

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.

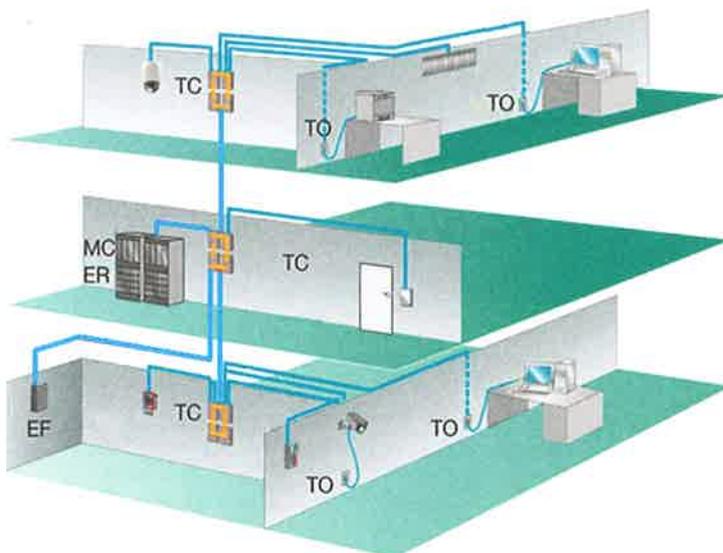


Figure 3: Topologie

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).

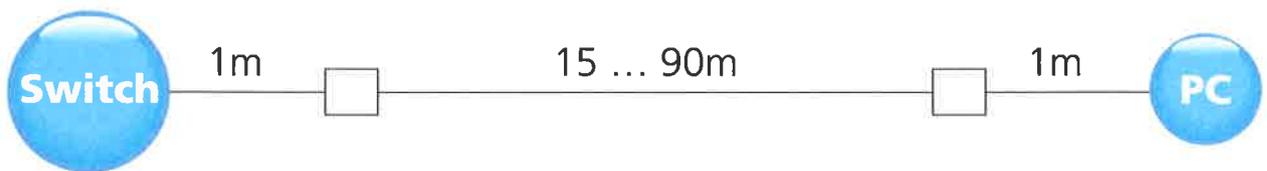


Figure 4: Chaîne de liaison à 2 connecteurs

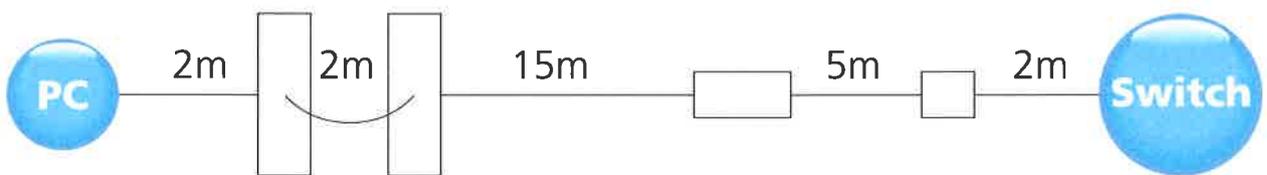


Figure 5: Chaîne de liaison à 3 ou 4 connecteurs

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.

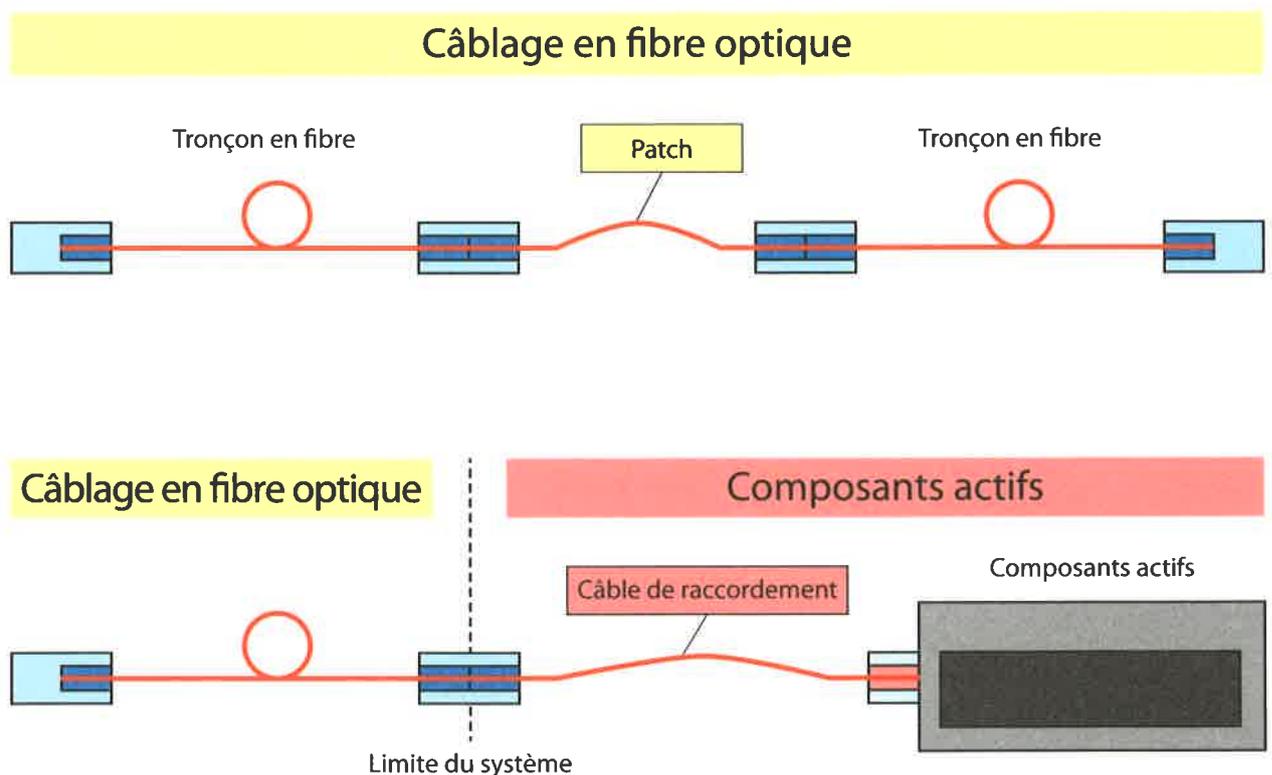


Figure 6: Lignes FO (Link FO)

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 →	2 →	3 →	4 →	5 →	6 →	7 →	→	9 →	10 →	11 →	12 →
XXX											
XXX											
XXX											
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: **Benutzte EN Klassen:**

Cuivre Classe D OM3 SM OS1

Fibre Classe E OM4 SM OS2

Cuivre et fibre Classe EA

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.

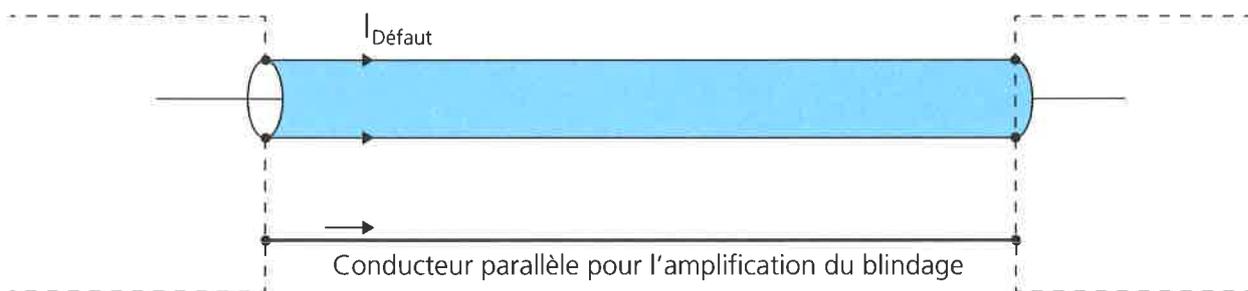


Figure 11: Paire torsadée blindée (Twisted Pair blindée)

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:

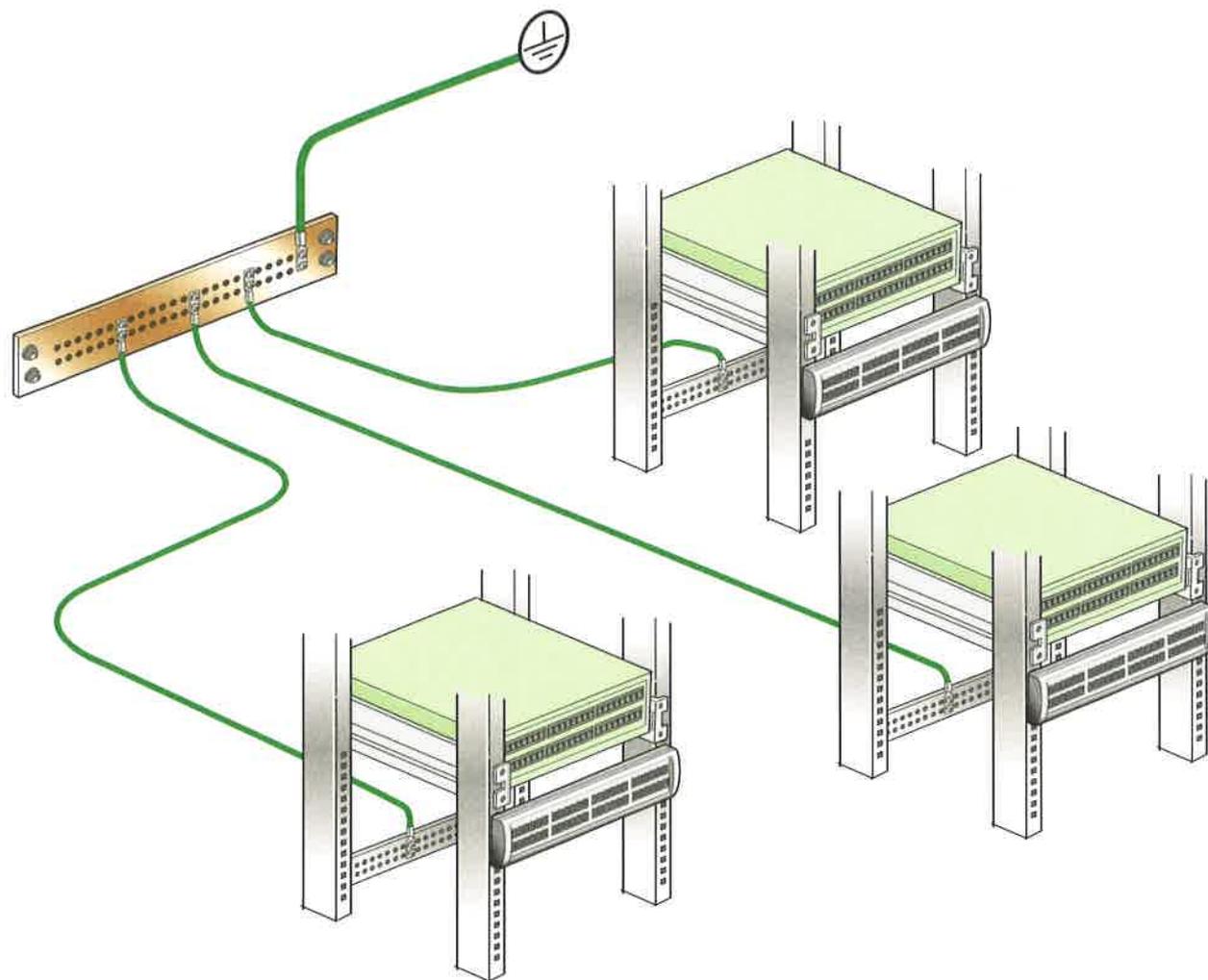


Figure 12: Liaisons équipotentielle du système

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.

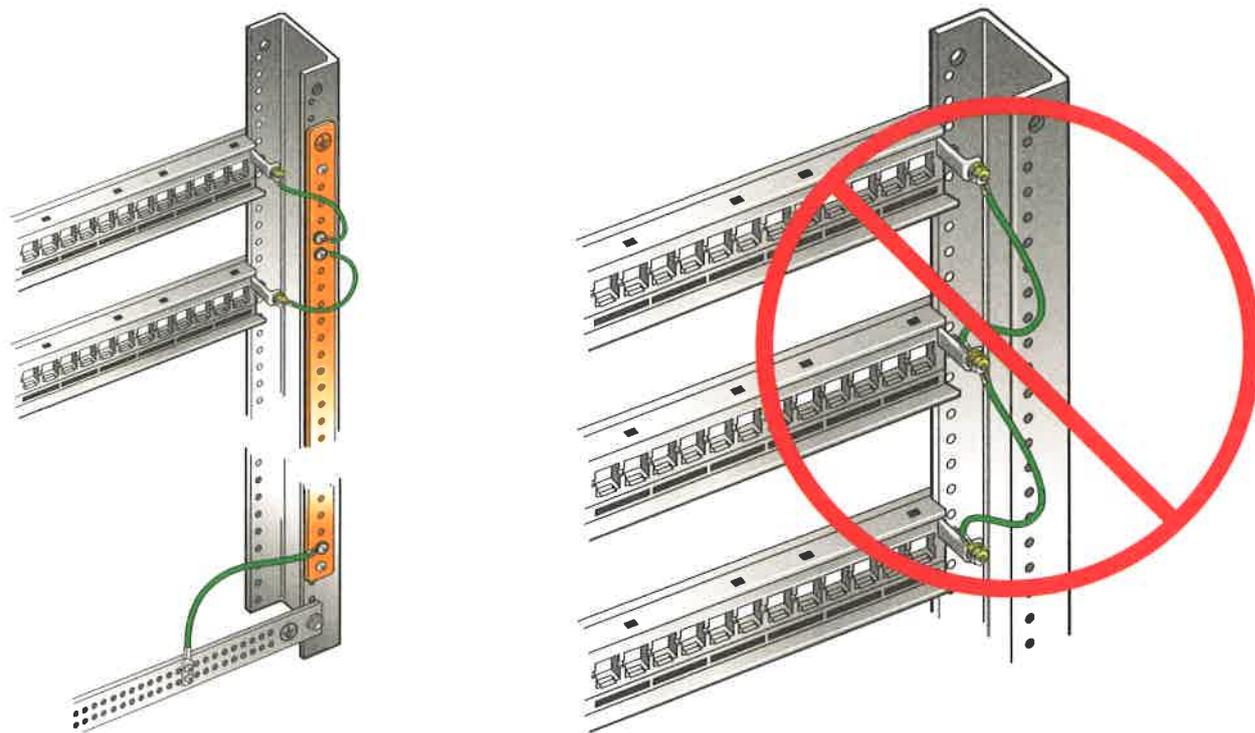


Figure 13: Mise à terre des Panels

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).

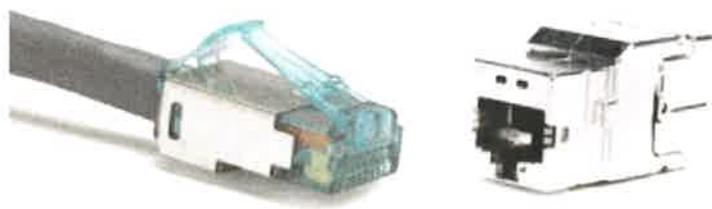


Figure 14: Module de raccordement et connecteur résistant CEM

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.

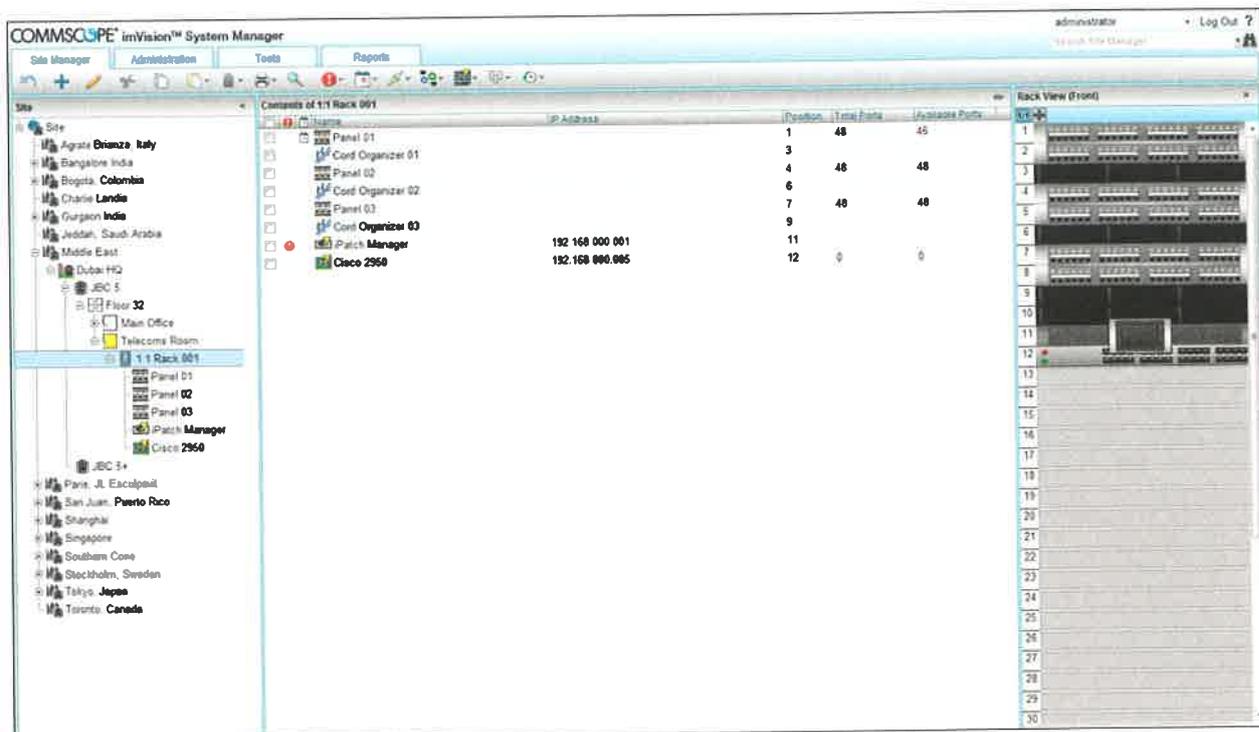


Figure 16: Système de gestion des câbles