecteur résistant CEM	22
Figure 15:	Contrôle des points de connexion et des brassages	23
Figure 16:	Systèmes de gestion des câbles	24
Figure 17:	Topologie d'un câblage structuré.....	26
Figure 18:	Channel Link et Permanent Link	27
Figure 19:	Structure schématique du CUC dans un immeuble administratif.....	35
Figure 20:	Modèle à 2 connecteurs	36
Figure 21:	Modèle à 3 connecteurs	37

Figure 22:	Exemple de point de consolidation	38
Figure 23:	Structure schématique du CUC dans un immeuble de bureaux	40
Figure 24:	Topologie du câblage structuré dans un contexte industriel	41
Figure 25:	Exemple de connecteur RJ45 pour utilisation industrielle (IP67)	43
Figure 26:	Topologie du câblage structuré dans un centre de calcul.....	44
Figure 27:	Connexions RJ45.....	47
Figure 28:	Rayons de courbure pour le cuivre.....	48
Figure 29:	Installation correcte	49
Figure 30:	Installation incorrecte	49
Figure 31:	Soulagement de traction	51
Figure 32:	Direction appropriée pour le déroulement	52
Figure 33:	Direction inappropriée pour le déroulement.....	52
Figure 34:	Systèmes d'acheminement des câbles.....	54
Figure 35:	Configuration en arborescence.....	59
Figure 36:	Configuration en maillage	60
Figure 37:	Principe de mise à la terre.....	61
Figure 38:	Exemples de mise de mise à la terre d'un panneau de brassage	62
Figure 39:	Câblage correct.....	66
Figure 40:	Câblage incorrect.....	66
Figure 41:	Permanent Link	68
Figure 42:	Channel Link	68
Figure 43:	Ligne LO.....	70
Figure 44:	Correct: stockage des câbles en cuivre dans un endroit sec.....	71
Figure 45:	Incorrect: stockage des câbles en cuivre à l'extérieur.....	71
Figure 46:	Propreté des extrémités du connecteur	72
Figure 47:	Cheminement des cordons de brassage.....	73
Figure 48:	Installation incorrecte a posteriori	74

1. Introduction

1.1 Objectifs

Le présent manuel est destiné aux entreprises de planification et d'installation d'électricité de Suisse auxquelles il propose une base permettant de maintenir et d'améliorer le niveau de qualité pour la planification et l'exécution du câblage d'un bâtiment avec du cuivre et/ou de la fibre optique, c'est-à-dire pour réaliser un câblage universel de communication (CUC). Le respect et l'implémentation des exigences prévues dans le manuel et du standard en vigueur garantit au maître d'ouvrage une disponibilité élevée et la sécurité future de l'infrastructure physique. Le manuel est utilisé pour former les apprentis dans les filières d'installateurs-électriciens, d'électriciens de montage, de télématiciens et de planificateurs-électriciens et assure aux diplômés un haut niveau de connaissances.

1.2 Champ d'application

L'USIE recommande à ses membres – ainsi qu'à tous les architectes, ingénieurs, entreprises immobilières, entreprises générales et aux maîtres d'ouvrage intéressés – de consulter ce manuel et les standards en vigueur pour les chantiers de construction et de rénovation. Il est également utile de contrôler les standards actuels. L'ouvrage définit les exigences minimales pour le câblage horizontal (secteur primaire), le câblage de la colonne montante (secteur secondaire) et le raccordement des postes de travail (secteur tertiaire) dans les bâtiments utilitaires, centres de données et industrie incluses. Différents sujets sont traités, par exemple la pose, le schéma de câblage, la séparation par rapport au courant fort, la mise à la terre, la CEM, le marquage, les garanties, l'assurance qualité, etc.

Les normes nationales, européennes et internationales en vigueur reconnues pour leur valeur réglementaire et énumérés dans les DIT doivent être consultées et prises en compte à chacune des phases du projet. Le manuel peut servir de référence complémentaire.

Le manuel est régulièrement révisé et mis à jour par l'USIE. Les informations correspondent à la version de mai 2014.

1.3 Délimitations

Le manuel se concentre en premier lieu sur le câblage universel de communication dans les bâtiments utilitaires. Les installations multimédia et de câblage domestique dans les immeubles d'habitation (cf. brochure «Installations multimédia» d'Electrosuisse dans les DIT) ainsi que le WLAN et les systèmes de bus sont abordés de manière marginale.

Vous trouverez des informations sur les câblages coaxiaux et POF dans la brochure «Installations multimédia» publiée par Electrosuisse ainsi que dans les directives de l'industrie.

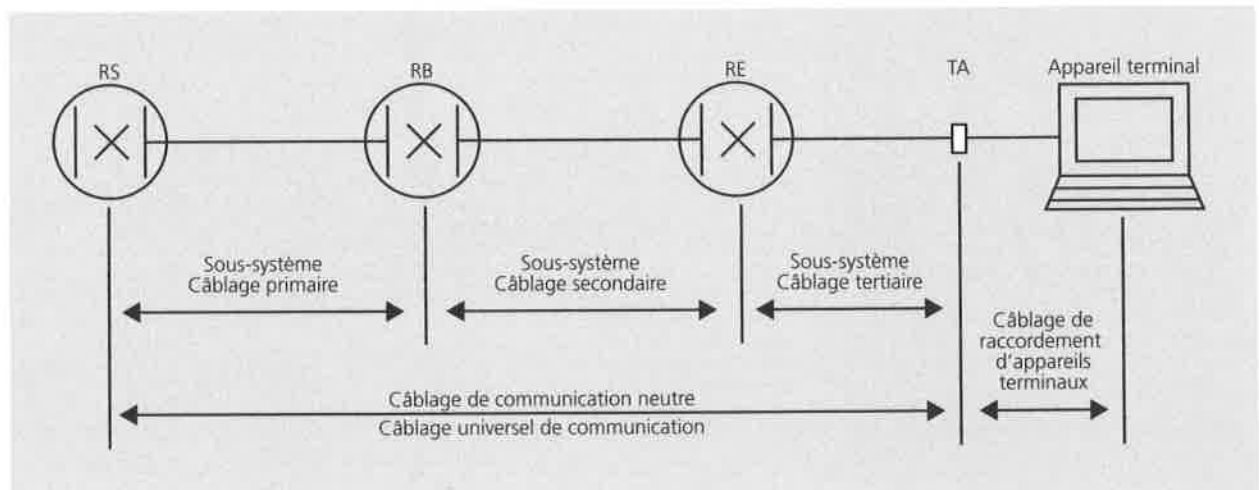


Figure 1: Structure du câblage du bâtiment

2. Design

Description fonctionnelle des prestations

2.1 Vue d'ensemble

Le cahier des charges doit être établi de manière à tenir compte des exigences du maître d'œuvre, de l'état de la technique ainsi que du niveau de complexité de l'ouvrage. L'installation d'un câblage universel de communication (CUC) appelé à durer commence dès la description des prestations et implique une planification minutieuse. La réalisation s'achève avec le contrôle des performances, la documentation et la remise au client.

La description détaillée des prestations revêt une importance capitale. Il convient qu'elle porte sur les points suivants:

- **Spécifications de l'installation selon l'EN 50174-1:**
 - Cheminement du câblage et installation des câbles
 - Détail des travaux précisant les sites, les bâtiments et les étages
 - Nombre de raccordements par poste de travail et zone commune
 - Indication de la performance, topologie, applications (1/10GBase, etc.), réseaux externes
 - Prescriptions d'installations et pratiques de réception
 - Plan de qualité permettant d'attester les spécifications de l'installation
 - Exigences concernant le câblage intérieur «vert»
- **Spécification environnementale**
 - Influences mécaniques, climatiques, chimiques
 - Influences électromagnétiques
- **Réseaux électriques**
 - Mise à la terre, courants de fuite
 - Séparation, mise à la terre
- **Installations voisines:**
 - Autres installations du bâtiment telles qu'alimentations électriques, systèmes de liaison équipotentielle et de mise à la terre
 - Systèmes de détection d'incendie, de détection d'effraction, de contrôle des accès et de désenfumage
 - Systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC)
 - Automatisation du bâtiment et de processus
 - Canalisations (distribution d'eau, sprinklers)

- **Lois, prescriptions et dispositions applicables, y compris:**
 - Prescriptions en matière de construction
 - Prescriptions locales
 - Prescription du maître d'ouvrage, p. ex. produits prescrits, sécurité au travail
- **Concept d'exploitation et de documentation**
 - Domaines de spécialisation et partenaires externes/internes
 - Forme, détails
- **Responsabilités et compétences avec les interlocuteurs partenaires sur place pour:**
 - Exigences opérationnelles
 - Exigences techniques
 - Composants de câblage informatique en place
 - Stockage des matériaux
 - Transfert de la propriété et/ou de la responsabilité

Les différents points qui le requièrent sont présentés en détail dans les chapitres suivants.

2.2 Spécification de l'installation

2.2.1 Basas

Les points suivants doivent être traités par le maître d'ouvrage et/ou en collaboration avec un planificateur ou un installateur:

- Extension spatiale et cheminements
- Zones à risque et de blocage à l'intérieur des chemins de câble et des points de raccordement prévus
- Définition des conditions environnantes
- Structure et caractéristique de transmission du câblage à installer
- Produits spécifiques au client, comme les chemins de câble et les systèmes de cheminement des câbles, les câbles, les prises, les armoires, les bâtis, les châssis, les fixations et les points de raccordement
- Fixation du connecteur/module: selon Keystone EN 60603-7 ou fabricant
- Techniques nécessaires pour l'installation
- Détermination de la mise à la terre de protection, de la mise à la terre fonctionnelle et de la liaison équipotentielle des composants de câblage et des accessoires. Il convient également de tenir compte des séries de norme EN 50174 et EN 50310 et de la NIBT
- Exigences relatives à la durée de vie en service du câblage installé
- Cycles d'enfichage selon l'EN 60603-7 (750/2'500 cycles d'enfichage)
- Exigences relatives à l'infrastructure nécessaire pour la réalisation des extensions prévues
- Utilisation de PoE et indication de puissance
- Exigences concernant les mesures: avec ou sans procès-verbal des données, sous forme papier ou électronique, grandeurs de mesure, détail avec tous les conducteurs ou mesure partielle seulement, etc.

2.2.2 Performance et garantie

Tronçons en cuivre:

Pour les lignes cuivre, la classe de performance nécessaire doit correspondre aux applications, à la structure et à l'étendue du réseau. Actuellement, pour le cuivre, on utilise des composants de la catégorie 6 ou 6A. Le connecteur RJ45 est le standard mondial. Il convient jusqu'à la classe E et EA. Les câbles peuvent être blindés ou non. Pour les applications spéciales soumises à des exigences de la classe F et FA, on utilise des connecteurs de catégorie 7 ou 7A, p. ex. Siemon, TERA™, Nexans ou GG45.

Tronçons en FO:

Les applications et les longueurs requises déterminent les performances nécessaires des liaisons FO. Il convient de noter que les normes définissent seulement les exigences minimales. Ce point est important s'agissant de la FO avec plusieurs connecteurs.

Actuellement, dans le domaine de la fibre optique, les spécifications mentionnent des câbles Multimodes OM3 ou OM4 ou Singlemode OS2. Le connecteur standard pour les applications Duplex est le LC Duplex. Pour les connecteurs multifibres, les connecteurs MTP/MPO à 12 ou 24 fibres sont recommandés.



Figure 2: Connecteur LC Duplex, fiche MPO, adaptateur MPO

Pour planifier les lignes FO, il faut se référer aux spécifications de performance. Pour les applications récentes en particulier, comme le montre l'exemple ci-dessous pour 40GBASE-SR, la longueur peut être réduite de 120 m à 70 m.

Longueur maximale en mètres du système fabricant C à connecteurs LC					
Connecteurs LC	0 épissure	1 épissure	2 épissures	3 épissures	4 épissures
2	120	120	110	100	100
3	110	110	100	90	90
4	100	100	90	80	70
5	90	90	80	70	60
6	80	70	60	50	30
7	70	50	40	20	0
8	50	30	10	0	0

Tableau 1: Longueur des lignes

Actuellement, le type OM4 est utilisé pour étendre la longueur d'une ligne 40GBASE-SR. Avec le standard 10GBASE-SR, le type OM4 est pertinent uniquement pour des longueurs supérieures à 300 m. La portée maximale doit être convenue avec le fabricant.

Garantie du système:

Sachant qu'un CUC doit fonctionner au-delà des 2 années de la garantie, car certaines applications seront mises en œuvre quelques années plus tard seulement, une garantie étendue du fabricant est conseillée. Le détail des prestations attendues et les conditions cadres doivent être convenus avec le client et le fabricant.

Les points suivants doivent être pris en compte:

- Qu'est-ce qui est garanti?
- Chaînes de liaison FO et applications
- Chaînes de liaison Cu et applications
- Durée de vie
- Prestations de réparation en cas de dommage (matériaux, coût de la main d'œuvre)
- Forme, disponibilité d'un certificat de garantie

2.2.3 Topologie

Le CUC repose sur un câblage en étoile.

À l'heure actuelle, de nombreux systèmes domotiques (tels que systèmes de fermeture, contrôle d'accès, systèmes d'alarme, caméras, multimédia, commandes d'éclairage et CVC) peuvent être intégrés dans la planification et la réalisation du câblage de communication.

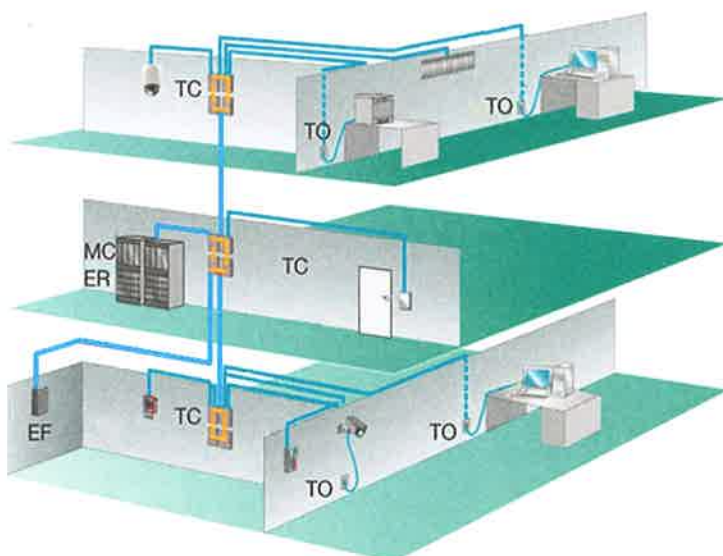


Figure 3: Topologie

2.2.4 Applications

Il convient de prévoir les longueurs de câble adaptées, compte tenu des exigences actuelles et futures applicables aux réseaux et aux applications.

Liaisons cuivre

Les longueurs suivantes doivent être appliquées pour les différents systèmes:

Cuivre tertiaire max.: 100m, incluant le câble de raccordement, le cordon de brassage et 4 connexions à fiche au maximum.

Le standard définit par ailleurs une longueur minimale de 15m pour les lignes Permanent Link (tronçon allant de la prise du poste de travail au répartiteur d'étage, sans les cordons de brassage).

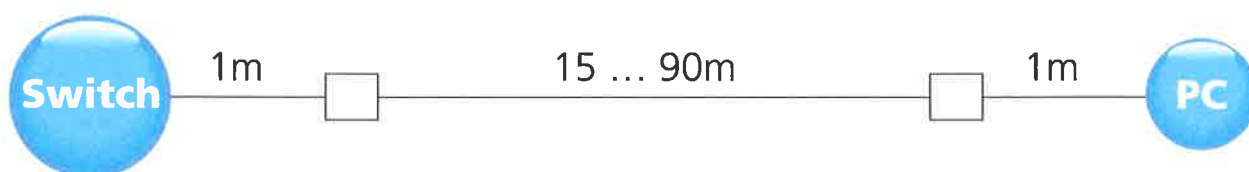


Figure 4: Chaîne de liaison à 2 connecteurs

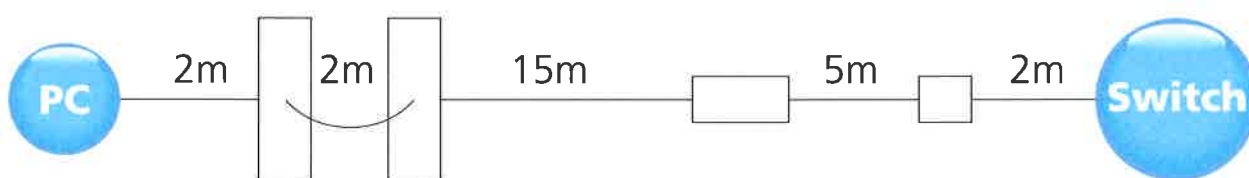


Figure 5: Chaîne de liaison à 3 ou 4 connecteurs

Pour les tronçons de moins de 15 m ou pour un nombre supérieur de connecteurs dans la chaîne de liaison, les performances doivent être convenues avec le fabricant.

Lignes LO

Une ligne FO se compose des éléments suivants:

Tronçon de fibre: il s'agit de l'élément le plus simple, comportant une fibre simple entre A et B. Elle se termine aux deux extrémités par un adaptateur.

Cordons de brassage: ils servent à effectuer un couplage passif entre deux tronçons de fibre.

Câbles de raccordement: ils servent à connecter un tronçon de fibre avec le port d'entrée d'un composant actif.

Les longueurs maximales varient selon les éléments optiques sélectionnés.

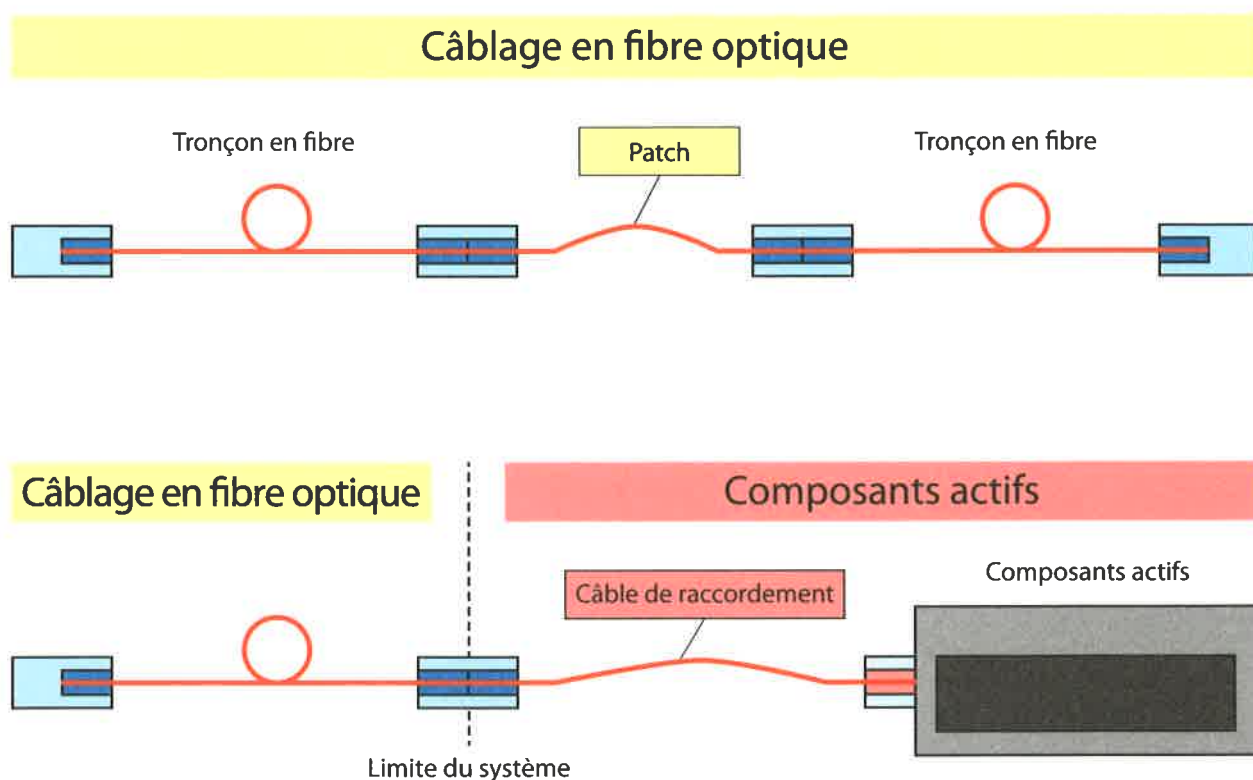


Figure 6: Lignes FO (Link FO)

2.2.5 Raccordement à des réseaux externes

Des informations détaillées sont nécessaires pour le raccordement à un réseau externe. Il convient de convenir les points suivants avec l'opérateur de réseau externe (ENS):

- Emplacement physique exact des interfaces
- Nombre et encombrement des composants mis à disposition par les ENS
- Identification et numérotation des différentes connexions aux ENS
- Responsabilité pour l'entretien technique et opérationnel
- Processus que le propriétaire de l'immeuble ou son mandataire doit suivre pour communiquer ou réagir à des erreurs dans la mise à disposition du service de réseau externe
- Accès au site
- Exigences techniques relatives aux équipements fournis par le/les prestataires de services réseaux externes

2.2.6 Système d'administration, documentation, régime de test

La description des prestations doit définir le détail du système d'administration et de documentation.

La description de prestations doit définir les éléments suivants:

- Détail de la documentation que le planificateur ou un l'installateur doit établir (schémas, plans, esquisses, etc.), y compris tous les protocoles de mesure et les rapports de test
- Marquage/étiquetage à réaliser par l'installateur (cf. EN 50174-2 et EN 50174-3) et les spécifications des étiquettes
- Format (papier, électronique) de la documentation (le cas échéant, système d'administration) et des marquages

L'objectif est de réaliser un système d'administration simple, durable et à moindres coûts. Le système d'administration doit correspondre au degré de complexité de l'installation (cf. chapitre 2.5). De cette manière, les différents marquages et étiquettes sont définis pour les câbles, les prises, les armoires, la terre de protection, les zones, etc. Il est également possible d'étendre l'installation de manière économique et de rechercher les erreurs dans l'installation pendant l'exploitation.

SYSTIMAX® M2000-1U 24-Port Label Template

1 → XXX XXX XXX	2 →	3 →	4 →	5 →	6 →	7 →	→	9 →	10 →	11 →	12 →
13 →	14 →	15 →	16 →	17 →	18 →	19 →	20 →	21 →	22 →	23 →	24 →
1 →	2 →	3 →	4 →	5 →	6 →	7 →	8 →	9 →	10 →	11 →	12 →

✂

Figure 7: Modèle pour imprimante d'étiquettes

Régime de test

Selon le type d'objet, les tests nécessaires (détail et nombre) et les possibilités d'escalade doivent être définis dès l'appel d'offres. Les points suivants doivent être pris en compte:

- Exigences relatives aux inspections et aux tests
- Exigences applicables à la réception de l'installation et aux responsabilités
- Format à utiliser pour établir la documentation des résultats des tests de réception et mesures à prendre dans le cas où le test ne serait pas réussi.

Exemple de liste de contrôle:

Nombre de bâtiments: _____

Nom des bâtiments: _____

Nombre d'armoires: _____

Ligne de câble la plus longue: _____

Longueur de câblage moyenne: _____

Matériel installé:☐ Cuivre☐ Fibre☐ Cuivre et fibre**Benutzte EN Klassen:**☐ Classe D☐ Classe E☐ Classe EA☐ OM3☐ OM4☐ SM OS1☐ SM OS2

Audit de l'installation				
	OK	Pas OK	Non évalué	Remarques
Cuivre				
Câblage: Rayons de courbure, etc.				
Types de câbles utilisés, modules utilisés, etc.				
Contrôle des colliers				
Domage des gaines				
Capacité des chemins de câbles et des traversées				
Brin torsadé, qualité de pose				
Gestion des cordons de brassage (Patches)				
Valeurs des mesures				
Installation des câbles, rayons de courbure, etc.				
Qualité de raccordement				
Utilisation de la gestion des fibres dans des boîtes d'épissure				
Utilisation du kit de répartition des fibres pour les câbles extérieurs				
Capacité des chemins de câbles et des traversées				
Généralités Iles				
Réserves				
Mise à la terre et liaisons équipotentielles				
Racks / armoires				
Chemins de câbles métalliques				
Formation				

Figure 8: Exemple de liste de contrôle

2.2.7 Câblage intérieur «vert»

La «Green IT», l'informatique verte, a également une influence sur le choix de l'infrastructure informatique. En plus des différentes initiatives vertes et des points LEEDS, il est possible d'alléger aisément l'empreinte carbone, la consommation électrique et les coûts:

- Planification propre des exigences actuelles et à venir
- Utilisation de matériaux économes en ressources (sections de cuivre)
- Canaux et chemins de câble suffisamment dimensionnés permettant l'ajout de câbles dans le futur
- Les points de consolidation facilitent le déplacement des postes de travail ou la connexion de points d'accès sans fil, ce qui évite de procéder à un recâblage
- Sélection des composants en cherchant à se passer des convertisseurs non performants

2.3 Spécifications environnementales

Les réseaux IP peuvent être utilisés dans des conditions ambiantes variées. Les normes sont résumées dans le tableau ci-dessous, qui permet de définir les classes environnementales et les mesures nécessaires.

Paramètres	Classes environnementales		
	1	2	3
Mécanique	M ₁	M ₂	M ₃
Étanchéité	I ₁	I ₂	I ₃
Climatique et chimique	C ₁	C ₂	C ₃
Electromagnétique	E ₁	E ₂	E ₃

Tableau 2: Environnements de la chaîne de liaison

On distingue les influences suivantes:

- Influences mécaniques, comme les vibrations, les chocs et les mouvements
- Étanchéité contre l'humidité, les projections d'eau et l'eau
- Influences climatiques et chimiques, comme la hausse de la température, les substances chimiques ou les huiles
- Influences électromécaniques et champs magnétiques supérieurs, pics de courant et variations de tension

La classification correspond à la force des influences. La détermination de la classe environnementale permet de planifier le CUC.

Environnements mécaniques:

M1: les produits sont fixés sur des structures légèrement mobiles et peuvent être secoués si l'on passe à côté en courant

M2: les produits sont montés à proximité de grosses machines (laminoirs, imprimeries)

M3: le produit est monté directement sur des machines d'usinage mécanique

Étanchéité

I1: Aucune protection contre les liquides

I2: Protection contre les projections d'eau

I3: Protection contre les projections d'eau et l'immersion

Une évacuation en métal doté d'une protection IP assure une protection efficace contre les influences chimiques (p. ex. produits de nettoyage) ou les huiles et l'humidité.



Figure 9: Connecteur I3

Influences climatiques:

C1: température ambiante de -10.. +60 C, l'humidité de l'air ne se condense pas (bureau)

C2: température ambiante de -20.. +70 C, l'humidité de l'air peut se condenser
(cuisine, cave, activités produisant de la vapeur)

C3: température ambiante de -40.. +70 C, l'humidité de l'air peut se condenser. Aucun contrôle de la température et de l'humidité. (stations extérieures, garages)

Influences chimiques

C1: l'environnement est contrôlé de manière à ce qu'aucune corrosion ne soit possible

C2: les effets de la corrosion sont mesurables et une influence sur la durée de vie des appareils est possible

C3: la corrosion est très probable

Les influences chimiques comportent de nombreux paramètres; ils doivent être clarifiés avec le client et les fournisseurs.

Influences électromagnétiques

E1: bâtiments administratifs, chaînes de magasins, centres de données, surfaces commerciales, surfaces industrielles (tout ce qui est relié au réseau basse tension)

E2: environnement de robots, automates industriels

E3: connexion directe avec des automates industriels, des presses, des soudeuses
(raccordement à des transformateurs moyenne tension)

Si l'environnement électromagnétique est considéré comme critique, il convient de déterminer la nature des perturbations (magnétiques, électriques, chocs, etc.). Ensuite, les mesures, les produits et les prescriptions d'installation appropriés doivent être définis.

Les systèmes Twisted Pair (même non blindés) sont appropriés à la transmission de données dans des environnements répertoriés jusqu'à la classe E2 incluse.



Figure 10: Paire torsadée non blindée (Twisted Pair non blindée)

S'agissant de la classe E3, il existe en plus des solutions de mises à la terre aux deux extrémités, les variantes de déplacement, l'utilisation de tubes en acier ou en acier inoxydable ou l'utilisation de lignes en fibre sur lesquelles les influences extérieures sont sans effet.

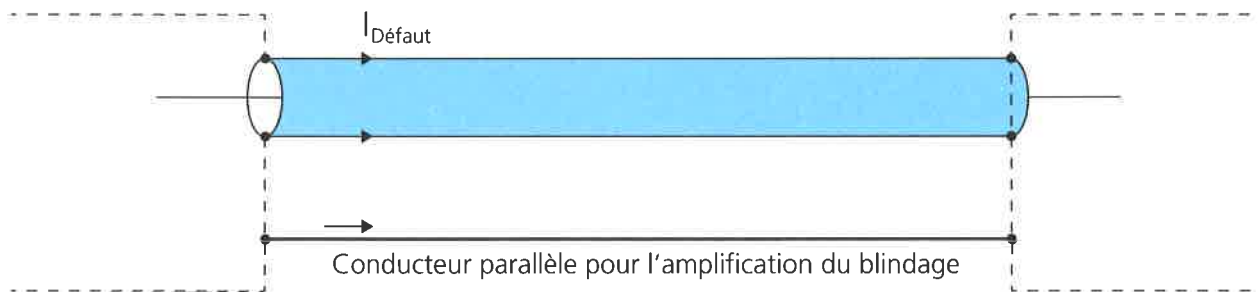


Figure 11: Paire torsadée blindée (Twisted Pair blindée)

Un écran en aluminium ou en cuivre n'est efficace que contre les champs électriques, pas contre les champs électromagnétiques

2.4 Réseaux électriques

Pour les standards actuels, l'installation et l'exploitation d'un réseau électrique à structure TN-S est conforme à la NIBT. La norme EN 50310 décrit en détail les exigences applicables aux réseaux électriques et à la mise à la terre.

Trois conditions sont prises en compte:

- Sécurité contre les courants de défaut
- Référence de signal fiable dans toute l'installation informatique
- Puissance électromagnétique satisfaisante de toute l'installation

2.4.1 Sécurité contre les courants de défaut

La sécurité contre les courants de défaut est couverte par les exigences de la NIBT/OIBT ainsi que les distances et séparations nécessaires entre le courant fort et le courant faible.

La structure minimale doit être conçue comme suit:

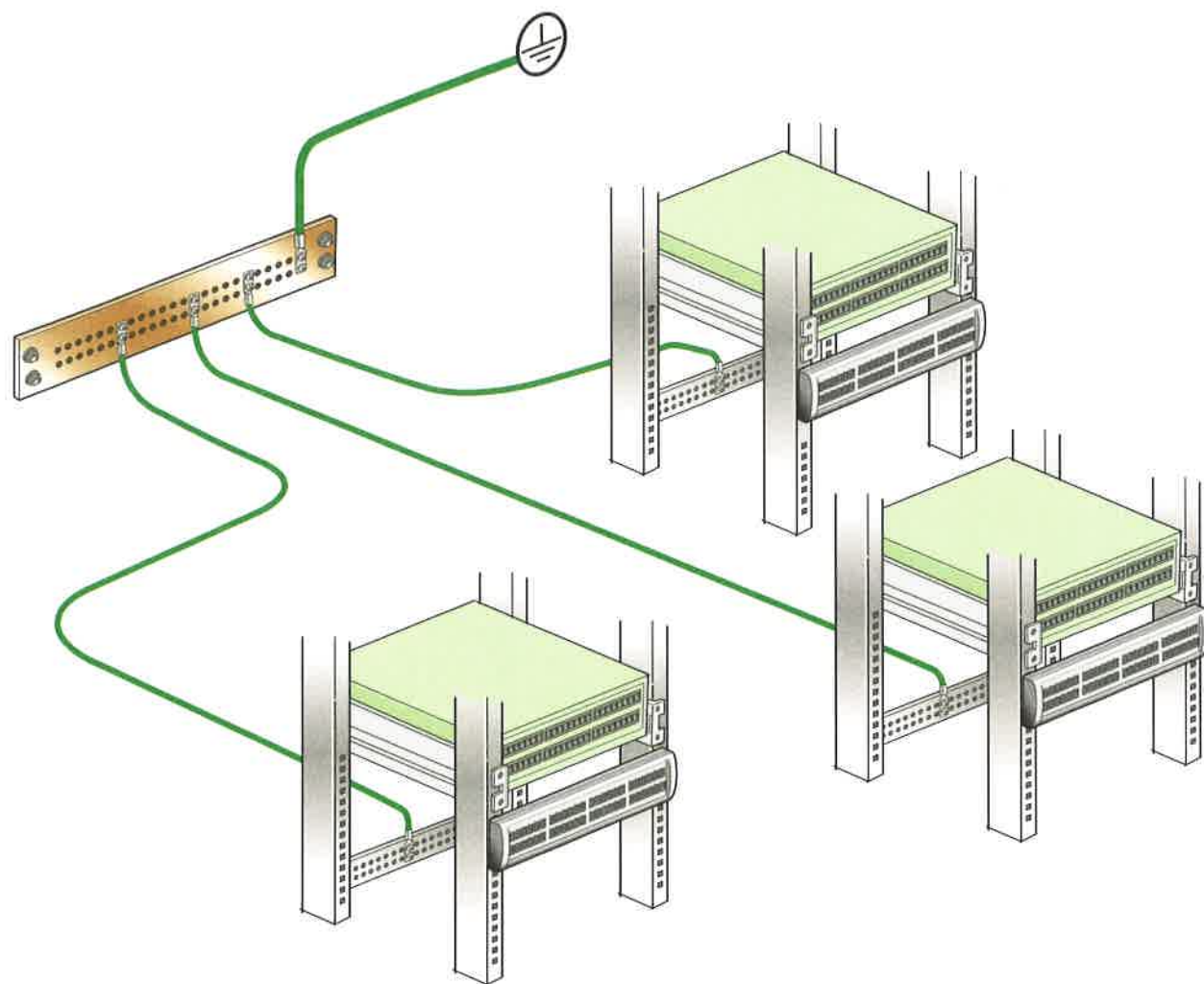


Figure 12: Liaisons équipotentielle du système

Dans les armoires de distribution, les différents panneaux doivent être reliés à une barre de terre. Dans le cas de câblages non blindés ou d'armoires de fibre optique, seule l'armoire doit être mise à la terre.

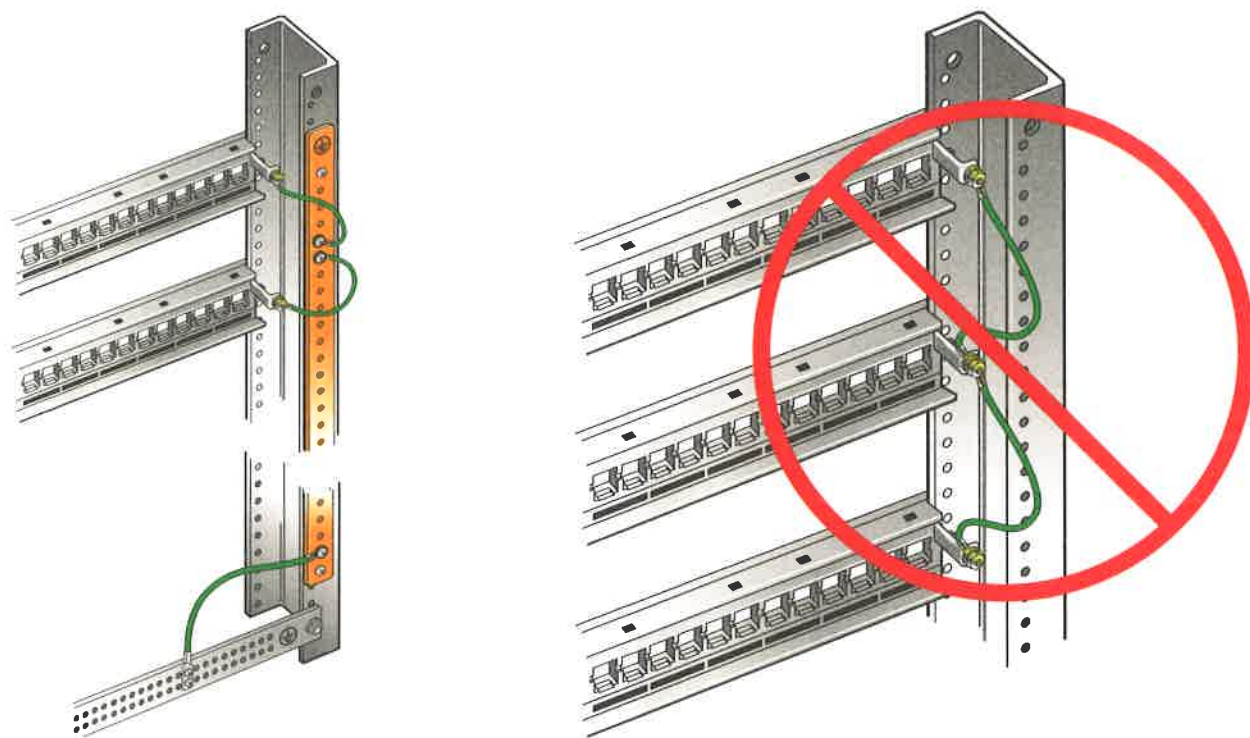


Figure 13: Mise à terre des Panels

Les distances entre les câbles à courant fort et courant faible sont traitées dans la norme EN 51074-2 et dépendent de trois facteurs:

- Classification du câble (selon le fabricant)
- Distances de coupure minimale en fonction du canal à câble choisi
- Facteur pour le nombre de câbles d'alimentation

2.4.2 Référence de signal fiable dans toute l'installation informatique

Les courants vagabonds et les coups de foudre peuvent provoquer des différences de tension dans l'installation informatique, lesquelles risquent de causer un défaut dans les appareils informatiques.

Les systèmes non blindés ne peuvent pas transmettre de courants vagabonds et assurent une séparation efficace entre le courant fort et le courant faible. Dans ce cas, une structure en arborescence minimale pour la mise à la terre et la liaison équipotentielle suffit.

Dans les systèmes blindés, les perturbations sont transmises par les blindages. Pour assurer une référence de signal fiable, il faut donc les minimiser au maximum. Dans ce cas, une structure de mise à la terre maillée est nécessaire.

2.4.3 Protection contre le rayonnement électromagnétique

Elle dépend de l'environnement et du type d'installation.

Les points suivants doivent être respectés pour les câblages blindés:

Le blindage doit être continu entre l'émetteur et le récepteur. Si ce blindage ne peut pas être assuré, par exemple pour l'utilisation d'ordinateurs portables, de téléphones et d'appareils IP qui ne présentent pas de connexion à la terre, etc., la prise du poste de travail doit être reliée directement au système de mise à la terre. Lorsque le blindage n'est mis à la terre qu'à une extrémité, l'efficacité du blindage dépend, pour les champs électriques à basse fréquence, de la capacité de puissance du blindage du câble.

Pour améliorer l'efficacité du blindage lors de forts champs magnétiques à très basses fréquences (p.ex. 50Hz), des matériaux spécifiques de blindage (p.ex. μ -métal, Permalloy) sont nécessaires.

Dans les installations dont les circuits électriques sont découplés (p.ex. salles d'opération), il faut veiller à ce que les câbles de données blindés soient découplés ainsi que leur blindage.

L'annexe A de la norme EN 51074-1 contient une liste de contrôle CEM qui inclut les mesures.

Pour le choix des composants, il faut veiller à ce que les modules de raccordement et les connecteurs soient blindés CEM et à ce que les câbles d'installation correspondent au minimum à la classe de séparation c (séparation entre les câbles informatiques et les câbles d'alimentation électrique).



Figure 14: Module de raccordement et connecteur résistant CEM

2.5 Concept d'exploitation et de documentation

Un concept d'exploitation doit être spécifié pour assurer un fonctionnement, un entretien et une maintenance à la fois efficaces et performants de l'infrastructure de câblage. Toutes les informations produites pour ou par le système d'administration doivent être datées. Il faut procéder au contrôle des modifications et conserver cette documentation pendant une durée minimale définie.

Le concept de documentation dépend de la taille et de la complexité de l'entreprise. Elle est classée selon différents niveaux en fonction des raccordements gérés. Le marquage des composants et la documentation de l'ensemble de l'infrastructure de câblage doivent être spécifiés avec précision et l'administration assurée avec des outils électroniques pour les degrés 2, 3 et 4.

Nombre de raccordements gérés	de 2 à 100	de 101 à 500	de 501 à 5000	> 5000
Immeuble administratif	Degré 1	Degré 1	Degré 2	Degré 3
Bâtiment à usage industriel	Degré 1	Degré 1	Degré 2	Degré 3
Appartements	Degré 1	Degré 1	Degré 1	Degré 1
Habitations	Degré 1	Degré 1	Degré 2	Degré 3
Centres de calcul	Degré 2	Degré 3	Degré 4	Degré 4

Tableau 3: Degré de complexité en fonctionnement

La documentation électronique simple peut être réalisée dans un programme de tableurs. Avec un système de gestion intelligente des câbles, il est possible de documenter l'emplacement actuel des appareils terminaux et des racks, les composants et la configuration des racks, l'ensemble du câblage, incl. brassages, ainsi que la consommation, ce qui peut simplifier considérablement l'administration. Les systèmes de gestion des câbles peuvent être complétés par des systèmes de surveillance des lignes à monter ensuite.

Le contrôle des emplacements et des brassages peut se faire sans contact par des moyens visuels ou par RFID ou par contact, avec la neuvième broche. Il faut veiller à intégrer également les lignes cuivre et FO.

Deux exemples sont présentés ci-après.



Figure 15: Contrôle des points de connexion et des brassages

L'exemple ci-dessous présente une variante possible de système intelligent de gestion des câbles.

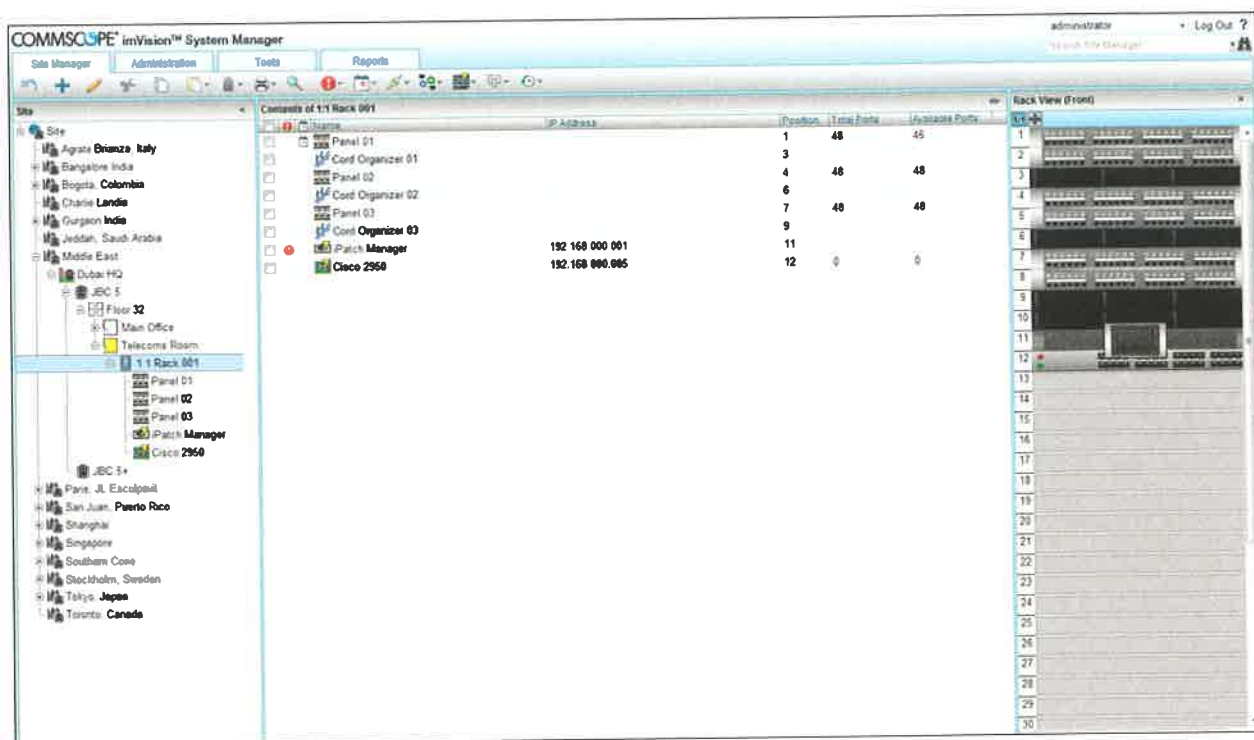


Figure 16: Système de gestion des câbles

3. Étude de projet / Planification

3.1 Bases

3.1.1 Câblage structuré

Le câblage structuré pour la voix et les données est organisé en trois domaines. Ils sont définis comme secteurs : primaire, secondaire et tertiaire.

Le secteur primaire

comprend le câblage des bâtiments d'un site les uns avec les autres. On parle parfois aussi de câblage de campus. Le secteur primaire comprend le répartiteur de site (RS) pour relier le site à l'extérieur, le répartiteur du bâtiment (RB) ainsi que les câbles entre les répartiteurs de bâtiment (câblage primaire) d'un LAN (Local Area Network). A l'exception des câbles téléphoniques, il se compose presque exclusivement de câbles à fibre optique qui courent de chaque bâtiment vers un répartiteur de bâtiment central.

Le secteur secondaire

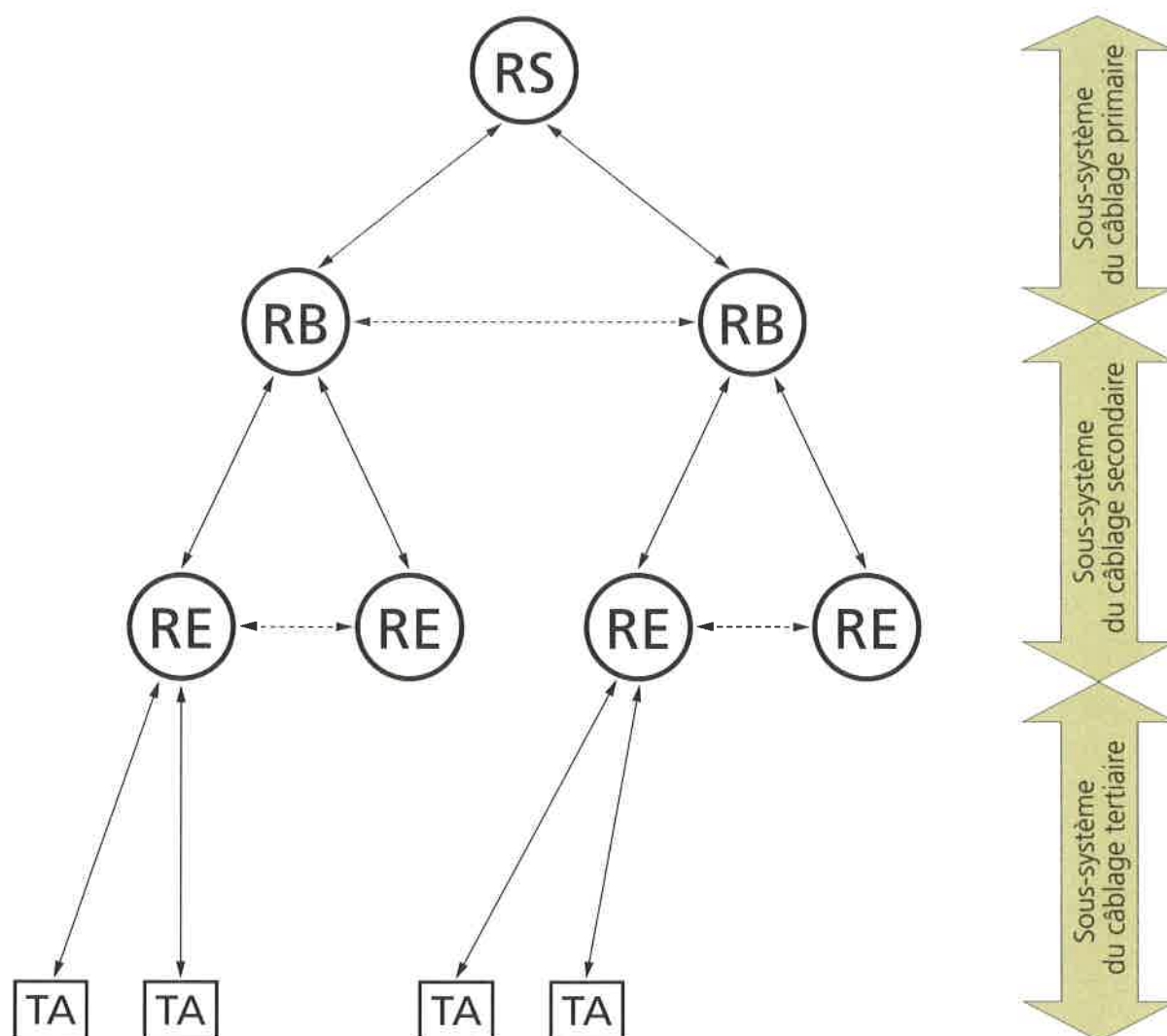
comprend le câblage vertical des étages, autrement dit le câblage des étages d'un bâtiment entre eux. On l'appelle également colonne montante. Le secteur secondaire contient les répartiteurs de bâtiment (RB) et les câbles qui conduisent du répartiteur du bâtiment (généralement placé dans la salle des serveurs) aux répartiteurs d'étage (RE). Selon la norme EN 50173-2, un répartiteur d'étage au minimum doit être installé à chaque étage d'un bâtiment. Il est cependant autorisé de couvrir plusieurs étages à faible occupation avec un répartiteur. De même, il est possible d'installer plusieurs répartiteurs lorsque les étages présentent une forte occupation ou sont très étendus.

Le secteur tertiaire

comprend le câblage d'étage horizontal, autrement dit le câblage à l'intérieur des étages d'un bâtiment. On l'appelle également câblage d'étage. Les lignes de données courent du répartiteur d'étage aux prises de raccordement des postes de travail et des zones communes. On utilise principalement des lignes de cuivre Twisted Pair et des prises de raccordement/panneaux de distribution munis de connexions RJ45. Les conducteurs à fibre optique (câble ou Blow Fiber) allant jusqu'au poste de travail peuvent constituer une alternative intéressante selon la performance, la taille du réseau, l'extension ou la flexibilité d'extension nécessaires.

Le réseau téléphonique

est généralement réalisé avec des lignes de données. Les raccordements téléphoniques communiquent en général par 2 ou 4 conducteurs. Il faut donc veiller à occuper les broches en conséquence. En connectant les huit conducteurs d'un câble dans le connecteur RJ45, ce dernier peut être utilisé pour le téléphone ou l'informatique. Lorsque la répartition des signaux téléphoniques et informatiques utilise la même infrastructure de réseau, on parle de réseau convergent.



◄-----► Liaisons optionnelles

Abréviations et signification

RS	Répartiteur de site
RB	Répartiteur de bâtiment
RE	Répartiteur d'étage
TA	Prise informatique

Figure 17: Topologie d'un câblage structuré

Longueurs de câble maximales

Il faut tenir compte des longueurs maximales admissibles pour les câbles dans la planification. Le tableau ci-dessous présente les principes à appliquer.

Sous-système	Liaisons	Type de câble	Longueur de câble maximale
Câblage primaire	RS $\leftrightarrow$ RB	Câble optique Singlemode OS1/OS2	1'500 m
Câblage secondaire	RB $\leftrightarrow$ RE	– Câble optique Singlemode OS1/OS2 – Câble optique Multimode OM3	500 m 300 m
Câblage tertiaire	RE $\leftrightarrow$ RI	– Câble optique Singlemode OS1/OS2 – Câble optique Multimode OM3	500 m 300 m
Câblage tertiaire	RE $\leftrightarrow$ TA	Câble en cuivre à paire torsadée	90 m

Tableau 4: Longueurs de câble maximales

3.1.2 Exigences générales

Pour que la planification, l'installation et l'exploitation d'un réseau soient conformes aux règles de l'art, on se réfère à des normes qui garantissent une transmission des données sans perturbation et sécurisée pour le futur. Il est donc impératif de connaître le contenu des normes et de l'appliquer. La norme EN 50173 définit différentes classes de performance. La classe de performance s'applique à l'ensemble de la liaison de câblage pour laquelle on établit une distinction entre liaison d'installation et liaison de transmission.

La liaison d'installation (Permanent Link) comprend les composants raccordés ou posés de manière fixe. Elle se compose du panneau de distribution, du câble d'installation et de la prise de raccordement, sans câble de raccordement ni cordon de brassage.

La liaison de transmission (Channel) correspond à l'ensemble de la liaison entre deux appareils, par exemple entre le PC d'un poste de travail et un commutateur dans un rack, y compris tous les câbles de raccordement et les cordons de brassage. En règle générale, on ne procède à des mesures sur la liaison de transmission que dans le cadre de la recherche de défauts afin de s'assurer que tous les composants fonctionnent correctement. Après l'exécution du câblage, il est recommandé de procéder à des mesures de la liaison d'installation.

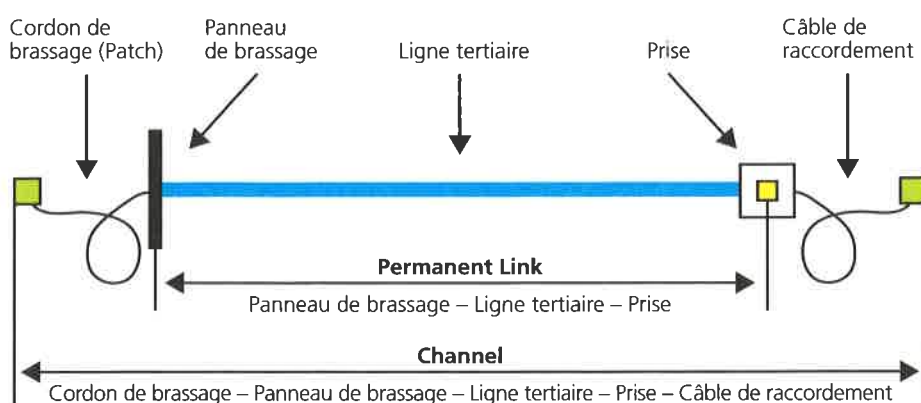


Figure 18: Channel Link et Permanent Link

Dans les chantiers de construction, il convient d'utiliser un seul système de câblage à l'intérieur d'un bâtiment, c'est-à-dire d'utiliser des composants provenant d'un seul fabricant. Sur des câblages existants, les extensions doivent être effectuées de manière analogue aux systèmes en place. Dans le cas où les composants ont évolué, il convient d'agir après discussion avec le fournisseur.

La spécification de la liaison de transmission reprend le modèle des applications réseau :

Câblage tertiaire

Le câblage tertiaire doit être conçu de manière à assurer une capacité de puissance correspondant aux classes D/EA ou supérieures selon la norme EN 50173-1.

Câblage primaire et secondaire

Le câblage primaire et secondaire doit être conçu de manière à assurer à la liaison de transmission une capacité de puissance pour les classes définies dans la norme EN 50173-1.

Le câblage doit être spécifié de manière à couvrir les applications réseau futures pendant sa durée de vie. Afin de garantir les performances du CUC, il convient d'employer uniquement des matériaux homologués et spécifiés en détail conformément aux normes internationales.

3.1.3 Câblage en cuivre symétrique

Classe et catégorie

La classe d'application du réseau se distingue fondamentalement de la catégorie. La classe d'application du réseau (ou classe) se rapporte toujours à une liaison de câblage installée, tandis que la catégorie concerne uniquement certains composants, par exemple le câble ou la prise de raccordement seulement. La catégorie est testée par le fabricant ou un laboratoire d'essai. Sur le terrain, il convient de procéder aux tests selon les classes.

Catégorie	Classe	Gamme de fréquences	Compatible avec Ethernet
5	D	100 MHz	10/100BaseT
5e	D	100 MHz	10/100/1GBBaseT
6	E	250 MHz	10/100/1GBBaseT
6 _A	E _A	500 MHz	10/100/1GB/10GBBaseT
7	F	600 MHz	10/100/1GB/10GBBaseT
7 _A	F _A	1000 MHz	10/100/1GB/10GBBaseT

Tableau 5: Classes, catégories et fréquences

Les restrictions générales suivantes s'appliquent:

- La longueur physique de la liaison de transmission ne doit pas excéder 100m
- La longueur physique du câble tertiaire ne doit pas excéder 90m. le cas échéant, selon la longueur des câbles du point de consolidation et des cordons de brassage, ainsi que selon le nombre de connexions, elle pourra être plus courte.
- Avec un raccordement informatique multiple, la longueur du cordon de brassage ne doit pas excéder 20m
- Avec un point de consolidation, la longueur du câble tertiaire doit mesurer au minimum 15m et ne doit pas excéder 60m.
De cette manière, on diminue l'influence des connecteurs multiples situés à proximité immédiate sur l'affaiblissement NEXT et RL, et la longueur maximale admissible est respectée
- La longueur des différents cordons de brassage ne doit pas excéder 5m, sinon la longueur de la liaison doit être raccourcie en conséquence.

Particularités de PoE (norme IEEE 802.3af-2003) et de PoE plus (IEEE 802.3at-2009):**Power over Ethernet (PoE)**

Avec le Power over Ethernet, les appareils terminaux sont alimentés en électricité par la liaison de données.

Le comité de normalisation américain IEEE a défini la technique nécessaire dans les normes IEEE 802.3af et IEEE 802.3at. L'utilisation massive des liaisons de données pour la transmission d'électricité (PoE, PoE plus) oblige de tenir compte de conditions supplémentaires pour la planification des réseaux de données dans ces domaines d'application. Dans le cas de PoEplus notamment (puissance étendue de 15,4W à 25,5W par rapport à PoE), l'exposition des lignes à un courant plus fort s'accompagne d'un échauffement plus marqué. Cet aspect doit être pris en compte pour le choix du type de lignes et pour le mode de pose, a fortiori lorsque les lignes sont massivement rassemblées en faisceaux et que la densité est élevée dans les chemins de câbles. Dans les cas extrêmes, l'élévation de chaleur dans le faisceau de câbles (environnement + élévation de température) a pour effet d'augmenter l'atténuation, ce qui peut avoir pour conséquence de diminuer la longueur maximale admissible des câbles.

Dans les installations à la norme PoE et a fortiori PoE+, la qualité des composants de raccordement (prises/panneaux de répartition) est extrêmement importante, puisque les contacts de dimensions infimes servent à la fois à la transmission des données et de l'énergie. Comme les lignes acheminent également le courant pour divers composants, des traces de brûlure se forment en cas de déconnexion sous charge, ce qui réduit le nombre de cycles d'enfichage. Il importe par ailleurs d'utiliser des câbles de grande section (AWG 22).

Norme	IEEE 802.3 af	IEEE 802.3 at
Version	Juli 2003	September 2009
Tension	48 V DC	53 V DC
Puissance	15 W	30 W
Puissance à l'appareil terminal	12.95 W	24.6 W
Courant par adaptateur	350 mA	600 mA

Tableau 6: Power over Ethernet (PoE): normes

3.1.4 Fibre optique

Les conducteurs à fibre optique sont définis d'après leur construction mécanique (diamètre d'âme/gaine) et la catégorie de leur capacité de transmission.

Lorsque plusieurs structures mécaniques de câble ou plusieurs catégories de conducteur à fibre optique sont utilisés dans un sous-système du câblage, un marquage correspondant doit être apposé sur le câblage de manière à permettre l'identification univoque de chaque catégorie.

Le choix des composants à fibre optique est déterminé par les longueurs requises pour les liaisons de transmission et par les applications réseau à réaliser.

Le câblage doit être conçu en utilisant les classes de liaison OF-100, OF-300, OF-500 et OF-2000 définies dans le tableau ci-dessous (où OF signifie Optical Fiber et le nombre correspond à la longueur).

Les différentes fibres sont réparties dans les catégories OM1/2/3/4 et OS1/2.

Les conducteurs à fibre optique pour câblages LAN sont répartis en différentes classes de puissance selon la norme ISO/CEI 11801 ainsi que la norme DIN EN 50173. Pour les fibres multimodes, il existe les quatre classes OM1 à OM4, pour les fibres Singlemode OS1 et OS2, les fibres OS2 ayant évincé les fibres OS1. À des vitesses de transmission maximales de 100Mbit/s, des diodes lumineuses (LED) sont généralement utilisées pour l'éclairage. Avec du Gigabit et du 10 Gigabit Ethernet, le comportement de commutation des LED ne suffit plus. Il faut utiliser des lasers. À une longueur d'onde de 850nm, il est possible d'utiliser des lasers à semi-conducteur bon marché, appelés VCSEL (vertical cavity surface emitting laser). Pour les autres longueurs d'onde (p.ex. 1310nm ou 1550nm), il faut utiliser des lasers classiques.

Catégorie	Code couleur gaine	Type de fibre	Atténuation en dB/km par longueur d'onde				Bande passante modale minimale		
							OFL ¹ in MHz x km		EMB ² in MHz x km
			850 nm	1'310 nm	1'383 nm	1'550 nm	850 nm	1'310 nm	
Fibres multimodes									
OM1	Orange	G62,5/125	3,5	1,5	n.a.	n.a.	200	500	n.a.
OM2	Orange	G50/125	3,5	1,5	n.a.	n.a.	500	500	n.a.
OM3	Aqua	G50/125	3,5	1,5	n.a.	n.a.	1'500	500	2'000
OM4	Aqua ³	G50/125	3,5	1,5	n.a.	n.a.	3'500	500	4'700
Fibres singlemode (fibres monomodes)									
OS1	Jaune	E9/125	n.a.	1,0	n.a.	1,0	n.a.		
OS2	Jaune	E9/125	n.a.	0,4	0,4	0,4	n.a.		

¹ OFL = Bande passante en mode Overfilled

² EMB = Bande passante modale effective

³ Certains fabricants proposent également du magenta pour OM4.

Tableau 7: Atténuation et marquage des câbles optiques

3.1.5 CEM

Les normes contiennent des exigences et des lignes directrices détaillées en ce qui concerne la planification et l'installation. Les éléments suivants y sont notamment définis:

- Planification en fonction de l'application du réseau, de l'environnement électromagnétique, de l'infrastructure du bâtiment et des équipements nécessaires
- Règles d'installation pour les câblages en cuivre et en fibre optique
- Exigences relatives à l'exploitation satisfaisante du câblage
- Pratiques et procédures garantissant que le câblage est conforme aux spécifications demandées

Les câbles et les lignes blindés permettent d'améliorer la compatibilité électromagnétique des influences parasites sur les brins conducteurs. Les points suivants sont notamment requis:

- Le blindage doit être continu sur toute la longueur et être relié aux deux extrémités
- Le blindage doit présenter une résistance d'accouplement minimale
- Le contact du blindage sur les raccordements doit agir à une faible valeur ohmique et selon le principe d'une cage de Faraday continue, si possible à 360°. Les raccordements du blindage n'utilisant qu'un fil (fil de masse) sont à proscrire, car ils ne sont efficaces qu'à basse fréquence. Les liaisons de blindage doivent être sécurisées et ne peuvent pas être utilisées comme soulagement de traction.

3.1.6 Points de transfert à l'intérieur des bâtiments

Un point de raccordement d'immeuble (PRI) est le point de transfert du câble extérieur à l'installation intérieure du bâtiment. Les points de raccordement d'immeuble peuvent être installés dans une pièce ou un endroit dégagé à l'intérieur des bâtiments. Les paramètres suivants doivent être pris en compte:

- Sécurité (accès, incendie, etc.)
- Environnement, installation dans des endroits secs qui ne risquent pas d'être inondés
- Le cas échéant, exécution étanche des voies de câbles (chemins, canaux, conduites) pour éviter que de l'eau, des liquides ou des gaz n'y pénètrent

Pour déterminer correctement l'encombrement nécessaire, il faut tenir compte des composants suivants:

- Interface externes et équipements correspondants
- Systèmes de protection contre la foudre et la surtension
- Composants supplémentaires exigés par les prescriptions locales

Si des câbles externes contenant des matériaux inflammables non conformes aux exigences minimales de performance définies dans la norme EN 60332-1-2 «Essais des câbles électriques et à fibres optiques soumis au feu, Parties 1-2» pénètrent dans un bâtiment, ces câbles informatiques doivent être reliés de manière fixe dans les 2m suivant le point d'entrée du coupe-feu extérieur (murs, plancher ou plafond). Pour le cas où cela ne serait pas possible (c.-à-d. plus de 2m de long), les câbles doivent être posés dans des canaux d'installation ou des conduites d'installation électrique considérés comme pare-feu selon les prescriptions locales de protection contre les incendies.

3.1.7 Chemins de câbles

Les exigences suivantes s'appliquent aux chemins de câbles et aux dispositifs de traction:

- Ils doivent être accessibles librement et ne doivent pas être masqués par d'autres installations fixes du bâtiment
- L'installation et l'entretien ne doivent présenter aucun risque pour le personnel et l'équipement
- Espace suffisant pour tous les dispositifs nécessaires à l'installation (rouleaux de câbles, systèmes de déroulage, etc.)
- Les systèmes et les chemins de câbles doivent protéger le câblage contre les dommages et les déformations dus à des influences physiques et climatiques pendant l'installation et l'exploitation.
- La protection doit être assurée, quels que soient le lieu d'installation, la construction du chemin/ système de câbles ou une combinaison des deux (exception: colonnes montantes, au-dessus de plafonds suspendus, dans les planchers creux, les salles techniques).
- Les éléments relevant d'autres installations de distribution (eau, chauffage, climatisation, sprinklers) ne doivent pas être utilisés comme chemins de câbles ou comme support pour des systèmes de cheminement de câbles.

Le cheminement des câbles doit permettre de fixer les systèmes de chemins de câbles sélectionnés et ensuite de les remplir. Il convient de tenir compte des points suivants:

- Méthode d'installation et type de pose
- Poids de la quantité prévue de câbles
- Possibilité d'ajouter des câbles en cas d'extension et par d'autres services ou tiers

Les câbles redondants doivent être posés dans des chemins de câbles distincts.

Il convient d'éviter les cheminements parallèles dans lesquels les câbles sont organisés selon une affectation physique fixe. Ce principe peut être admis au besoin lorsque l'influence sur les performances de transmissions a été prise en compte par la spécification du câble.

3.1.8 Racks, armoires, bâtis et châssis

Les facteurs suivants doivent être pris en compte pour sélectionner l'emplacement des racks, des armoires, des bâtis et des châssis:

- Par la suite, il doit être possible de réaliser à tout moment des mesures et des interventions d'entretien
- Les agrandissements et les extensions du câblage installé ne doivent pas mettre en danger le personnel exécutant
- La pièce, la capacité de charge du plancher et les autres éléments nécessaires aux équipements informatiques présentent les qualités requises
- Espace dégagé sur 1.20 m au moins à tous les endroits où un accès est nécessaire
- Installation de câbles supplémentaires sans interruption importante de l'exploitation

Les armoires, les bâtis et les châssis ne doivent pas être installés dans les endroits suivants:

- Toilettes et cuisines
- Issues de secours (où ils gêneraient)
- Plafond et faux-planchers
- Armoires ou terminaisons qui contiennent des conduites d'installation d'extinction ou d'autres dispositifs d'installation d'extinction d'incendie
- Locaux menacés d'inondation

Les armoires, les bâtis et les châssis doivent assurer la protection physique nécessaire du câblage informatique installé et de ses équipements.

- La conception et le dimensionnement doivent assurer le respect des rayons de courbure minimaux
- Des dispositifs pour la gestion des cordons de brassage doivent être prévus
- Des soulagements de traction doivent être prévus au niveau du point de raccordement
- Les fixations doivent assurer la protection nécessaire des câbles et des systèmes de connexion
- Des accessoires doivent être prévus pour la mise à la terre de protection et fonctionne pour les éléments encastrés et les câblages
- Une ventilation suffisante doit être installée pour les éléments encastrés prévisibles
- Les exigences relatives à la séparation des câbles de transmission de donnée et de puissance doivent être respectées

Sur demande, une surveillance doit être prévue pour la pièce ou l'armoire.

3.1.9 Points de raccordement

La disposition et l'exécution des points de raccordement dans le répartiteur doivent:

- permettre un accès en sécurité pendant l'installation, l'exploitation et l'entretien
- assurer que les exigences relatives aux propriétés de transmissions sont respectées
- assurer une protection contre la pénétration de poussières, de liquides ou d'autres salissures
- tenir compte des exigences de sécurité imposées aux installations informatiques raccordées (p.ex. protection extractible)

Les points de raccordements disposés dans des armoires, des bâtis et des châssis posés sur le sol doivent être placés à une hauteur comprise entre 0.15m et 2.5m au-dessus du plancher fini.

3.2 Bâtiments administratifs

3.2.1 Structure schématique du CUC

Un câblage de communication générique dans un bâtiment administratif intègre jusqu'à trois types de sous-systèmes de câblage: les câblages primaires, secondaires et tertiaire (câblage horizontal).

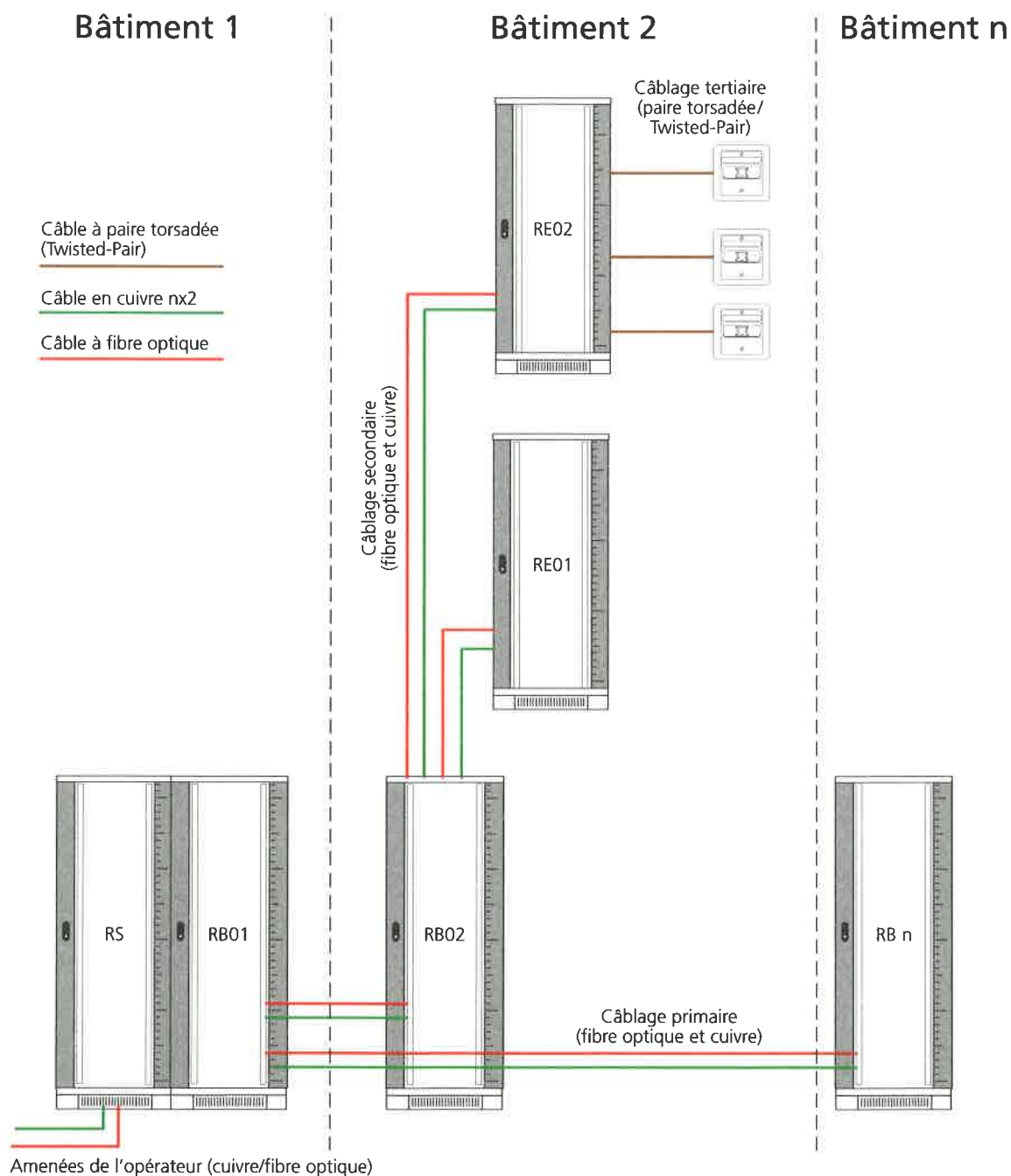


Figure 19: Structure schématique du CUC dans un immeuble administratif

Les structures de câblage centralisées regroupent les liaisons de transmission primaire/secondaire et tertiaire. Les liaisons de transmission sont réalisées dans les répartiteurs au moyen de connexions passives. Ces connexions sont faites en utilisant soit des brassages soit des interconnexions (épissures). Dans le cas d'un câblage à fibre optique, le recours aux épissures permet d'établir des connexions dans les répartiteurs. Le câblage est cependant alors moins à même de supporter une nouvelle configuration. Dans certaines conditions, par exemple pour des raisons liées à la sécurité du réseau ou à la disponibilité, des redondances peuvent être prévues dans le câblage.

3.2.2 Disposition des éléments

La norme EN50173 prévoit différents modèles pour la liaison d'installation en fonction du nombre de connecteurs. Les connexions sur les composants actifs et les appareils terminaux ne sont pas prises en compte.

Le modèle à 2 connecteurs, cas le plus simple, prévoit une connexion sur le panneau de distribution et une autre sur la prise de raccordement. Les plus hautes exigences relatives au câblage et donc aux composants considérés individuellement proviennent du modèle à 4 connecteurs, qui prévoit deux connexions de plus que le modèle à 2 connecteurs. La première au niveau du point de consolidation, à proximité des prises de raccordement, dont l'utilisation est répandue dans les bureaux paysagers. La deuxième dans le répartiteur pour que les raccordements des composants actifs puissent être amenés sur un panneau de répartition spécifique. Les brassages ont lieu entre le panneau de répartition des composants actifs et le panneau de répartition du câblage tertiaire. Cette méthode est dite «cross connect». Ce type d'installation est très rare chez nous. Avec des points de consolidation, on préfère généralement travailler avec le modèle à 3 connecteurs. Il est important de respecter les longueurs maximales de lignes.

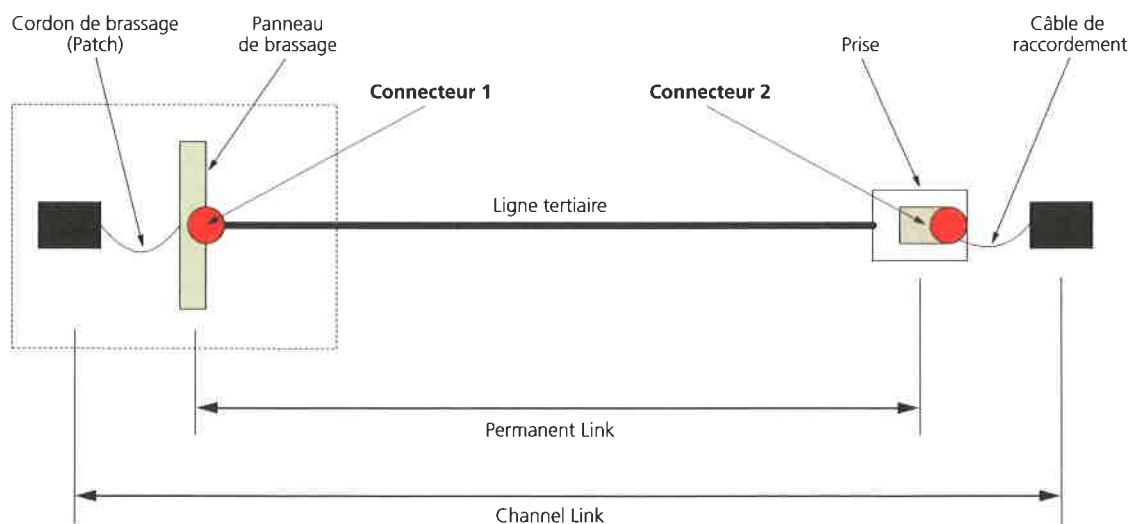


Figure 20: Modèle à 2 connecteurs

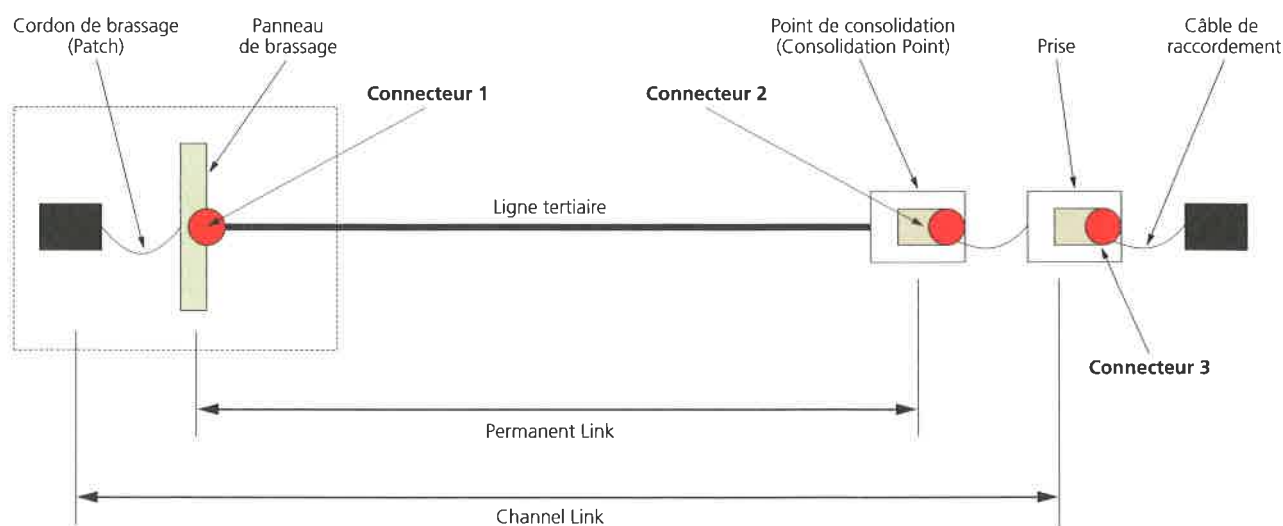


Figure 21: Modèle à 3 connecteurs

3.2.3 Répartiteurs

Il convient de prévoir au moins un répartiteur d'étage pour 1'000m² de bureaux. Un répartiteur d'étage au minimum doit être présent à chaque étage. Lorsqu'un étage présente un faible taux d'occupation (p.ex. un hall de réception), il est autorisé de relier cet étage au répartiteur d'étage de l'étage voisin. Lorsqu'une zone d'étage s'étend sur plus de 1'000m², il peut être nécessaire d'installer plusieurs répartiteurs d'étage afin d'assurer un service plus performant aux postes de travail. Les fonctions de plusieurs distributeurs peuvent être regroupées.

3.2.4 Prise informatique (TA)

Le dimensionnement d'un câblage générique doit prévoir l'installation de raccordements informatiques dans toute la zone d'étage utile. Les prises informatiques peuvent être disposées individuellement ou en groupe. Elles doivent toujours être placées en un lieu accessible pour l'utilisateur. Il convient de tenir compte du fait que:

- chaque poste de travail doit être desservi par au moins deux prises informatiques
- la première prise informatique doit être prévue pour un câble de cuivre symétrique à quatre paires
- la deuxième prise peut être utilisée par deux fibres de conducteurs à fibre optique ou un câble symétrique à quatre paires
- seul le nombre effectivement nécessaire de câbles CUC est installé pour les raccordements individuels, comme les imprimantes et les téléphones dans les corridors
- chaque raccordement informatique doit disposer d'un marquage résistant, visible par l'utilisateur
- les dispositifs éventuels, tels que convertisseur asymétrique-symétrique ou éléments pour l'ajustement de l'impédance, soient disposés en dehors de la prise informatique

Il est recommandé de prévoir trois raccordements CUC par poste de travail. Avec des imprimantes volumineuses (appareils multifonctions), il est important de prévoir un deuxième raccordement pour la réception des fax.

3.2.5 Point de consolidation (CP)

L'installation d'un point de consolidation dans le câblage horizontal entre le répartiteur d'étage et la prise informatique peut s'avérer utile dans les bureaux paysagers où la pose des prises informatiques dans les postes de travail requiert de la flexibilité. Un point de consolidation est autorisé entre un répartiteur d'étage et une prise informatique quelconque. Le point de consolidation ne peut contenir que des connexions passives.

L'utilisation des points de consolidation est en outre régie par les points suivants:

- a) Le point de consolidation doit être disposé de manière à ce que chaque groupe de postes de travail soit desservi par au moins un point de consolidation
- b) Le point de consolidation doit desservir douze postes de travail au maximum
- c) Le point de consolidation devrait être placé à des endroits qui resteront accessibles durablement, comme des évidements dans les plafonds et des dalles dans les planchers des sous-sols
- d) Dans le cas d'un câblage de cuivre symétrique, il faut tenir compte, dès la planification de la longueur des câbles, de l'influence de connexions multiples très rapprochées sur les performances de transmission
- e) Les exigences relatives au marquage et à la documentation doivent être respectées pour le point de consolidation

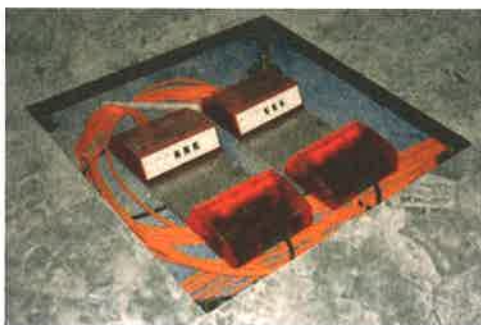


Figure 22: Exemple de point de consolidation

3.2.6 Expériences pratiques

Protection des lignes

Pour les câbles situés dans les zones publiques (garages, etc.), il convient de définir si d'éventuelles mesures de protection contre le sabotage, les dommages ou le risque d'incendie sont nécessaires.

Câblage primaire

Les différents câbles primaires sont amenés jusqu'au répartiteur dans le PCP/PCS central (point de concentration primaire/point de concentration secondaire).

Pour le câblage de site ou du bâtiment, les câbles suivants sont utilisés selon les besoins:

Téléphonie et courant faible général: câbles PE-ALT, nx4x0.6mmØ.

Données: câbles à fibre optique Singlemode (SM).

Le nombre de fibres dépend de l'immeuble et peut être défini par le fournisseur de services.

Câblage secondaire

Des câbles à fibre optique Singlemode (SM) sont utilisés pour la partie données.
Le nombre de fibres dépend du concept de réseau logique de l'entreprise.

Câblage secondaire pour la téléphonie dans les bâtiments équipés du VOIP

Dans les nouveaux bâtiments, le VOIP (Voice over IP) est souvent utilisé. Le poste téléphonique est relié directement au commutateur Ethernet par le CUC, tandis que le PC est connecté à la sortie Ethernet du téléphone VOIP. Une installation téléphonique distincte n'est nécessaire que pour certaines applications, comme le fax, le modem, les distributeurs de denrées alimentaires, les téléphones de secours, etc., ainsi que pour l'établissement des raccordements au réseau.

Câblage secondaire pour la téléphonie dans les bâtiments sans VOIP

Ces câbles téléphoniques sont utilisés dans les bâtiments neufs et existants en cas d'utilisation de systèmes téléphoniques conventionnels ou hybrides. Pour le câblage secondaire, on utilise des câbles U72 du commerce. Le dimensionnement dépend du nombre de postes de travail.

Exemple: Total des câbles individuels CUC x 0.375 = part du câble principal

Nombre de postes de travail	Raccordements CUC par poste de travail	Total des raccordements CUC	Nombre de raccordements téléphoniques (CUC x 0.375)	Câble téléphonique principal dans le câblage secondaire
3	3	9	3.375	1 x U72 5x4x0.6
20	3	60	22.5	1 x U72 30x4x0.6
100	2	300	112.5	4 x U72 30x4x0.6

Tableau 8: Exemple de dimensionnement du câble téléphonique principal

Les câbles de 30 ou 50x4x0.6mm Ø sont recommandés.

L'ensemble du câble doit être raccordé sur le même panneau.

Il faut utiliser au minimum des câbles 5x4x0.6mm Ø. Les dimensions de câbles différentes doivent être convenues avec le fournisseur de services.

Les raccordements téléphoniques sont reliés par un câble à 2 ou à 4 brins entre le répartiteur principal et le Voice Panel et par un câble à 8 brins entre le répartiteur d'étage et la prise du poste de travail via l'installation CUC.

L'utilisation de splitters T+T n'est pas recommandée. Elle doit être convenue au préalable avec le client.

3.3 Bâtiment à usage industriel

3.3.1 Structure schématique du CUC

Le câblage de communication générique de sites à usage industriel comprend jusqu'à trois sous-systèmes de câblage, à savoir les câblages primaire, secondaire et d'étage. Un câblage supplémentaire est nécessaire pour relier les dispositifs de surveillance et de commande des processus avec le câblage de communication générique. Comme il s'agit d'un câblage propre à une application, il n'est pas défini dans la norme EN 50173.

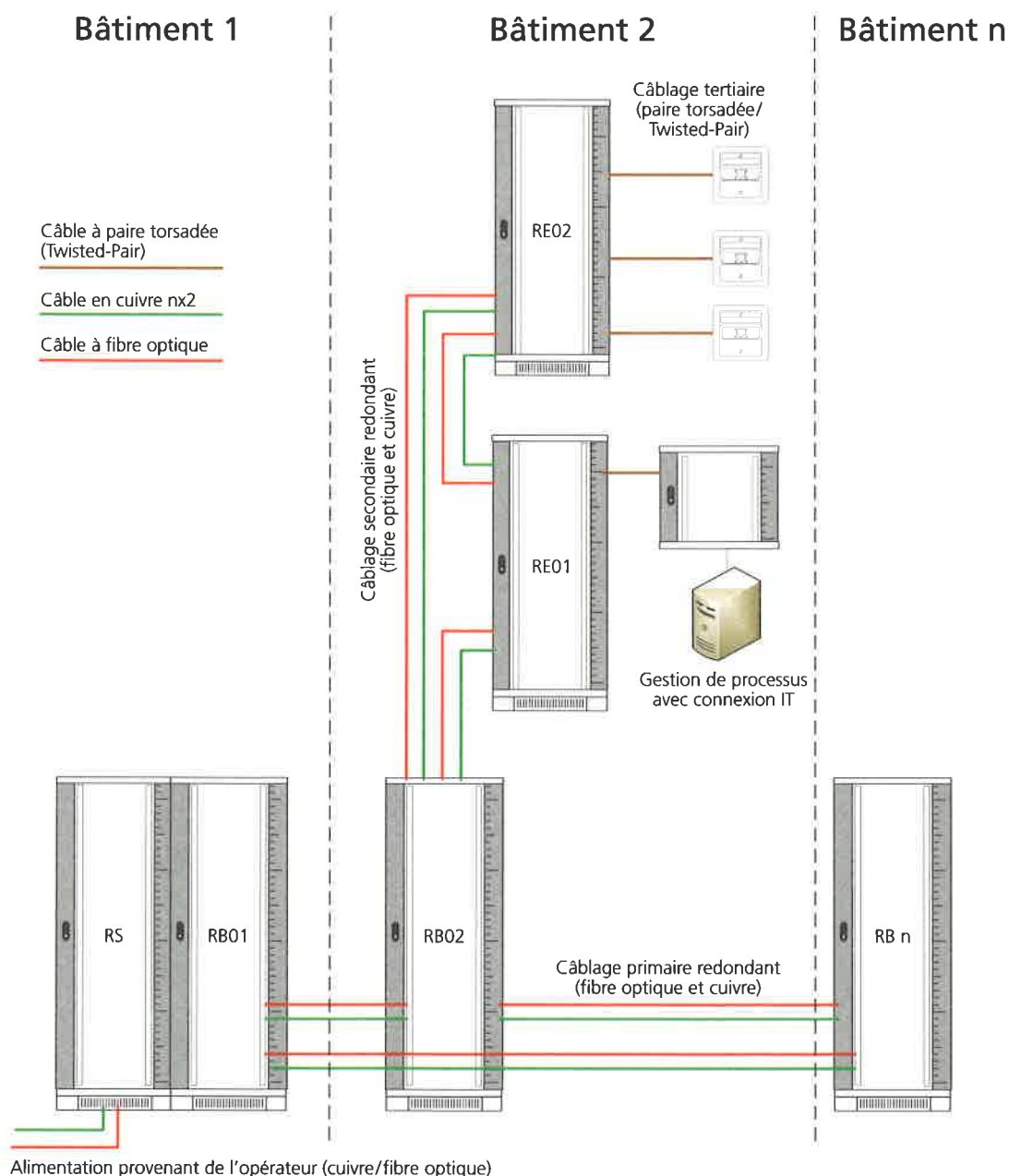
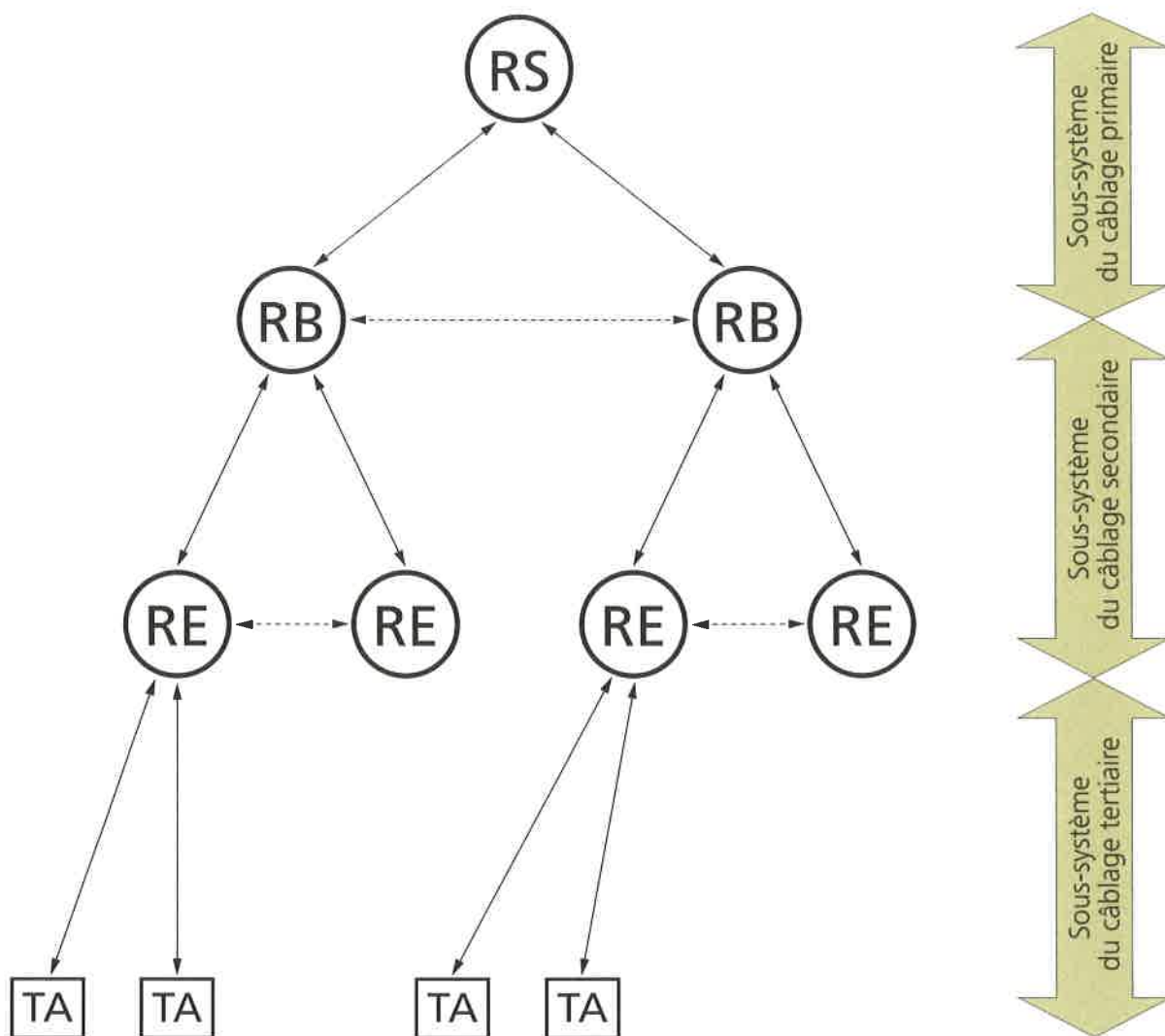


Figure 23: Structure schématique du CUC dans un environnement industriel

Les éléments fonctionnels des sous-systèmes de câblage dans les installations de communication générique à usage industriel sont raccordés de manière à former une structure hiérarchique.

Dans le contexte industriel, il est parfois pertinent de procéder à un câblage redondant, autrement dit qui emprunte plusieurs voies de raccordement possibles, pour des raisons liées à la sécurité de l'exploitation et du réseau ou à la disponibilité.



←-----→ Liaisons optionnelles

Abréviations et signification

RS	Répartiteur de site
RB	Répartiteur de bâtiment
RE	Répartiteur d'étage
TA	Prise informatique

Figure 24: Topologie d'un câblage structuré

3.3.2 Répartiteurs

La règle veut qu'il y ait un répartiteur dans chaque site. Le nombre de répartiteurs de bâtiment et d'étage doit être défini en fonction de la taille du bâtiment, de la surface des étages et de la disposition des appareils.

Si le site comprend un seul bâtiment de taille suffisamment modeste pour être desservi par un seul répartiteur de bâtiment, il n'est pas nécessaire de prévoir un sous-système de câblage primaire. Les répartiteurs doivent être disposés de telle manière que les longueurs de câble correspondent aux exigences de puissance sur les liaisons de transmission.

3.3.3 Prise informatique (TA)

L'installation et la disposition des prises informatiques doivent être prévues pour répondre aux exigences des appareils. Des prises informatiques nombreuses améliorent la flexibilité du câblage et permettent de procéder à des modifications. Les prises informatiques peuvent être disposées individuellement ou en groupe.

- a) Chaque appareil du réseau doit être desservi par au moins une prise informatique prévue à cet effet
- b) La prise informatique doit être équipée soit d'un câble de cuivre symétrique soit d'un conducteur à fibre optique
- c) Avec un câble de cuivre symétrique, il faut prévoir un câble symétrique à quatre paires dans la prise informatique
- d) Chaque raccordement informatique doit disposer d'un marquage visible par l'utilisateur
- e) Le cas échéant, les dispositifs applicatifs doivent être installés à l'extérieur de la prise informatique

Dans les milieux de production difficiles, les composants d'un réseau de données sont exposés à des contraintes bien plus importantes que dans les bâtiments administratifs: la poussière, l'humidité, les produits chimiques, les contraintes mécaniques, les températures extrêmes et les contraintes électromécaniques nettement supérieures mettent le câblage à rude épreuve et requièrent des exigences plus pointues.

L'exécution doit bien sûr être très résistante, mais également offrir une fiabilité et une disponibilité maximales, car les pannes aussi courtes soient-elles occasionnent forcément de lourdes pertes financières. Dans le milieu industriel, la qualité et la fiabilité des composants (en particulier les prises de raccordement et les connecteurs) revêtent une importance décisive.

Pour les locaux industriels, on complète la norme EN 50173-3 par d'autres normes de câblage, en particulier la norme ISO/CEI 24702 (Technologies de l'information - Câblage générique - Locaux industriels) et, pour les connecteurs, la norme CEI 61076-3-106.

Outre la qualité des composants qui doivent être parfaitement compatibles, la protection contre les substances liquides et solide constitue un élément important dans les applications industrielles. La norme internationale CEI 60529 définit un système de désignation simple appelé code IP (International Protection): le premier chiffre indique la protection contre la pénétration de corps solides (p.ex. poussières) et le deuxième la protection contre l'eau et l'humidité.

Indices de protection contre la poussière		Indices de protection contre l'eau	
Premier chiffre		Deuxième chiffre	
0	Aucune protection	0	Aucune protection
1	Protection contre la pénétration de corps étrangers solides de 50 mm de diamètre et plus	1	Protection contre l'infiltration de gouttes d'eau tombant à la verticale
2	Protection contre la pénétration de corps étrangers solides de 12,5 mm de diamètre et plus	2	Protection contre l'infiltration de gouttes d'eau tombant à la verticale lorsque l'enceinte est inclinée à 15°
3	Protection contre la pénétration de corps étrangers solides de 2,5 mm de diamètre et plus	3	Protection contre les pulvérisations d'eau
4	Protection contre la pénétration de corps étrangers solides de 1,0 mm de diamètre et plus	4	Protection contre les projections d'eau
5	Protection contre la poussière	5	Protection contre les jets d'eau
6	Étanchéité à la poussière	6	Protection contre les jets d'eau puissants
		7	Protection contre les effets d'une immersion temporaire dans l'eau
		8	Protection contre les effets d'une immersion continue dans l'eau

Tableau 9: Indices de protection selon la norme CEI 60529

Les points de raccordement destinés aux câbles informatiques et aux câbles d'alimentation électrique doivent être conçus pour éviter les dommages et la pénétration d'humidité et de salissures aux points de raccordement. Les câbles munis de connecteurs informatiques ne doivent pas être compatibles avec les raccordements de distribution électrique. Les dispositifs de répartition et de raccordement combinés permettant de raccorder des câbles informatiques et des câbles d'alimentation électrique, doivent être équipés de couvercles distincts.

À titre exceptionnel, un dispositif peut comporter un seul couvercle lorsque le câblage d'alimentation électrique reste protégé une fois le couvercle ouvert. Si le dispositif de répartition ou de raccordement comporte un boîtier métallique, il faut le relier à la terre de protection.

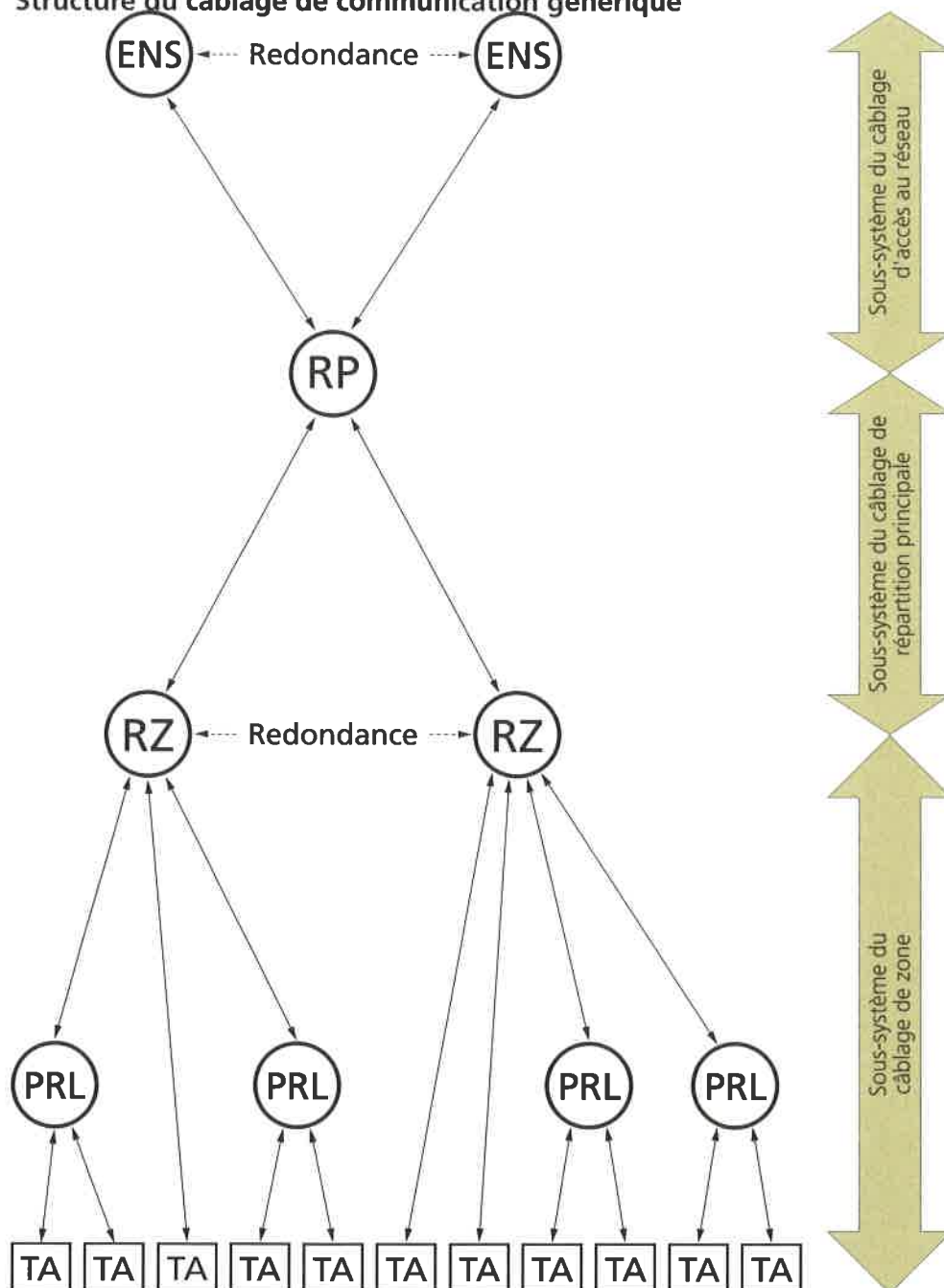
Les couvercles frontaux des câblages informatiques et électriques doivent être installés séparément et il faut également utiliser un outil pour pouvoir les ouvrir.



Figure 25: Exemple de contacteur RJ45 pour utilisation industrielle (IP67), source R&M

3.4 Centres de calcul

Structure du câblage de communication générique



◄-----► Liaisons redondantes

Figure 26: Topologie du câblage structuré dans un centre de calcul

Abréviations et signification

ENS	Interface avec le réseau externe
RP	Répartiteur principal
RZ	Répartiteur de zone
PRL	Point de répartition local
TA	Prise informatique

Les connexions entre les sous-systèmes de câblage sont soit actives (et requièrent alors des appareils liés à l'application), soit passives. La connexion d'un appareil lié à une application est réalisée au moyen d'une interconnexion ou d'un brassage au niveau du répartiteur principal ou du répartiteur de zone (cf. EN 50173-1).

La connexion d'appareils liés à une application est réalisée par des interconnexions (cf. EN 50173-1) au niveau d'une interface avec le réseau extérieur et d'un raccordement d'appareil.

Les connexions passives entre les sous-systèmes du câblage sont réalisées au moyen de brassages, de cordons de brassage, de paires de brassage ou d'interconnexions.

Mécanismes de protection fonctionnels du câblage

Pour assurer le fonctionnement sécurisé des centres de calcul, il est important de prévoir une protection contre les pannes dans une ou plusieurs parties de l'infrastructure. Ces mesures peuvent constituer la base à utiliser pour concevoir, pour le centre de calcul, un câblage de communication générique qui offre une certaine protection contre certains risques, tels que les dommages d'incendie ou les perturbations de l'alimentation externe du réseau.

Pour des raisons liées à la sécurité du réseau ou à la disponibilité, le câblage peut être conçu avec une redondance. La redondance peut être créée en utilisant plusieurs câbles entre les répartiteurs, ces câbles empruntant des cheminements différents. Le recours à plusieurs fournisseurs de service doit être étudié pour la redondance de service. Les fournisseurs de service doivent disposer chacun d'un chemin de câbles spécifique vers une interface spécifique avec le réseau extérieur.

Objectif de la planification

Afin de garantir une longue durée de fonctionnement, des interruptions brèves et des coûts minimes pour les recâblages éventuels, le câblage fixe doit obéir aux principes de conception suivants:

- a) Accepter un nombre élevé d'applications réseau actuelles et en cours de développement
- b) Tenir compte de l'augmentation prévue du nombre d'applications réseaux supportées pendant la durée de fonctionnement prévue de l'installation

Disposition des éléments fonctionnels

Le répartiteur principal (RP), le répartiteur de zone (RZ) et le point de répartition local doivent être implantés pour une longue durée dans des endroits accessibles à l'intérieur du centre de calcul. L'interface avec le réseau externe (ENS) doit être implantée pour une longue durée dans des endroits accessibles à l'intérieur ou à l'extérieur du centre de calcul.

Câblage de cuivre symétrique

Le câblage de répartition principale et le câblage de zone doivent être conçus de manière à assurer pendant toute la durée de vie du câblage, une performance de la liaison de transmission conforme la classe EA ou supérieure, comme défini dans la norme EN 50173-1, compte tenu des exigences

relatives aux applications de réseau supportées.

Câblage d'accès au réseau

Le câblage d'accès au réseau s'étend du répartiteur principal (ou du répartiteur de zone) jusqu'aux interfaces connectées avec le réseau externe et (ou) d'autres répartiteurs de bâtiment selon la norme EN 50173-1.

Le choix des composants de câblage symétrique est déterminé par les longueurs requises pour les liaisons de transmission et par la classe des applications réseau à réaliser. Dans la version défavorable, la liaison de transmission d'accès au réseau comprend un répartiteur de brassage à ses deux extrémités.

Câblage à fibre optique

Le câblage doit être conçu comme indiqué au chapitre 3.1.4 de manière à assurer à la liaison de transmission la capacité de puissance pour les classes OF-100, OF-300, OF-500, OF-2000, OF-5000 et OF-10000 définies dans la norme EN 50173-1).

Avec des conducteurs à fibre optique multimodes, le câblage de répartition principal et le câblage de zone sont doivent être conçus pour offrir au moins la capacité de puissance de la liaison de transmission de la classe OF-300.

3.5 WLAN, systèmes de bus

WLAN

L'IEEE 802.11 (ou Wireless LAN [WLAN], Wi-Fi) désigne une norme de l'IEEE relative à la communication dans les réseaux radio et est éditée par l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

La première version de la norme a été publiée en 1997. Elle spécifie l'accès au canal (MAC-Layer) et la couche physique (cf. modèle OSI) des réseaux locaux sans fil. Il existe aujourd'hui plusieurs actualisations de la norme IEEE802.11, connues sous les normes 802.11a à 802.11p.

Système de bus (bus de terrain)

Les bus de terrain destinés aux applications industrielles sont normalisés depuis 1999 dans le monde entier par la norme CEI 61158 (Communications numériques pour les systèmes de mesure et de commande – Bus de terrain utilisés dans les systèmes de commande industriels). Les différents bus de terrain sont spécifiés dans la norme CEI 61784-1 en tant que familles de profils de communication (CPF, Communication Profile Families). Les nouveaux bus de terrain Ethernet en temps réel sont spécifiés dans la norme CEI 61784-2.

4. Exécution

4.1 Schéma de câblage (A/B)

Les modules RJ45 peuvent être connectés selon les normes TIA 568A ou TIA 568B. Le schéma de câblage doit se conformer aux prescriptions de la planification. Il est important d'appliquer le même schéma dans toute l'installation.

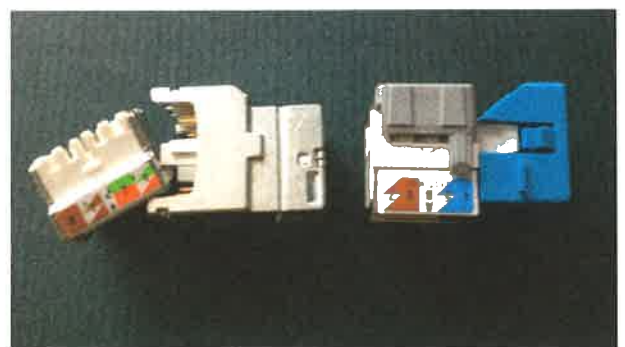
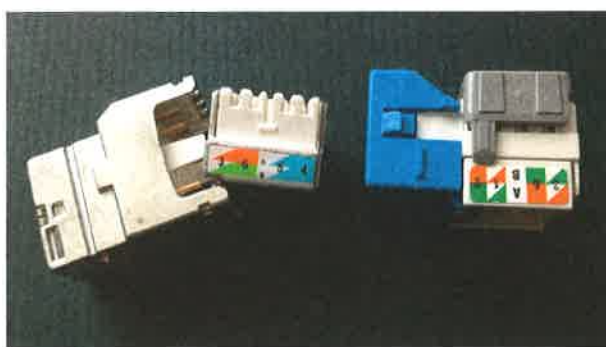
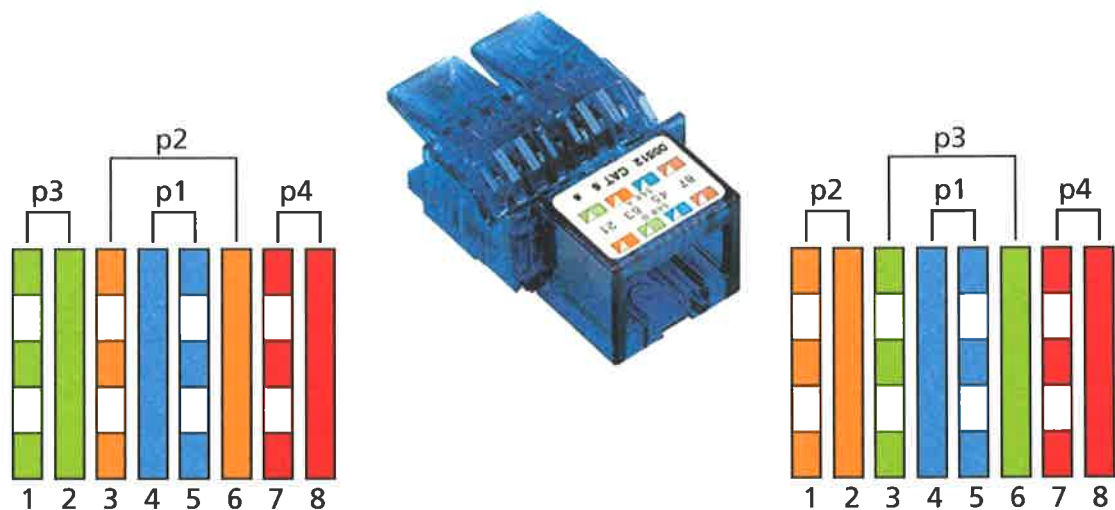
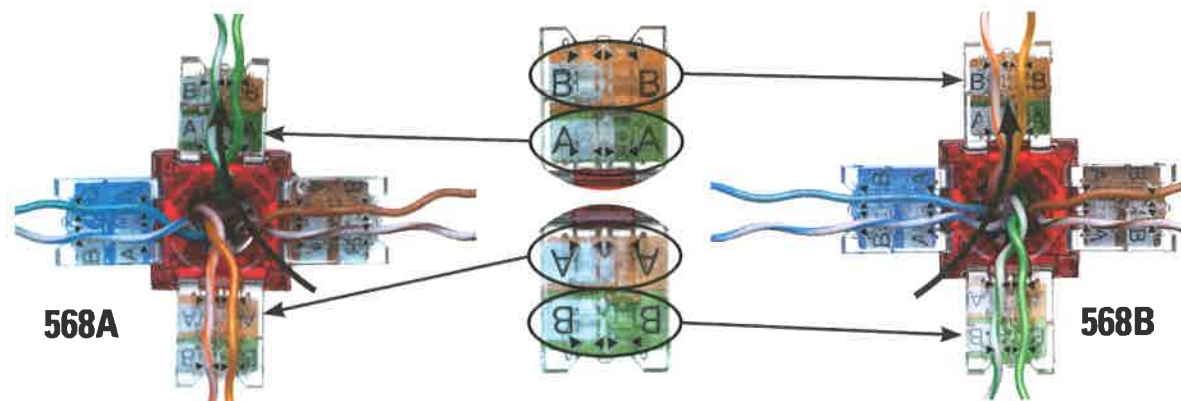


Figure 27: Connections RJ45

4.2 Pose des câbles

4.2.1 Rayons de courbure

Sur les fiches techniques des fabricants de câbles, le rayon de courbure est fixé en tant que multiple défini du diamètre extérieur du câble. (cf. l'extrait d'une fiche technique de câble de données ci-dessous.) Il y a deux rayons de courbure minimum appropriés : un pour la pose du câble d'installation et un pour le câble une fois qu'il est installé (sans charge mécanique).

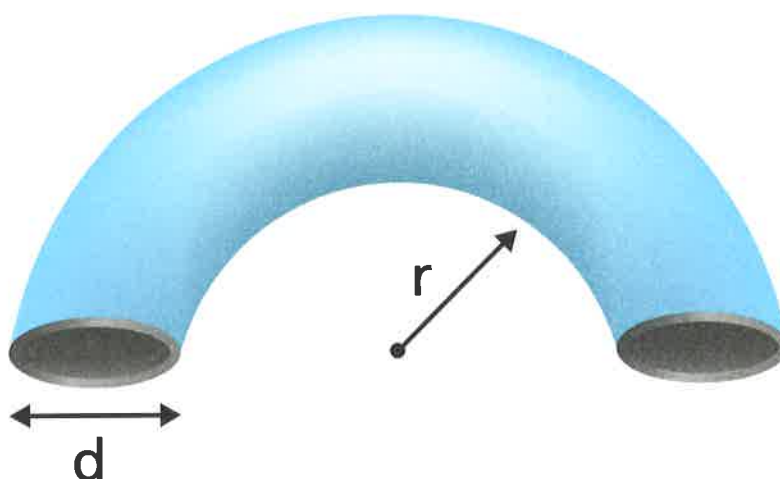


Figure 28: Rayons de courbure pour le cuivre

Propriétés caractéristiques des câbles en cuivre	
Courbure	
Rayon de courbure minimum lors de l' installation	8 * diamètre
Rayon de courbure minimal, installé	4 * diamètre
Résistance à la traction	
Résistance maximale à la traction, installation [N]	80 (8 kg) - 100 (10 kg)
Résistance maximale à la traction, installé [N]	Kein Zug
Exploitation [°C]	- 10 à + 75
Installation [°C]	0 à + 50
Il convient de respecter les spécifications figurant dans la fiche technique du fabricant	

Tableau 10: Rayons de courbure pour le cuivre

Installation correcte: petits faisceaux, colliers autograppants (éventuellement colliers, doivent pouvoir tourner), tous de 30cm, peu de recouvrements de faisceau, les rayons et les épaisseurs sont respectés.



Figure 29: Installation correcte

Installation incorrecte: chemins trop remplis, câbles pliés et mélangés

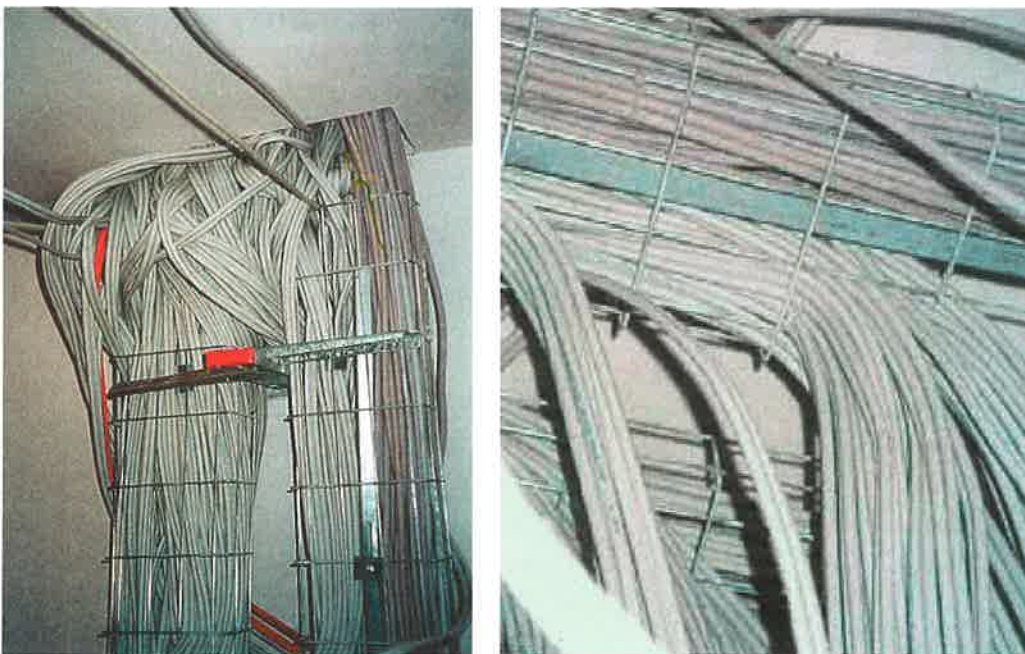


Figure 30: Installation incorrecte

Quand les rayons de courbure de câbles symétriques sont trop étroits, particulièrement lors de l'installation des câbles, ils peuvent altérer la structure mécanique des paires torsadées du câble et ont ainsi un effet négatif sur les caractéristiques de transmission du dit câble (surtout NEXT Near End Crosstalk, FEXT Far End Cross Talk et RL Return Loss).

Si les rayons de courbure des fibres sont tenus trop serrés dans les chemins de câblage et les boîtiers de raccordement, des microfissures peuvent se produire, ce qui augmente l'atténuation du câble et en diminue radicalement la durée de vie.

Le rayon de courbure doit être constamment vérifié lors de l'installation du câble. Une pose non professionnelle, par exemple à travers les bords des chemins de câbles, dans des emplacements trop étroits ou avec une torsion lors du tirage du câble, doit être proscrite. Les endroits difficiles doivent donc être traités avec un soin particulier. Nous recommandons d'effectuer des tests aléatoires sur les rayons de courbure admissibles dans les systèmes de câblage génériques après l'installation.

Lorsque les travaux d'installation ne sont pas conformes au (p.ex. coudes, dommages, rayons de courbure, traction ou torsion sur le câble), le client peut refuser la réception et imputer les travaux à la responsabilité de l'installateur. Les câbles concernés devront alors être remplacés au frais de l'installateur. Les câbles ne sont prévus que pour une installation unique. En cas de besoin ou pour un rééquipement, il est possible de raccorder de nouveaux connecteurs. En cas de pose répétée, les caractéristiques de puissance risquent d'être dégradées par les sollicitations précédentes. Il est très important d'installer les câbles soigneusement afin obtenir les valeurs indiquées dans les normes. Les marges sont si serrées dans la conception actuelle des câbles de données que la dégradation des performances due à une installation impropre peut à elle seule mener à un échec lors des tests de réception.

4.2.2 Forces de traction

Câble symétrique

Les forces de traction autorisées pour les câbles d'installation figurent dans les fiches techniques du fabricant et doivent être observées. (Voir l'extrait suivant.)

Tractions maximales	
Traction maximale lors de l'installation	100 N (10 kg)
Traction maximale lors de l'installation Real 10 [N]	80 N (8 kg)
Traction maximale, installée	sans traction

Tableau 11: Forces de traction maximales sur le câble

Avec des outils spéciaux, il n'est pas possible d'excéder 100 N de force de traction. Ces outils assurent toujours la qualité de la paire torsadée du câble. Le non-respect des forces de traction indiquées, a fortiori si les rayons de courbure sont trop petits (principale cause des forces de traction trop élevées), peut altérer les propriétés du câble, en particulier l'affaiblissement de réflexions (RLRL) et la paradiaphonie (NEXT), au point de rendre les câbles inutilisables. Il s'agit là d'une des raisons principales d'erreur dans les mesures de réception.

Câble optique

Pour la pose de câbles FO, il convient d'employer des mesures de protection mécaniques ou une protection équivalente pour éviter le dépassement de la tension maximum prescrite par le fabricant. Pour empêcher l'infiltration de l'eau et autres contaminants pendant l'installation, le câble à fibre optique doit toujours rester obturé.

Le dépassement de la traction admissible peut solliciter le câble au point de provoquer une augmentation irréversible de l'atténuation.

Les câbles intérieurs et extérieurs doivent être employés comme indiqué.

4.2.3 Pose

Lors de l'installation des câbles dans des gaines techniques verticales ou des colonnes montantes, il est possible d'utiliser la pesanteur. Il suffit alors de laisser descendre le câble dans la gaine technique. Les forces de traction inutiles sont ainsi évitées. Cette technique n'est pas toujours possible ni praticable. Si les câbles doivent être tirés vers le haut, du personnel d'installation qualifié doit être disponible afin de tirer les câbles avec soin et en sécurité à travers tous les étages. Lors de l'installation des câbles dans les canaux de câbles, les câbles doivent être attachés avec des colliers. Les colliers autoagrippants fins sont à proscrire. Il ne faut pas serrer les colliers avant que les câbles ne soient placés dans leur position définitive. Ensuite, il faut s'assurer de ne pas plier les faisceaux de câbles.



Figure 31: Soutènement de traction

Il convient de s'assurer que les colliers ne soient pas trop serrés. Il doit être encore possible de les tourner légèrement et la gaine du câble doit conserver sa forme initiale. Si les colliers sont trop serrés, des points de pression apparaissent et détériorent les propriétés électriques de transmission des câbles de données. Pour les installations verticales, un soulagement de traction est recommandé tous les 600mm. Il faut éviter les faisceaux de câbles ou réduire leur nombre au minimum pour éviter la diaphonie exogène (Alien Crosstalk) et la surcharge des câbles. Il faut également vérifier systématiquement que les rayons de courbure spécifiques sont respectés.

En posant des câbles dans les canaux de systèmes sous plancher, il faut veiller à ce que les câbles ne soient pincés à aucun endroit. Il s'agit d'une source de défaut fréquente avec des dalles de faux-plancher. Il faut également s'assurer que les câbles ne sont pas surchargés par les câbles posés au dessus. Cela cause des dommages irréparables aux câbles d'installation. Il faut également éviter la formation de spirales dans les câbles. Celles-ci peuvent provoquer des réflexions et ainsi entraîner l'échec des tests de réception.

4.2.4 Tirage du câble

Il convient d'éviter de dérouler inutilement le câble avant de le tirer, afin de prévenir que des tiers puissent endommager le câble ainsi exposé. Soyez attentif au fait que les câbles symétriques ont été développés pour des applications à l'intérieur et qu'ils doivent toujours être protégés. Les câbles sans protection peuvent être endommagés. Les câbles ne doivent pas être déroulés latéralement par-dessus les extrémités de la bobine. Risque de vrillage des câbles. La géométrie des paires symétriques peut être sensiblement modifiée.

Il convient d'utiliser un tire-câble pour tirer les câbles. Remarque: attacher tous les brins au tire-câble et les fixer avec une bande isolante. Si de l'humidité est détectée en tirant les câbles, la provenance de cette humidité doit être identifiée et éliminée.

Si les câbles sont posés sur des rebords au niveau de coudes ou de dérivations, il faut s'assurer que le rayon de courbure minimum prescrit pour chaque type de câble est correctement appliqué au moment de tirer le câble. Si des câbles doivent être tirés sur des bords, il convient de s'assurer que la gaine externe des câbles n'est pas endommagée par l'abrasion ou l'effort de tension. Il faut s'assurer que le poids total de tous les câbles installés n'endommage pas les câbles situés en dessous.

Pour tirer les câbles sans les endommager, il est recommandé d'utiliser des guides et bobines, d'assurer la pose à la main en équipe de deux personnes au moins puis de les installer étape par étape.

Afin de réduire la traction sur les câbles lors du déroulement, il est recommandé d'aider lors du déroulement en tournant la bobine. Autrement dit, si possible dérouler manuellement.



Figure 32: Direction appropriée pour le déroulement



Figure 33: Direction inappropriée pour le déroulement

4.2.5 Séparation par rapport au courant fort

Exigences générales

Avec des câbles symétriques, il faut veiller à limiter au maximum l'influence des perturbations électromagnétiques sur les câbles de données. Les distances minimales entre les câbles informatiques et électriques doivent être respectées (selon la norme EN 50174-2).

Les câbles optiques ne sont pas sensibles aux CEM. Il n'est donc pas obligatoire de les poser dans des canaux distincts ni de les protéger par des éléments de séparation. Quoi qu'il en soit, une pose structurée est intéressante.

Séparation des câbles symétriques dans les systèmes de chemins de câbles:

Les distances minimales par rapport aux câbles électriques indiquées dans le tableau ci-dessous doivent être respectées. Il faut distinguer les câbles blindés et câbles non blindés. Les distances minimales entre les câbles informatiques et électriques conformes à la norme EN 50174-2 peuvent être calculées au moyen de la formule suivante:

$$A = S \times P$$

A: distance entre le câble informatique et le câble électrique

S: distances minimales, cf. tableau 13

P: facteur pour le câblage électrique, cf. tableau 14

Classification STP, UTP

Informations techniques sur les câbles			Classe de cloisonnement
blindé	non blindé	coaxial / twinaxial	
Perte de couplage de 30 MHz à 100 MHz db	TCL de 30 MHz à 100 MHz db	Affaiblissement du blindage de 30 MHz à 100 MHz db	
$\geq 80^a$	$\geq 70 - 10 \times \lg f$	$\geq 85^d$	d
$\geq 50^b$	$\geq 60 - 10 \times \lg f$	≥ 55	c
≥ 40	$\geq 50 - 10 \times \lg f$	≥ 40	b
< 40	$< 50 - 10 \times \lg f$	< 40	a

Tableau 12: Classification des câbles informatiques selon la norme EN 50174-2

- a Les câbles répondant à la norme EN 50288-4-1 (EN 50173-1, catégorie 7) correspondent à la classe de cloisonnement «d».
- b Les câbles répondant aux normes EN 50288-2-1 (EN 50173-1, catégorie 5) et EN 50288-5-1 (EN 50173-1, catégorie 6) correspondent à la classe de cloisonnement «c». Ces câbles peuvent fournir des performances conformes à la classe de cloisonnement «d» si les exigences en matière d'atténuation de couplage sont également respectées.
- c Les câbles répondant aux normes EN 50288-3-1 (EN 50173-1, catégorie 5) et EN 50288-6-1 (EN 50173-1, catégorie 6) correspondent à la classe de cloisonnement «b». Ces câbles peuvent fournir des performances conformes à la classe de cloisonnement «c» ou «d» si les exigences en matière de perte de conversion transversale (TCL, Transverse Conversion Loss) sont également respectées.
- d Les câbles répondant à la norme EN 50117-4-1 (EN 50173-1, catégorie BCT-C) correspondent à la classe de cloisonnement «d».

TCL: la perte de conversion transversale (TCL, Transverse Conversion Loss) est un paramètre de câblage qui indique l'atténuation asymétrique.

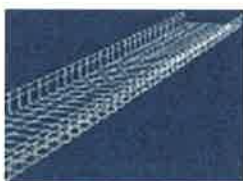
Distances minimales

Classe de cloisonnement	Cloisonnement sans barrières électromagnétiques	Canal à câbles utilisées pour le câblage informatique ou électrique		
		Canal à câbles métallique ouvert ^a	Tôle perforée ^{b, c}	Canal à câbles métallique massif ^d
d	10 mm	8 mm	5 mm	0 mm
c	50 mm	38 mm	25 mm	0 mm
b	100 mm	75 mm	50 mm	0 mm
a	300 mm	225 mm	150 mm	0 mm

Tableau 13: Distances minimales selon la norme EN 50174-2



- a) Performance de blindage (de 0MHz à 100MHz) équivalente à celle d'un treillis en acier soudé avec des mailles de 50mm x 100mm (à l'exception des échelles). La même performance de blindage peut être obtenue avec une goulotte en acier (faisceau de câbles sans couvercle) dont les parois ont une épaisseur inférieure à 1.0mm et dont la surface perforée est supérieure à 20%.



- b) Performance de blindage (de 0MHz à 100MHz) équivalente à celle d'un chemin de câble en acier (faisceau de câbles sans couvercle) dont les parois ont une épaisseur inférieure à 1.0mm et dont la surface perforée est supérieure à 20%. La même performance de blindage peut être obtenue avec des lignes électriques blindées qui ne remplissent pas les exigences de la note d).



- c) Les câbles installés au-dessus doivent se trouver au moins 10 mm en-dessous du bord supérieur du couvercle.



- d) Performance de blindage (0MHz à 100MHz) équivalente à celle d'un tube d'installation en acier dont les parois ont une épaisseur de 1.5mm. La distance spécifiée s'ajoute à toute séparation obtenue au moyen de cloisons ou d'écrans.

Figure 34: Systèmes d'acheminement des câbles

Câblage électrique

Circuit électrique ^{a, b, c}	Nombre de circuits	Facteur pour le câblage énergétique P
20 A 230 V monophasé	de 1 à 3	0.2
	de 4 à 6	0.4
	de 7 à 9	0.6
	de 10 à 12	0.8
	de 13 à 15	1.0
	de 16 à 30	2.0
	de 31 à 45	3.0
	de 46 à 60	4.0
	de 61 à 75	5.0
	> 75	6.0
^a Les câbles triphasés doivent être traités comme 3 câbles monophasés individuels. ^b Un ampérage supérieur à 20 A doit être traité comme un multiple de 20 A. ^c Les câbles électriques AC (CA) ou DC (CC) à plus basse tension sont traités en fonction du courant mesuré: un câble 100 A/50 V DC = 5 câbles 20 A (P = 0,4).		

Tableau 14: Facteurs pour le câblage électrique selon la norme EN 50174-2

Distances minimales pour les sources EMI

Sources de la perturbation	Distance minimale en mm
Lampes fluorescentes	130 ^a
Lampes néon	130 ^a
Lampes à vapeur de mercure	130 ^a
Lampes à hautes performances	130 ^a
Postes de soudure à arc	800 ^a
Chauffages à induction à hautes fréquences	1000 ^a
Équipements hospitaliers	b
Émetteurs radio	b
Émetteurs de télévision	b
Installations radar	b

^a Il est possible de réduire ces distances minimales à condition d'utiliser des systèmes de gestion de câbles adéquats ou de disposer de garanties correspondantes du fabricant.

^b En l'absence de garanties du fabricant, il convient d'analyser les sources de perturbations possibles, ex. gammes de fréquence, harmoniques, courant de démarrage, pointes, puissance, etc.

Tableau 15: Distances minimales entre les câbles informatiques protégés par une feuille métallique et certaines sources d'interférences électromagnétiques (EMI) selon la norme EN 50174-2

Exceptions – uniquement pour les bureaux

Si certaines conditions sont remplies, ces exigences peuvent être allégées.

Les exigences du tableau 6 ne sont pas applicables et aucun cloisonnement n'est exigé si le câblage informatique est réservé à une application et cette dernière prend en charge l'assouplissement des règles en matière de distance minimale ou si toutes les conditions ci-dessous sont remplies:

- Les conducteurs d'énergie ne forment que des circuits électriques monophasés, fournissent un courant total inférieur à 32A ou sont proches les uns des autres (par exemple ils partagent la même gaine extérieure, ils sont câblés, collés ou attachés)
- La classification environnementale du câblage informatique est conforme à la classe E1 (influence électromagnétique, E1 faible niveau de perturbations) de la norme EN 50173-1 ou les câbles informatiques remplissent les exigences des classes de cloisonnement «a», «c» ou «d» décrites dans le tableau 4.

Remarques:

- 1) Des conditions locales peuvent impliquer l'utilisation de distances supérieures à celles indiquées ici
- 2) Une séparation minimale de 125 mm doit être maintenue entre les câbles de données et les supports de lampe tels que le néon, lampes à incandescence et lampes à décharges (par exemple des lampes à vapeur de mercure)
- 3) Il est recommandé de respecter les distances minimales ci-dessus et ce, pour ne pas rencontrer de problème lié au risque de couplage
- 4) Les coffrets électriques et les armoires de distribution des câbles informatiques doivent si possible être installés dans des pièces différentes. La distance entre les armoires de distribution et les coffrets électriques doit être au minimum de 1 m.

Distances de dégagement par rapport aux sources d'interférences

Les sources ordinaires de champs électromagnétiques ne posent normalement pas de problème pour les câbles à paires symétriques. Par mesure de précaution, il convient d'installer les câbles (excepté les câbles à fibre optique) aussi loin que possible de ces sources d'interférence, à au moins 1m de distance. Le couplage d'interférences peut également se produire si des câbles de données se trouvent à proximité de sources à haute fréquence telles que des dispositifs d'émission (antennes, lignes de transmission, émetteurs et autres dispositifs de rayonnement, installations de radar, certains équipements industriels tel que les chauffages d'induction à haute fréquence, les soudeuses à haute fréquence et les testeurs d'isolation). La distance par rapport aux immeubles et aux équipements doit se conformer aux prescriptions nationales et locales.

Effet sur les tests de réception

Les tensions parasites s'exerçant sur les câbles de données peuvent interférer et modifier les testeurs sur le terrain et donc empêcher les tests de réception. Il faut veiller à ce que ces influences extérieures ne se produisent pas. Si l'équipement de test signale la présence de tensions parasites, il convient d'éliminer ces tensions par la mise hors service des sources de perturbation possibles (UPS, dispositifs électroniques de série, etc.). Ces tensions parasites auront également un effet négatif manifeste sur le fonctionnement du réseau.

4.2.6 Liste de contrôle de la pose des câbles

Liste des caractéristiques d'une installation appropriée et professionnelle:

(cette énumération ne prétend pas à l'exhaustivité)

- Du personnel qualifié est présent sur le site pour tirer les câbles d'installation
- La notice d'installation du fabricant et les outils appropriés indiqués par le fabricant sont disponibles
- Avant de poser les câbles, les bords des passages et des tubes doivent être arrondis, pour éviter d'endommager la gaine quand les câbles seront posés et fixés
- Des chemins de câbles ou des conduits doivent être utilisés en cas de passage par les murs. Ceux-ci ne doivent pas être chargés au-delà de 40% de leur capacité.
- Le rayon de courbure du câble peut ne pas être inférieur à celui indiqué par le fabricant pendant et après les travaux d'installation.
- Il ne faut pas dérouler plusieurs mètres de câble au sol mais tirer le câble directement dans les chemins de câbles depuis la bobine afin de ne pas l'endommager.
- Prévoir des tourets et des poulies de dérivation en nombre suffisant et utiliser du personnel disposant d'une formation adéquate.
- Éviter de comprimer ou de plier l'isolation du câble ou les conducteurs (par exemple à cause d'une fixation impropre, de croisements ou d'auto-écrasement des câbles sous leur propre poids).
- Les cheminements des câbles doivent être choisis de sorte que le rayon de courbure minimum conseillé soit respecté lors des changements de direction.
- Raccordement et mise à la terre appropriés des canaux de câbles et des tubes en métal.
- Aucune prescription ne régit le regroupement des câbles en faisceaux ni la distance entre les colliers. Pour en savoir plus, il faut consulter le fabricant.
- L'utilisation de pinces à collier ou d'outils similaires est proscrite pour fixer les câbles ou les colliers au soulagement de traction du module de raccordement.
- Il faut éviter toute pression sur les câbles par suite d'une fixation incorrecte avec des brides de fixation rapide (BFR) ou des colliers fins. Le principe de base est que la géométrie de la gaine du câble ne doit pas changer.
- Les canaux de câble doivent être fermés une fois les travaux terminés (faux-planchers, canaux d'allège, etc.) pour éviter les poussières et les dommages liés à des tiers.
- Il faut faire en sorte d'empêcher que les câbles ne soient piétinés. Les points de pression peuvent détériorer les propriétés de transmission des câbles d'installation.
- Il faut s'assurer du respect de la séparation par rapport au courant fort.
- Les câbles de données sont sensibles aux sources directes de chaleur. Il est donc recommandé de ne pas installer à proximité de câbles informatiques des soufflantes à air chaud ou de brûleurs à gaz utilisés pour le montage de gaines thermorétractables.
- Si des composants chimiques sont utilisés pour faciliter le passage des câbles, leur compatibilité avec les matériaux des gaines doit être vérifiée auparavant. Il en va de même pour toutes les substances chimiques (également les sprays) utilisées pour d'autres câbles mais pourraient entrer en contact avec les câbles de données.
- Dans le cas de travaux de rénovation, il faut déterminer si des équipements en amiante sont présents. A priori, dans les bâtiments construits avant 1990, de l'amiante a été utilisé.

4.3 Mise à la terre

Chaque bâtiment doit composer une mise à la terre établie dans les règles de l'art, pour protéger les personnes des risques liés à l'électricité à l'intérieur du bâtiment. Un concept de mise à la terre adéquat est requis dans chaque bâtiment dans lequel des appareils électriques sont utilisés. La terre et la mise à la terre ont une influence sur la sécurité, la fonctionnalité et la compatibilité électromagnétique (CEM). Le système de mise à la terre des bâtiments dans lesquels des appareils informatiques sont utilisés doit répondre aux exigences suivantes:

- Sécurité contre les risques électriques
- Référence de signal fiable à l'intérieur de toute l'installation
- Comportement CEM satisfaisant qui permette à tous les appareils électroniques de fonctionner correctement

En plus des prescriptions locales en vigueur, les normes internationales suivantes peuvent fournir des informations intéressantes:

CEI 60364-5-548, EN 50310, ITU-T K.31, EN 50174-2, EN 60950.

4.3.1 Système de répartition du courant alternatif

Afin de séparer le conducteur neutre du système de répartition de courant alternatif du réseau de mise à la terre, l'utilisation d'un système TN-S est impérative. Il est interdit d'utiliser pour les appareils informatiques les systèmes TN-C des installations intérieures à conducteurs PEN.

4.3.2 Systèmes de mise à la terre du courant fort

Il existe deux configurations possibles pour les systèmes de mise à la terre des bâtiments. Elles sont décrites ci-après.

a) Configuration en arborescence

Traditionnellement, dans le secteur des télécommunications, on préfère une configuration en arborescence ou en étoile. Les différents conducteurs de terre sont reliés ensemble à un point de mise à la terre central. Cette méthode empêche la formation de boucles à la terre et réduit la génération de bruit basse fréquence (ronflement).

MET: Main Earthing Terminal
TO: Terminal Outlet
TGBB: Telecommunication
Ground Busbar

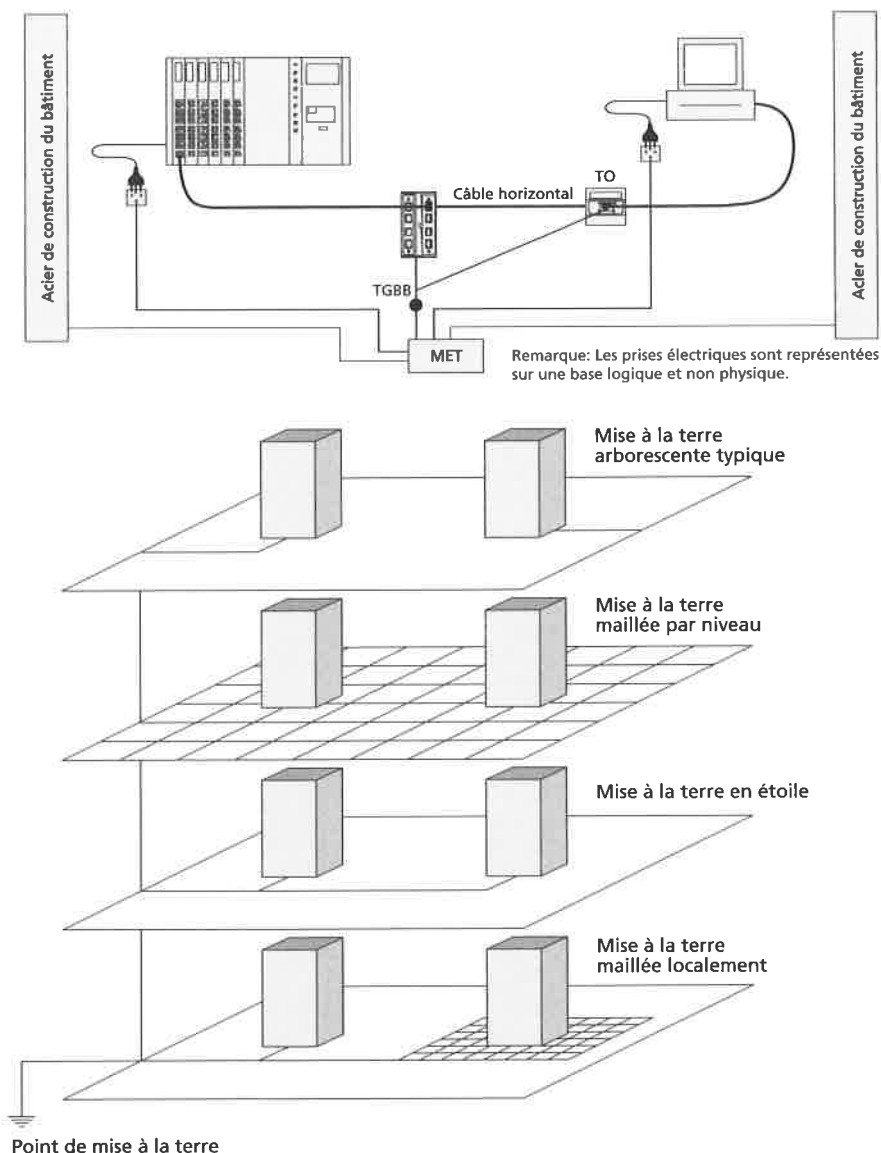


Figure 35: Configuration en arborescence

S'il est impossible de raccorder le circuit de mise à la terre d'un câblage blindé avec le PE de la prise 230V, il faut également mettre le TO à la terre. C'est toujours le cas avec des ordinateurs portables ou des téléphones IP.

b) Configuration en maillage

Le principe de base du maillage n'est pas d'éviter la formation de boucles à la terre, mais de réduire au maximum ces boucles et de répartir le plus régulièrement possible les courants qui y pénètrent. De nos jours, on utilise presque toujours des configurations de mise à la terre en maillage pour les systèmes de transmission de données à haute fréquence, car il est très difficile dans les bâtiments modernes, d'établir une configuration en arborescence conforme aux règles de l'art. Pour ce type de mise à la terre, le bâtiment dans son ensemble doit posséder le plus grand nombre possible de points de mise à la terre appropriés.

Tous les composants métalliques dans les bâtiments doivent impérativement être reliés au système de mise à la terre en utilisant les composants d'interconnexion appropriés. Les éléments d'interconnexion (p. ex. rubans et rails métalliques, connexions de bus, etc.) doivent avoir une surface et une section conductrices aussi grandes que possible pour détourner avec une faible impédance les courants hautes fréquences.

Pour les bâtiments où un maillage de mise à la terre n'est pas possible, la situation peut s'améliorer par la création de cellules. Ce type de maillage de mise à la terre locale peut être constitué en utilisant des canaux à câbles métalliques, des faux-planchers ou des conducteurs parallèles en cuivre.

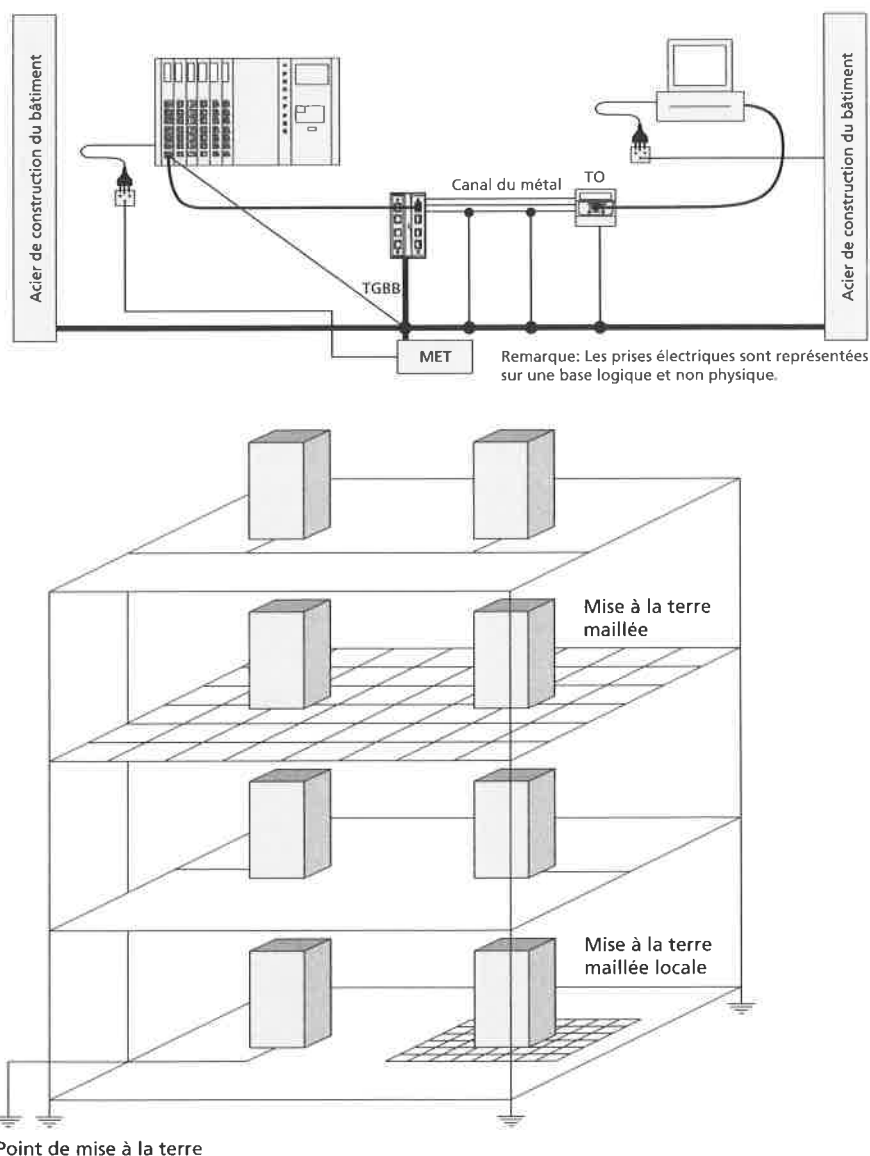


Figure 36: Configuration en maillage

4.3.3 Possibilités de mise à la terre pour les panneaux de brassage

Les possibilités de mise à la terre des panneaux de brassage varient selon les fabricants. Dans l'absolu, les panneaux de brassage conviennent aussi bien aux mises à la terre en arborescence qu'en maillage. Pour l'utilisateur, la flexibilité est donc totale. En plus du principe de mise à la terre utilisé (maillage ou arborescence), la méthode employée dépend de la conductivité de l'armoire 19" ou du rail de montage.

On distingue les quatre options A, B, C et D :

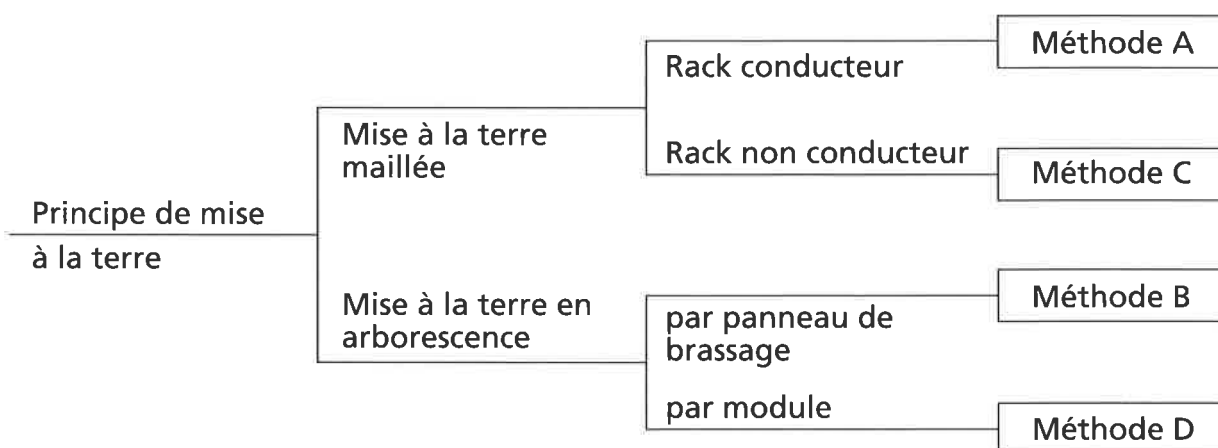


Figure 37: Concepts de mise à la terre

Sur les panneaux de brassage blindés, les modules RJ45 sont automatiquement mis à la terre via le potentiel de mise à la terre du panneau de brassage. Ainsi, dès sa mise en place sur un panneau de brassage, un module RJ45 est automatiquement relié au potentiel de mise à la terre. Toute erreur est exclue. Dans le cas de la mise à terre individuelle en arborescence (méthode D), la fonction automatique de mise à la terre doit être abandonnée. Pour des raisons de sécurité, le blindage de la connexion doit néanmoins être relié à la terre en un point. Selon le type de rack, il existe plusieurs modes pour connecter le panneau de brassage au potentiel du rack.

Les exemples suivants montrent les différentes possibilités d'exécution d'un panneau de brassage standard:

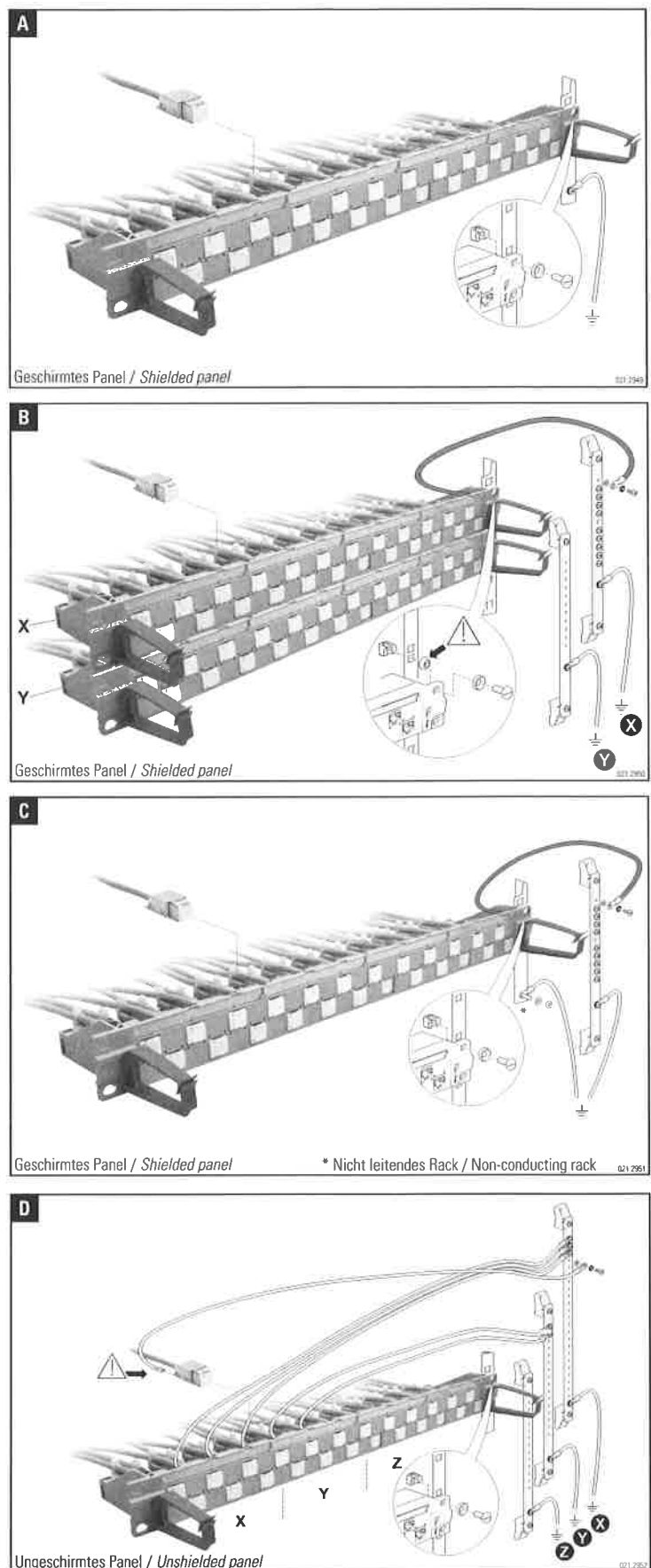


Figure 38: Exemples de mise à la terre d'un panneau de brassage

4.3.4 Mise à la terre et raccordement à la mise à la terre dans une armoire

Après avoir raccordé la mise à la terre du panneau de brassage à l'armoire, il faut encore relier l'armoire à la mise à la terre. Dans une configuration en arborescence, ce raccordement se fait par des rails de mise à la terre spéciaux pour les télécommunications TMGB = «Telecommunication Main Ground Busbar» ou TGB = «Telecommunication Ground Busbar»). Dans une configuration en maillage, l'armoire est généralement reliée au point de mise à la terre le plus proche dans la structure du bâtiment. L'élément important dans ce cas est que l'impédance du trajet de courant soit la plus faible possible.

Ce point doit être pris en compte pour choisir la connexion de mise à la terre qui sera utilisée pour relier l'armoire au potentiel de mise à la terre. Les câbles plats, les rubans tressés ou les bandes de cuivre possèdent la faible impédance requise. Il est recommandé d'utiliser au moins un conducteur multibrin de 4 à 6 mm².

La connexion à la masse des panneaux de brassage ne doit pas être réalisée au moyen de boucles entre les panneaux de brassage, car cela augmente l'impédance. Les panneaux de brassage doivent être mis à la terre individuellement sur l'armoire ou le rail de mise à la terre.

4.4 Nettoyage / vérification (FO)

4.4.1 Extrémité dégagée

a) Nettoyage sans solution:

Il faut utiliser des produits de nettoyage en rouleau et essuyer la surface de la mise à la terre du connecteur avec un chiffon doux en appuyant modérément et en allant dans un sens uniquement.

Pour les connecteurs APC, il faut veiller à ce que toute la surface entre en contact avec le chiffon. Le nettoyage à sec permet en général d'éliminer les poussières déposées par l'air ambiant et doit être réalisé en premier.

b) Nettoyage avec une solution:

Il faut humidifier légèrement un chiffon non pelucheux d'une solution de nettoyage (ou alcool isopropylique 91%). Il faut d'abord appuyer avec une pression modérée l'extrémité contre le côté humide du chiffon, puis sur un endroit sec pour éliminer les résidus sur la surface.

Pour les connecteurs APC, il faut veiller à ce que toute l'extrémité entre en contact avec le chiffon. Le nettoyage avec une solution est plus agressif qu'un nettoyage sans solution et élimine les poussières ambiantes ainsi que les résidus gras et les tâches. Après avoir nettoyé le connecteur avec la solution de nettoyage, il faut le nettoyer encore une fois sans solution, comme décrit précédemment. Ensuite, il convient de vérifier que l'extrémité du connecteur est bien propre.

4.4.2 Adaptateur

a) Nettoyage sans solution:

Il convient d'introduire un bâton de nettoyage de dimension adéquate dans l'adaptateur jusqu'à ce que le contact soit établi avec le connecteur du côté opposé. Il faut ensuite tourner le bâton en formant en cercle et en exerçant une pression modérée. Le nettoyage terminé, il faut vérifier qu'il n'y a plus résidus sur la pièce.

b) Nettoyage avec une solution:

Il faut humidifier légèrement un bâton de nettoyage de dimension adéquate avec une solution de nettoyage (ou d'alcool isopropylique > 91 %), puis l'introduire dans l'adaptateur jusqu'au connecteur du côté opposé. Il faut ensuite tourner le bâton en formant en cercle et en exerçant une pression modérée. Enfin, il faut procéder à un nettoyage sans solution.

Attention: changer de bâton à chaque utilisation.

4.5 Assurance qualité/contrôle

Process	Objectif	Responsable
Planification	- Le CUC doit être soigneusement conçu afin de se conformer aux normes en vigueur. - Utilisez des composants approuvés. - L'infrastructure du bâtiment doit être conçue de sorte que le CUC puisse être installé selon les normes actuellement en vigueur. - Le planificateur est tenu de s'entendre avec l'architecte responsable. - Vérifiez que tous les outils nécessaires sont disponibles. - Assurez-vous que toutes les mesures de sécurité sont définies et le personnel instruit.	Planificateur/architecte / client final
Fabrication de composants	- Les matériaux utilisés doivent être conformes aux normes définies par le planificateur. - Les composants utilisés doivent correspondre aux normes internationales et régionales.	Fabricant des composants
Installation	- Il convient de commander, de stocker et de livrer les composants adéquats, puis de les installer selon les consignes d'utilisation. - Les composants doivent faire l'objet d'un contrôle de réception. - Les câbles d'installation doivent correspondre à la catégorie du matériel à connecter (ou de catégorie supérieure). - Installation conforme à la norme EN 50174 (et à tous ses compléments). - Le chemin de câbles doit assurer une protection suffisante contre les dommages extérieurs. - Inspectez l'infrastructure de bâtiment avant l'installation en vérifiant par exemple que les chemins de câbles sont en nombre suffisant, que les câbles informatiques sont séparés des câbles électriques (courant fort), que les colonnes montantes sont correctement dimensionnées. - Vérification des marquages - Contrôlez le câblage au début de l'installation (respect des rayons de courbure, pas de câbles pliés, mesures périodiques, etc.) - Repérez les endroits difficiles où il faudra tirer les câbles d'installation. - Fournir le personnel adéquat (compétence et nombre) suivant la taille du projet. - Fournir tous les outils nécessaires.	Installateur
Réception de l'installation	- Tests périodiques pendant l'installation et avant la fin du projet (en concertation avec le client final). - Mesures en accord avec les instructions du fournisseur du système, du fabricant d'équipement de test et le déroulement de la planification. - Vérification des appareils de mesure des appareils de mesure et de leur bon fonctionnement.	Installateur, société de mesure
Exploitation	- Utilisation efficace des capacités du système. - Utilisation du câblage selon les spécifications. - Contrôler si les travaux de réparation sont compris dans la planification de la maintenance.	Gebäudebetreiber

Tableau 16: Responsabilités

4.6 Recherche des erreurs

4.6.1 Sources d'erreur possibles dans le CUC

Câblage des modules

Le câblage incorrect des modules de raccordement représente une source d'erreur importante. Il convient donc de câbler correctement les modules de raccordement en suivant les instructions d'installation fournies par le fabricant.

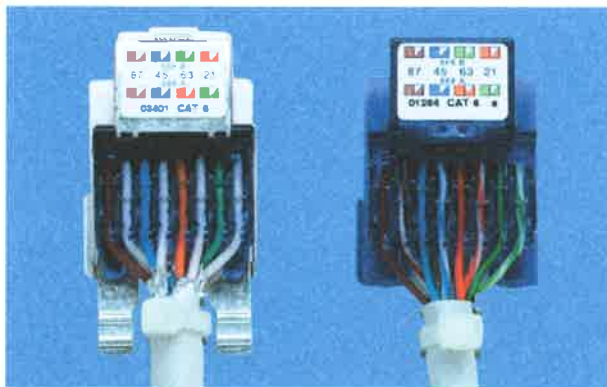


Figure 39: Câblage correct

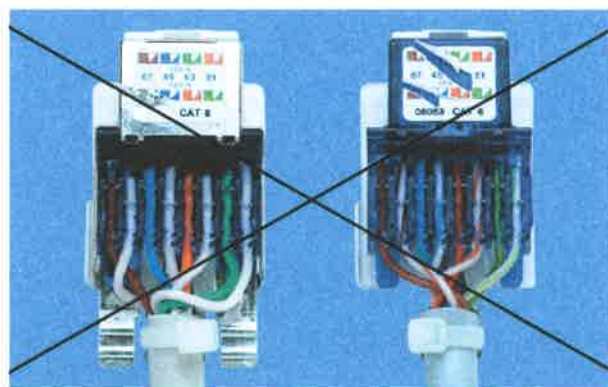


Figure 40: Câblage incorrect

Les paires de conducteurs doivent être disposées sur les supports du module de raccordement en empruntant le chemin le plus court et sans se croiser. Le câblage des connecteurs doit être correct pour permettre un test de réception positif.

Installation

- Pose correcte du câble d'installation conformément aux instructions
- Poser le câble sans le tirer (force de traction max. indiquée par le fournisseur)
- Mettre les colliers en place sans exercer de traction ni de pression marquée
- Respecter les rayons de courbure
- Éviter les plis et les pincements

Appareils de test

- Calibrage régulier avec marquage établi par un laboratoire de contrôle
- Vérifier la constance des résultats de mesure à intervalles réguliers
- Les câbles adaptateurs doivent être remplacés après un nombre de mesures défini spécifié par le fabricant et la norme
- Manipuler toujours les cordons de brassage de l'adaptateur de test avec le plus grand soin

Liste de contrôle pour l'identification des erreurs de mesure:

No	Les points suivants ont été observés conformément aux directives	Oui	Non
1.	Les bons composants ont-ils été employés?		
2.	Stockage des câbles?		
3.	Pose des câbles?		
4.	Le câble a-t-il été endommagé par un tiers?		
5.	Distance de séparation entre les câbles informatiques et électriques?		
6.	Préparation des câbles (outil dénudant)?		
7.	Connexion des paires sur le module?		
8.	Gestion des câbles?		
9.	Calibrage annuel?		
10.	Calibrage quotidien?		
11.	Utilisation du dernier logiciel pour le testeur?		
12.	Paramètres du testeur corrects?		
13.	Est-ce que la vitesse nominale de propagation du câble est correcte pour la mesure?		
14.	L'adaptateur de test a-t-il été calibré?		
15.	Les adaptateurs de test conseillés par les fabricants ont-ils été utilisés?		
16.	Interférences externes (UPS, lampes fluorescentes, câbles électriques)?		
17.			
18.			
19.			
20.			

Tableau 17: Liste de contrôle pour l'identification des erreurs de mesure

4.7 Procès-verbal de réception pour la garantie système

L'installation est constituée de différents composants (câbles, connecteurs, prises, etc.). Elle doit être considérée comme un système global pour lequel une garantie de système peut être accordée par les fabricants. L'installateur doit s'assurer de la compatibilité des composants disponibles ou livrés par des tiers.

4.7.1 Tests sur les câbles symétriques

a) Généralités

La norme EN 50173-1 établit une distinction entre les liaisons d'installation Permanent Link et les liaisons de transmission Channel Link.

Lorsque les composants utilisés viennent de plusieurs fabricants, il convient de procéder à un test du Channel. Dans le cas contraire, un test du Permanent Link suffit.

b) Permanent Link

On appelle Permanent Link la liaison entre le panneau de répartition et la prise de raccordement (sans raccordement ni cordon de brassage).

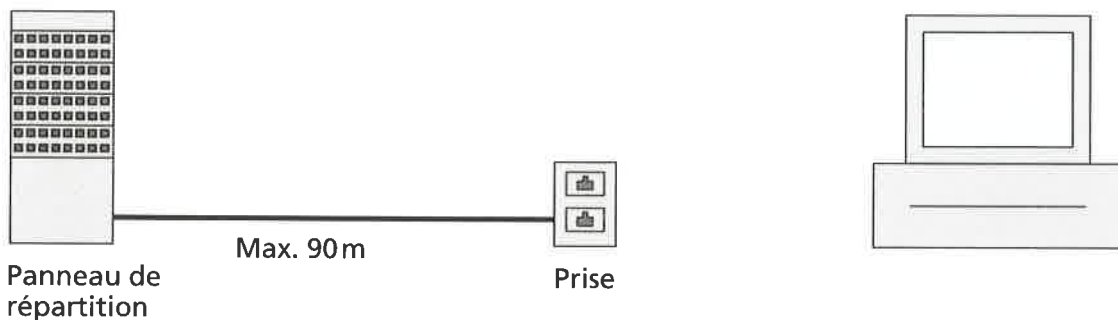


Figure 41: Permanent Link

c) Channel Link

Le test du Channel porte sur tous les cordons de brassage et les câbles de raccordement d'appareils (tous les composants passifs).

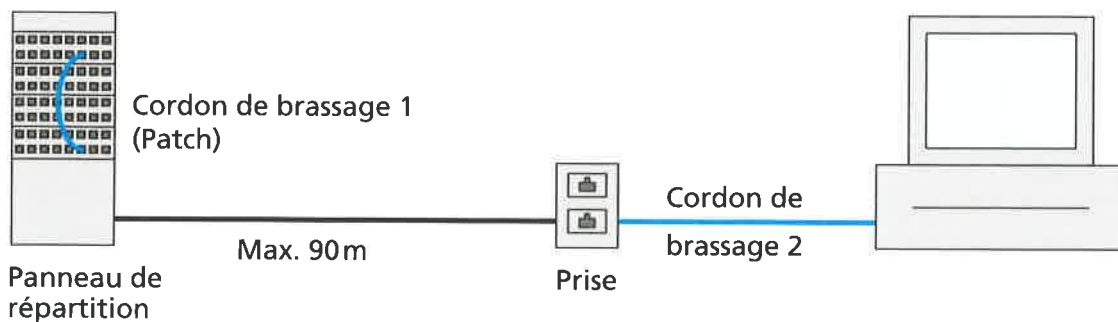


Figure 42: Channel Link

d) Procès-verbaux des tests du câblage cuivre

Des procès-verbaux dûment signés de tous les tests doivent être remis au maître d'œuvre sur papier et/ou support informatique. Les procès-verbaux doivent mentionner tous les paramètres utiles pour la reproductibilité de mesures (p.ex. lieu, heure/date, désignation précise et réglage du testeur, désignation précise de la connexion, nom de la personne qui effectue la mesure).

Les valeurs mesurées doivent être indiquées, accompagnées des valeurs de consigne, et être conforme à la catégorie de liaison correspondante.

Le procès-verbal de test doit indiquer les données suivantes:

- Câblage (test des raccordements)
- Résistance en courant continu
- Longueur (en mètres pour toutes les paires)
- Résistance en courant alternatif (impédance)
- Atténuation (valeur d'atténuation la plus basse dans la plage de fréquences 500kHz – 100*/250*/600*MHz) *selon classe de puissance
- Paradiaphonie (NEXT)
- ELFEXT Equal Level Far End Cross Talk
- ARG (valeur ACR la plus basse - Attenuation to Crosstalk Ratio)
- Mesures Power Sum
- Perte en retour (Return Loss)
- Différence de temps (Delay Skew)
- Informations sur le testeur
- Nom de la personne qui effectue les mesures et date

4.7.2 Test des conducteurs à fibre optique

Le paramètre de test décisif pour les réseaux optiques est l'atténuation. Tous les composants du système tels que câbles, connecteurs, épissures, etc., contribuent ainsi à l'atténuation totale d'une ligne de communication. Pour cette vérification d'atténuation à la fin de l'installation, une méthode de mesure appropriée doit être disponible. Dans la pratique, on a observé que les méthodes de mesure par insertion et par réflectométrie se sont avérées très précieuses.

Ces deux méthodes de mesure permettent de quantifier et localiser toute atténuation optique élevée de la ligne de communication au travers de la valeur maximale admissible de traction ou de compression lors du tirage, de rayons de courbure du câble trop serrés ou même de coupure de la fibre.

Pour la fibre Multimode, une mesure d'atténuation des deux fenêtres optiques de 850nm et 1300nm est à effectuer, pour la fibre Singlemode 1310 nm et 1550 nm.

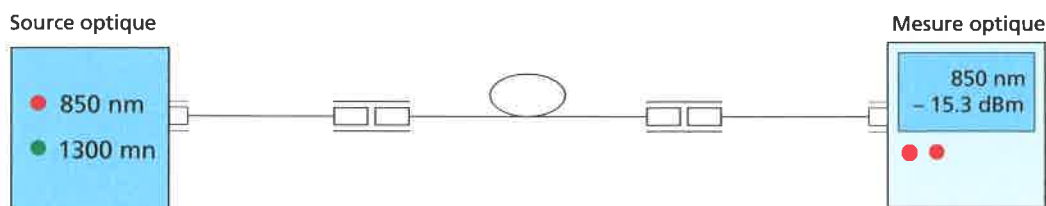
Un test de puissance doit être effectué sur toutes les fibres conformément aux normes:

EN 50346:220 Conducteur à fibre optique multimode

EN 61280-4-2 Conducteur à fibre optique singlemode

Les mesures ne doivent pas dépasser les valeurs d'affaiblissement de la classe de liaison concernée (OF-300, OF-500 ou OF-2000) stipulées dans la norme de câblage EN 50173-1.

Mesure d'atténuation par insertion



OTDR (Optical Time Domain Reflectometer)

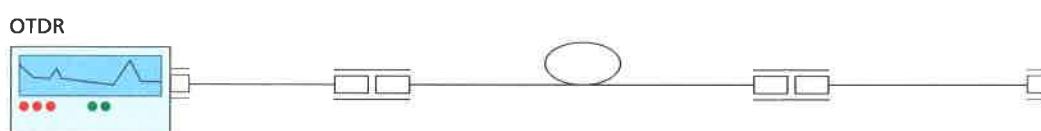


Figure 43: Ligne FO (Link FO)

Les valeurs d'atténuation mesurées doivent être inférieures aux valeurs maximales d'atténuation prévues par la planification qui figurent dans les fiches techniques correspondantes.

La documentation des tests au réflectomètre OTDR contient les documents suivants:

- Tracé pour la mesure de référence après chaque transport du testeur
- Tracé de mesure de longueur pour chaque liaison FO (pas de tracés multiples pour les câbles à plusieurs fibres)
- Tracés pour la mesure d'atténuation de chaque fibre d'une liaison FO (1 tracé par fibre)

Le procès-verbal de test doit indiquer les données suivantes:

- Tableau des mesures d'atténuation pour toutes les fibres
- Numéro du faisceau et numéro de fibre de la fibre testée
- Direction de la mesure (bâtiment resp. pièce)
- Temps d'impulsion utilisé
- Longueur mesurée / Longueur d'onde
- Indice de réfraction
- Nombre d'impulsions utilisé pour déterminer la mesure
- Liaison d'amorce et de fin en mètres
- Vitesse de propagation programmée dans le testeur
- Informations sur le testeur (type de réflectomètre OTDR, incl. numéro de série)
- Nom de la personne qui effectue les mesures et date

4.8 Stockage

Si les câbles (cuivre ou fibre optique) ne sont pas immédiatement livrés sur le site de l'installation, ils doivent être stockés à un endroit approprié. Les câbles doivent être stockés dans un endroit sec où ils ne seront pas exposés aux dommages physiques ou à des conditions climatiques défavorables. Si possible, le matériel stocké devrait être maintenu dans son emballage d'origine jusqu'au moment de l'installation. La structure relativement souple du câble (cela vaut pour tous les câbles de données symétriques) produit une certaine capillarité qui peut introduire de l'humidité dans le câble. Si de l'eau pénètre ainsi les câbles, leurs valeurs de capacité et d'impédance changent, ce qui altère les caractéristiques électriques de transmission du câble.

Toute humidité réduit l'efficacité de l'isolation du conducteur et augmente le risque de corrosion des conducteurs et des blindages, et de l'eau résiduelle peut rompre la gaine des câbles si la température tombe en dessous de zéro degré. Il convient donc de protéger les extrémités des câbles. Les câbles à fibre optique doivent être munis d'un embout.

Les bobines de câble de données livrées en hiver et exposées à des températures négatives pendant une période prolongée doivent être stockées dans un environnement plus chaud afin d'être portées à température ambiante avant d'être déroulées et installées.

Le test de réception est la première étape du processus de certification: les éléments suivants doivent être vérifiés:

- Nombre de câbles
- Références des articles
- Saisie des indicateurs de traçabilité (numéro de série, date de fabrication, lot de production)
- Vérification du fonctionnement (si possible) en établissant une connexion de test qui pourra être vérifiée conformément aux normes en vigueur

Il est recommandé de laisser s'écouler 2 à 3 jours entre l'installation et le test pour permettre aux câbles de se relâcher après la mise en place.



Figure 44: Correct: stockage des câbles en cuivre dans un endroit sec



Figure 45: Incorrect: stockage des câbles en cuivre à l'extérieur

5. Exploitation

Pour la réception de l'immeuble, il convient de s'assurer que la qualité de l'installation et les performances spécifiées soient maintenues pendant le nombre d'années souhaité. Avec des processus de maintenance définis avec précision et appliqués scrupuleusement, l'installation fonctionne correctement et les frais d'entretien sont faibles.

5.1 Mise en service

Cordons de brassage:

Pour que la chaîne de liaison (Channel) présente la performance requise, les cordons de brassage doivent être conformes à la classe de puissance ou à la qualité de fibre correspondante. Le fabricant ne peut consentir une garantie d'application sur l'ensemble du Channel que si les câbles systèmes sont adéquats.

Les points suivants doivent être appliqués pour les brassages:

- Planification préalable
- Actualisation du marquage
- Mise à jour dans le système de gestion documentaire
- Propreté

La propreté des extrémités des connecteurs doit être vérifiée (contrôle visuel) avant de brasser des câbles FO.

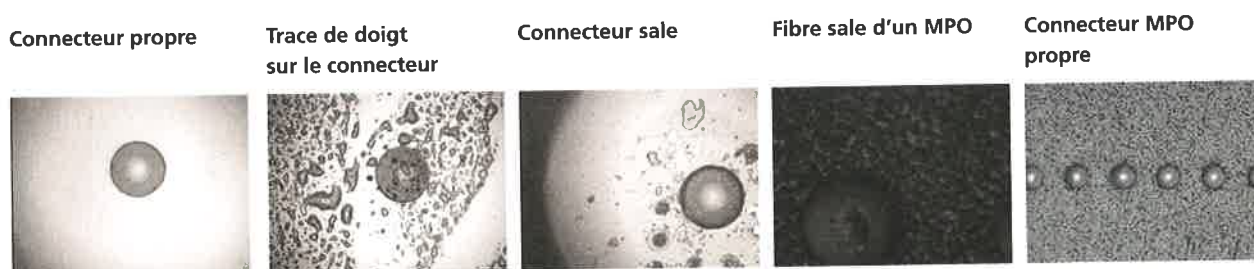


Figure 46: Propreté des extrémités du connecteur

Cheminement des cordons de brassage

Comme pour les câbles d'installation, les câbles de brassage ne doivent pas être pliés et les fentes d'aération et les ventilateurs doivent être dégagés dans le rack. L'utilisation de panneaux de brassage distants de 2UH (unités de hauteur) a pour avantage de permettre la pose ordonnée des cordons de brassage.

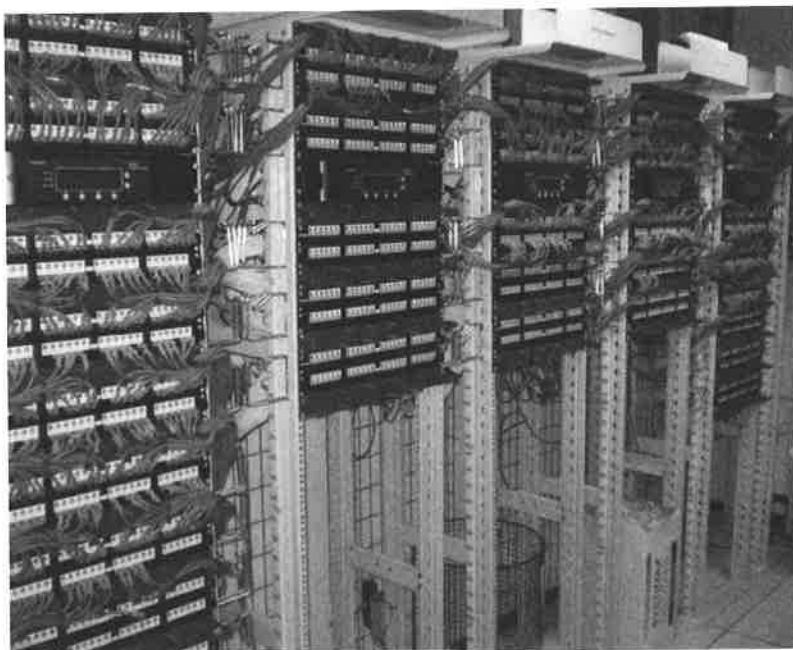


Figure 47: Cheminement du cordon de brassage

Lorsque les cordons de brassage cheminent à travers plusieurs armoires, il convient de s'assurer que les marquages, les guides de séparation et le taux de remplissage restent identiques.

La documentation doit être réalisée et contrôlée de manière adaptée à la complexité de l'installation.

5.2 Maintenance préventive

Des processus définissant les travaux prévus pendant toute la durée de vie de l'installation doivent être définis pour la maintenance préventive. Ils devront notamment porter sur les points suivants:



Figure 48: Installation incorrecte a posteriori

- Documentation et journaux des modifications complets
- Recâblage conforme aux règles de l'art
- Pas de surcharge des cheminements et des panneaux de brassage
- Couvrir les prises inutilisées avec un couvercle de protection

Avec le système MAC (Move-Add-Change), il n'est pas rare de déplacer un poste de travail sans enlever les brassages sur les commutateurs ou sans actualiser la documentation.

Cela a pour conséquence d'allonger de manière disproportionnée le temps nécessaire pour trouver un port de commutateur disponible et peut même conduire, dans le pire des cas, à l'achat inutile d'un nouveau diviseur (switch). Les systèmes intelligents permettent de planifier les MAC et de consigner les opérations (suppression et mise à jour).

Des critères doivent être définis pour établir que les cordons de brassage sont défectueux et doivent être éliminés, pour préciser la méthode de contrôle, le stockage et la revalorisation.

La séparation d'ordre doit être conservée lors des rééquipements et le taux de remplissage ne doit pas dépasser 100%. Les câbles inutilisés doivent être éliminés pour minimiser la charge calorifique. Il convient d'enlever les salissures dans les chemins de câbles à intervalles réguliers.

6. Glossaire

ACR	Attenuation to Crosstalk Ratio (ratio atténuation-Crosstalk)
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line (raccordement d'abonné numérique asymétrique)
APC	Angled Physical Contact
ATM	Asynchronous Transfer Mode
AWG	American Wire Gauge (indication des dimensions des lignes)
AXT	Diaphonie exogène (Alien Crosstalk)
BCT-C	Broadcast and Communications Technologies Coax
BEP	Building Entry Point (FO) (point d'introduction dans le bâtiment)
BFR	Bride de fixation rapide
CC	Courant continu (DC)
CEI	Commission électrotechnique internationale
CEM	Compatibilité électromagnétique
CP	Consolidation Point (point de consolidation)
CPE	Customer Premises Equipment (équipement d'abonné)
CPF	Communication Profile Familys
Cu	Cuivre
CUC	Câblage universel de communication (anciennement câblage universel du bâtiment)
CVC	Chauffage, ventilation, climatisation
DC	Courant continu (CC)
DIT	Directives pour les installations de télécommunication
DR	Dispositif de raccordement
E2000	Type de connecteur optique
EFT	Electrical Fast Transient
ELFEXT	Equal Level Far End Cross Talk
EMI	Interférence électromagnétique
EN	Norme européenne
ENS	Interface réseau externe
ERC	Entreprise de réseaux câblés
F	Foil screened (avec feuille de blindage)
FD	Floor Distributor (répartiteur d'étage)

FEXT	Far End Cross Talk (Diaphonie distante)
FITH	Fiber in the Home (installations domestiques de fibres optiques)
FO	Fibre optique, Fibre optics
FTP	Foiled Twisted Pair
FTTB	Fibre to the Building (fibres optiques jusqu'au bâtiment)
FTTD	Fibre to the Desk (fibres optiques jusqu'au bureau)
FTTH	Fibre to the Home (fibres optiques jusqu'au foyer)
HAK	Coffret de raccordement
HVA	Coffret de raccordement principal
ICT	Information and Communication Technologies (technologies de l'information et de la communication)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
INCITS	InterNational Committee for Information Technology
IP	Protocole Internet
ISDN	Integrated Services Digital Network (réseau numérique à intégration de services)
ISO/CEI	Organisation internationale de normalisation
IT	Information Technology
ITU-T	International Telecommunication Union Technical Standards
LAN	Local Area Network
LC	Type de connecteur optique
LEEDS	Leadership in Energy and Environmental Design
MAC	Move-Add-Change
MC	Metal Cabinets
MHz	Fréquence
MPO	Multiple-Fibre Push-On
MTP	Mechanical Transfer Push-On (US Conect)
NAG	Appareils de terminaison de réseau
NEXT	Near End Crosstalk (paradiaphonie)
NIBT	Norme technique de l'ASE sur les installations à basse tension
NT	Network Termination (terminaison de réseau)
NTP	Point de coupure

NTS	Terminaison de réseau
OF nnn	Fibre optique
OIBT	Ordonnance sur les installations à basse tension
OM	Optical Multimode
OS	Optical Single Mode
OTDR	Optical Time Domain Reflectometry (réflectométrie)
OTO	Prise optique (prise FTTH, Optical Telecommunications Outlet)
PBX	Private Branch Exchange
PC	Ordinateur personnel
PCP	Point de concentration primaire
PCS	Point de concentration secondaire
PDU	Power Distribution Unit
PEN	Protective earth neutral
PFS	Point de fourniture du signal
PII	Point d'introduction dans l'immeuble
PoE	Power over Ethernet
PoE+	Power over Ethernet plus
POF	Plastic Optical Fibre (fibres optiques en polymère)
PRI	Point de raccordement d'immeuble
PSTN	Public Switched Telephone Network (réseau fixe)
RA	Répartiteur d'appartement
RB	Répartiteur de bâtiment
RR	Réglette de raccordement
RE	Répartiteur d'étage
RJ	Registered Jack
RL	Return loss (affaiblissement de réflexions)
RP	Répartiteur principal
SC	Type de connecteur optique
SIA	Société suisse des ingénieurs et des architectes
ST	Type de connecteur optique

STP	Screened/Braid screened Twisted Pair (paire torsadée blindée)
SV	Répartiteur sur sol
TA	Prise informatique
TC	Terminal Connection
TCL	Transverse Conversion Loss
TE	Terminal Equipment
TGB	Telecommunication Ground Busbar
TIA	Telecommunications Industry Association
TL	Réglette de coupure
TMGB	Telecommunication Main Ground Busbar
TN-C	Terre Neutre Combiné
TN-S	Terre Neutre Séparé
TO	Telecommunication Outlet
TP	Twisted pair (paire symétrique)
UH	Unité de hauteur (rack)
UPS	Uninterruptible Power Supply
USIE	Union Suisse des Installateurs-Électriciens
UTP	Unscreened Twisted Pair (non blindé)
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line
VoIP	Voice over IP
WLAN	Wireless Local Area Network (réseau local sans fil)
xDSL	x Digital Subscriber Line (raccordement d'utilisateur numérique, x représente les lettres A, V, H, S, etc.)

