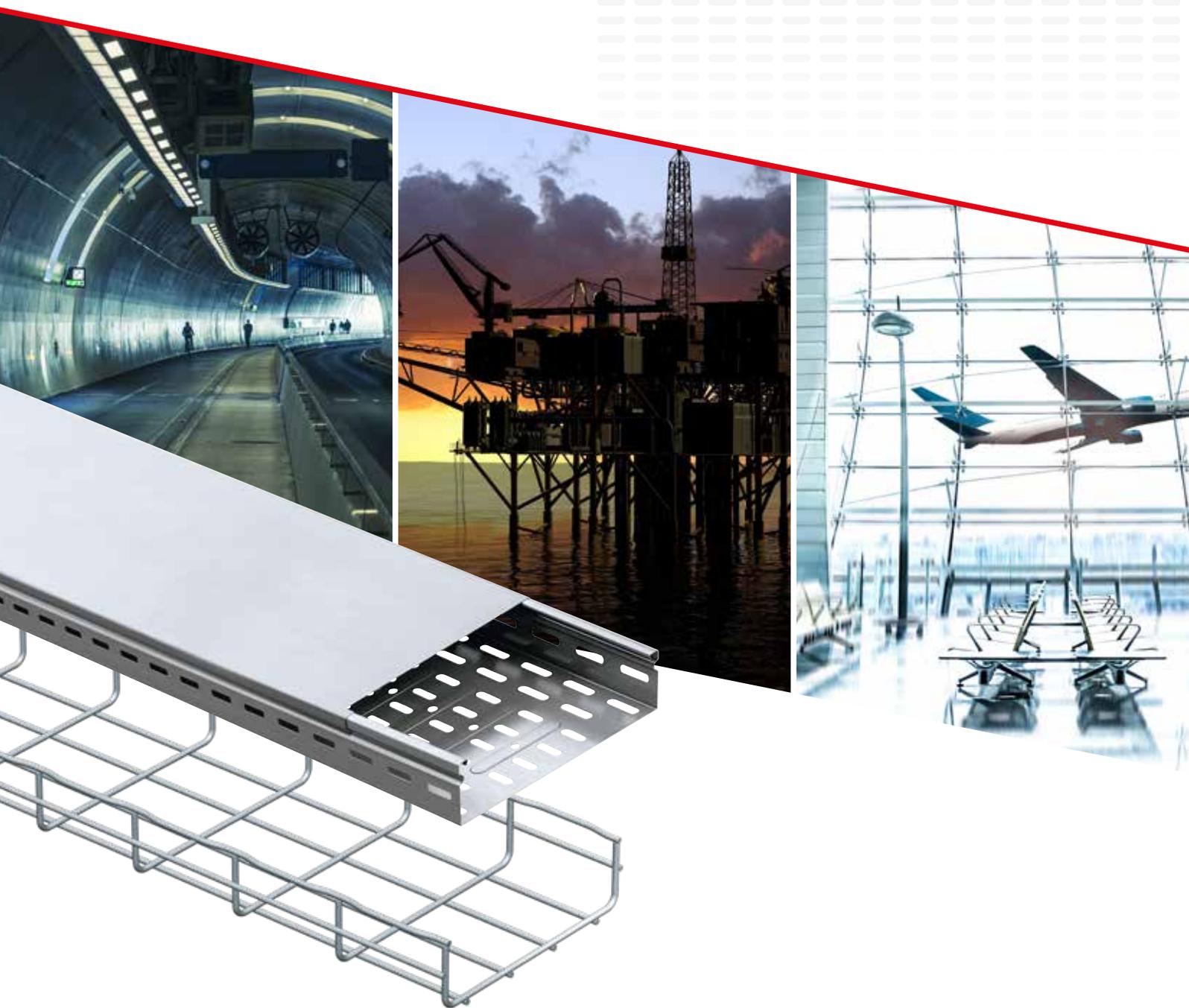


GUIDE TECHNIQUE

CHEMINS DE CÂBLES



 **legrand**[®]

CABLE MANAGEMENT



SOMMAIRE

Aspects normatifs	2
Matériaux et traitements de surface	6
Charge pratique de sécurité	18
Mise à la terre	22
Continuité électrique	24
Court-circuit	25
Performance électromagnétique	26
Tenue au feu	28
Câbles d'énergie	30
Le courant faible	32
Câbles d'informations fibres optiques	34
Câbles d'informations cuivre	36

Tous les chemins de câbles ne sont pas équivalents. Les caractéristiques mécaniques, électriques, les tests, les certifications, l'organisation de qualité totale, les recommandations mentionnées dans ce guide technique ne concernent que nos gammes de cheminement de câbles et ne peuvent en aucun cas être transposés sur d'autres produits similaires ou imitation.

ASPECTS NORMATIFS

La fabrication et l'utilisation des chemins de câbles répondent à une réglementation stricte et précise qui évolue dans le temps. Dans ce paragraphe, nous faisons le point sur les textes en vigueur qui définissent la conformité des produits.

Marquage, conformité, certificats, déclarations : ce qu'il faut savoir

LE MARQUAGE CE

Dans le cadre du marché unique en Europe, des directives européennes permettent d'assurer le libre échange et le respect des exigences minimales de sécurité. Chaque typologie de produit a ensuite ses propres directives européennes de référence. Celles-ci sont transposées en réglementation nationale sous forme de loi dans chaque pays. Le marquage CE est une preuve, auto déclarée par le fournisseur, de la conformité à toutes les directives européennes applicables au produit.

L'ensemble des produits circulant dans le territoire européen doit être marqué du logo CE. Ils sont soumis au contrôle des autorités compétentes qui sont en droit de réclamer aux fabricants les rapports des certifications CE ou de réaliser des prélèvements.



LES MARQUES DE CONFORMITÉ NATIONALES (NF, IMQ, GOST, ANCE, UL, ...)

Elles garantissent que les produits concernés sont conformes aux normes nationales ou d'usage dans le pays (NF en France, IMQ en Italie, NEMA aux USA...). Cette conformité est certifiée par des tierces parties (LCIE pour les normes NF, UL pour les normes UL, IMQ pour les normes IMQ...) qui effectuent des audits plusieurs fois par an. Certaines normes nationales peuvent donner lieu à une correspondance internationale.



Déclaration de conformité fabricant

Les laboratoires d'essais produits du groupe Legrand sont reconnus et homologués par les organismes de certification nationaux (LCIE, IMQ, ...) qui effectuent des contrôles réguliers permettant la réalisation de tests normatifs officiels. Les résultats de ceux-ci sont communiqués sous la forme de déclaration de conformité.

La documentation technique aborde des sujets tels que le niveau de résistance contre la corrosion, les charges admissibles ou encore la continuité électrique, est disponible sur simple demande auprès de nos services.



Exemple de déclaration de conformité

Directives et réglementations environnementales

IMPACT ENVIRONNEMENTAL

• PEP - Profil Environnemental Produit

Le PEP est l'outil de référence informant des impacts environnementaux des produits électriques. Il s'appuie sur la norme internationale de référence, l'ISO 14025 « Marquages et déclarations environnementaux, déclarations environnementales de type III ». Les informations fournies résultent de la démarche d'analyse du cycle de vie qui permet d'évaluer scientifiquement les impacts environnementaux évalués selon plusieurs indicateurs (ISO 14040 « Management environnemental - ACV), de la conception au recyclage en passant par sa fabrication et son utilisation.

Cette écodéclaration n'est ni un label ni un marquage réglementaire, le PEP constitue toutefois un outil d'aide au choix indispensable pour toute entreprise inscrite dans une démarche de construction écoresponsable.



Les fiches PEP des produits Legrand Cable Management sont accessibles sur demande auprès de nos services.

TRAÇABILITÉ ET ÉLIMINATION DES SUBSTANCES DANGEREUSES

• ROHS - Restriction of Hazardous Substances

La directive européenne RoHS (2002/95/CE) définit des règles de restriction d'usage de substances dangereuses applicables aux produits électriques et électroniques. Les substances visées sont le plomb, le mercure, le cadmium, le chrome hexavalent, le PBB et le PBDE.

Au-delà des obligations réglementaires de la directive RoHS sur le périmètre européen, le groupe Legrand s'est engagé à respecter pour l'ensemble de ses produits commercialisés partout dans le monde les règles de la restriction des substances de la directive RoHS.

• REACH - Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals

Extrait du ministère de la transition écologique et solidaire, « REACH est un règlement européen (n°1907/2006) [...] pour sécuriser la fabrication et l'utilisation des substances chimiques dans l'industrie européenne. Il s'agit de recenser, d'évaluer et de contrôler les substances chimiques fabriquées, importées, mises sur le marché européen. »

Un groupe d'experts du laboratoire matériaux s'associe aux acheteurs pour identifier les typologies de matières et articles achetés avec forte probabilité de présence de substances REACH afin de consulter prioritairement et de façon constructive les fournisseurs ciblés. Ils ont aussi en charge de rechercher, dès la publication des listes de substances candidates, les solutions alternatives à promouvoir auprès des équipes de R&D.

MINÉRAIS DE CONFLIT

Le groupe Legrand acteur responsable, soutient les initiatives de l'OCDE en suivant les indications du « Guide OCDE sur le devoir de diligence pour les chaînes d'approvisionnement responsables en minerais provenant de zones de conflit ou à haut risque » et construit progressivement une démarche pour identifier et évaluer les risques liés à sa chaîne d'approvisionnement.

ENGAGEMENT ENVIRONNEMENTAL ET ÉNERGIE

• ISO 14001

Engagement volontaire du groupe Legrand à être certifié ISO 14001, les exigences de la présente norme basées sur le management environnemental permettent de contribuer au développement durable, à la protection de l'environnement et à l'amélioration des performances du site. Dans une démarche de progrès continu, les actions environnementales ont pour objectif de réduire les consommations d'énergie, le volume des déchets tout en développant leur tri, maîtriser les consommations d'eau et les rejets atmosphériques.

La certification est accessible sur demande auprès de Legrand Cable Management

• ISO 50001

La norme concerne le management de l'énergie et permet d'intégrer les bâtiments tertiaires. Les sites les plus consommateurs du groupe en Europe sont certifiés ISO 50001. Cette certification démontre notre volonté de répondre aux enjeux de la transition énergétique y compris dans ses activités propres.

La certification est accessible sur demande auprès de Legrand Cable Management.

Engagement de qualité

• ISO 9001

La norme promeut un management par les risques de la qualité basé sur l'amélioration continue intégrant le cycle PDCA (Planifier - Réaliser - Vérifier - Agir). Par son application, l'objectif est une constante amélioration de la satisfaction des clients en fournissant des produits conformes au niveau de qualité exigée.

La certification est accessible sur demande auprès de nos services.



Exemple de certificat ISO 9001

Les différentes normes

LA NORME CEI 61 537 « COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE SYSTÈMES DE CÂBLAGE - SYSTÈMES DE CHEMIN DE CÂBLES ET SYSTÈMES D'ÉCHELLE À CÂBLES »

Il s'agit de la référence pour la qualification des produits de cheminements de câbles. Le groupe Legrand de part son expertise fait partie du groupe de travail de la CEI 61537 édition 3 et est de fait impliqué dans le suivi des revendications et projets d'évolution. Cette norme spécifie les prescriptions et les essais des chemins de câbles, des échelles à câbles, des supports et leurs accessoires pour assurer une sécurité totale des installations. Les thèmes abordés sont :

- La résistance mécanique
- La continuité électrique
- La conductivité électrique
- La résistance contre la corrosion
- La résistance à la propagation de la flamme
- La résistance au choc

NEMA VE I-2017

Définit les exigences pour les chemins de câbles métalliques et les accessoires associés conçus pour être utilisés conformément aux règles du Canadian Electrical Code, Partie I et du National Electrical Code®.

LES NORMES ET GUIDES À CONNAÎTRE

Les normes suivantes définissent les dispositions d'installation et de mise en œuvre des nos produits :

- La CEI 60364 : « Installations Électriques à Basse Tension »
- La norme EN 50174-2 : « Technologies de l'information - installation de câblage »
- Le guide pratique UTE C 15-900 : « Installations électriques à basse tension - Mise en œuvre et cohabitation des réseaux de puissance et des réseaux de communication dans les installations des locaux d'habitation du tertiaire et analogue. »
- Le guide pratique UTE C 15-520 : « Installations électriques à basse tension, canalisations, modes de pose, connexion »
- Le guide pratique UTE C 15-103 : « Installations électriques à basse tension. Choix des matériels électriques (y compris des canalisations) en fonction des influences externes. »

MATÉRIAUX ET TRAITEMENTS DE SURFACE

La corrosion

Thème récurrent de toutes les applications métalliques, une corrosion non maîtrisée peut entraîner la dégradation des performances et altérer la pérennité de l'installation.

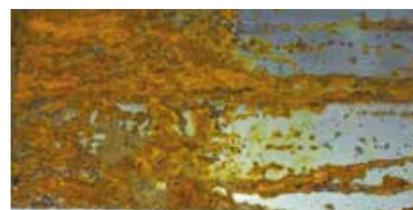
Le cheminement de câbles est exposé à un environnement extérieur qui peut être plus ou moins agressif et ainsi source de corrosion.

1) CORROSION ENVIRONNEMENTALE

La corrosion des métaux est une réaction chimique entre le fer contenu dans l'acier et le dioxygène de l'air ou de l'eau (humidité, vapeur d'eau, pluie, projection, agents acides).

D'autres compléments additifs aqueux ou gazeux peuvent contribuer à des phénomènes de corrosion.

Le résultat est l'apparition d'un composé chimique connu sous le nom de rouille rouge (Fe_2O_3).



Ainsi savoir précisément dans quel environnement va être installé le chemin de câbles permet de choisir le traitement de surface adapté.

(Cf Tableau Classe corrosion page 14)

2) CORROSION GALVANIQUE

La corrosion galvanique résulte d'un phénomène électrochimique dû à la différence de potentiel existant entre métaux différents, ou entre un métal et les impuretés qu'il contient lorsqu'ils sont reliés électriquement.

Métal considéré	Inox	Nickel	Cuivre	Laiton	Acier	Aluminium	Chrome	Zinc
Inox	0							
Nickel	180	0						
Cuivre	320	140	0					
Laiton	400	220	80	0				
Acier	750	570	430	350	0			
Aluminium	840	660	520	440	90	0		
Chrome	950	770	630	550	200	110	0	
Zinc	1150	970	830	750	400	310	200	0

Domaine de compatibilité électrolytique des métaux dans l'eau à 2% de NaCl

Une limite maximale de 400 mV est considérée comme acceptable pour limiter le phénomène de corrosion entre deux métaux.

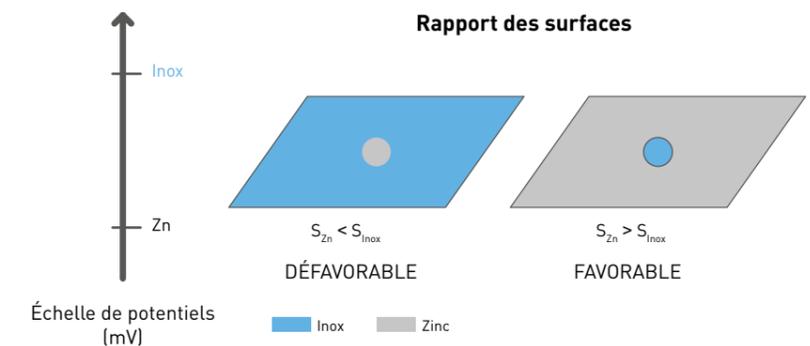
Attention : ce tableau doit être considéré comme une aide pour le choix des solutions, il ne permet pas de préjuger totalement du comportement réel, qui sera également influencé par de nombreux autres facteurs : composition de l'électrolyte, pH, quantité d'eau, température, oxygénation du milieu, rapport des surfaces (voir ci-dessous) ...

Cependant sous certaines conditions, la compatibilité des métaux à forte différence de potentiel est possible. Ainsi, on peut parfois utiliser de l'inox avec du zinc, lorsque la surface de contact du zinc est nettement plus élevée que celle de l'inox. Par exemple, l'association du BFC multiclip en inox avec des produits en prégalvanisés.



Chemin de câbles en Zinc et accessoire en Inox

La corrosion galvanique est à prendre en compte au sein du système entier de cheminement de câbles et demande un choix adéquat des supportages, des accessoires (éclissage, visserie, liaison équipotentielle...).

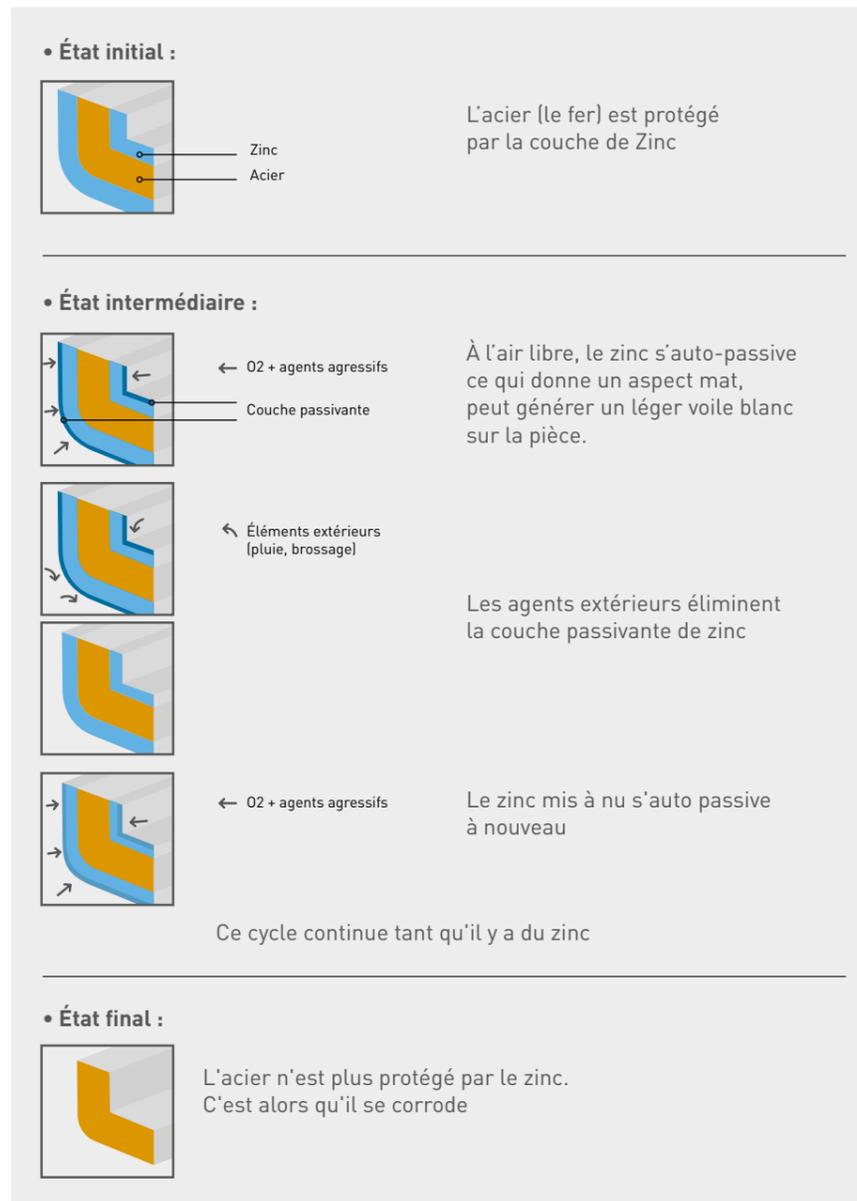
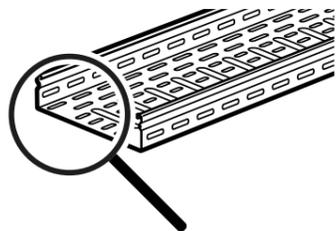


Les solutions

1) LES ACIERS REVÊTUS

L'acier est revêtu d'une protection de zinc ou d'alliages à base de zinc contre la corrosion. La protection galvanique des aciers est un procédé sacrificiel : tant qu'il reste assez de zinc sur une pièce en acier, le zinc s'oxydera avant que l'oxydation de l'acier ne commence. Lorsque le zinc est complètement consommé c'est l'acier à l'air libre qui commence à s'oxyder pour former de la rouille rouge.

Les essais de tenue à la corrosion accélérés [Brouillard salin] vont engendrer de l'hydrocarbonate et de l'oxyde de zinc plus communément appelés rouille blanche. Hormis les milieux très agressifs, en réalité, le zinc va s'auto-passiver et le voile blanchâtre qui peut apparaître correspond à cette passivation temporaire et non à la rouille blanche.



Voici les traitements de surface que Legrand Cable Management vous propose contre la corrosion, toutes nos solutions sont conformes à la directive RoHS :

a. Aciers Prégalvanisés/Prérevêtus:

PG/GS : Galvanisation avant fabrication en continu par procédé Sendzimir
>> Norme PG (fil) : EN 10244-2 // GS (accessoires et tôles) : EN 10346

Avant la fabrication, un revêtement de zinc est déposé par immersion en continu sur les tôles ou les fils d'acier. L'aspect des pièces est alors lisse et gris et protégé par la corrosion.

ZM : Zinc Magnésium avant fabrication en continu par procédé Sendzimir
>> Norme EN 10346

Les produits sont fabriqués avec de l'acier prégalvanisé par immersion en continu par un alliage de zinc contenant du magnésium et de l'aluminium. Il a une teinte plus foncée que le GS. Il est une bonne alternative au GC pour les environnements aux conditions marines et ammoniaquées, mais pas dans des environnements soufrés.

• Spécificité du Zinc Magnésium :

Le revêtement Zinc Magnésium a la propriété d'auto générer une couche protectrice sur les tranches. Celles-ci sont recouvertes par de l'hydroxychlorure de magnésium qui crée un voile blanc renforçant la résistance à la corrosion.

Au début de la vie du produit en ZM, il peut être possible de voir apparaître de légers points de rouille rouge au niveau des tranches mais ils sont ensuite recouverts par la protection précédente.

La qualité du produit n'est pas altérée.

b. Aciers Post-traités par voie humide

EZ : Electrozingage dépôt électrolytique à base de zinc
>> Norme ISO 2081

Les chemins de câbles ou accessoires sont fabriqués à partir d'acier brut, puis sont décapés et plongés dans un électrolyte contenant du zinc. Le passage d'un courant électrique provoque le dépôt de zinc. Ce revêtement peut être choisi tant pour sa performance que pour son esthétique. Nous travaillons sur des passivations qui permettent d'obtenir un aspect lisse, gris, bleuté et brillant qui retardent l'apparition de la rouille blanche.

EZ+ : Electrozingage noir après fabrication + couche organique
>> Norme ISO 2081

À la suite du processus d'électrozingage, on ajoute une couche de finition organique de couleur noire en phase aqueuse. Cette ultime étape permet de protéger et d'élever la tenue à la corrosion du produit.

ZnNi : Zinc Nickel dépôt électrolytique à base de zinc et de nickel
>> Norme ISO 15726

Les chemins de câbles ou accessoires sont fabriqués à partir d'acier brut, puis sont décapés et plongés dans un électrolyte contenant principalement du zinc et du nickel. Cette composition permet d'avoir une meilleure tenue à la corrosion qu'avec de l'EZ, du DC et même du GC sous certaines conditions (voir tableau des classes). Le ZnNi a un aspect plus gris et plus mat que l'EZ.

ZnNi+ : Zinc Nickel noir dépôt électrolytique de couleur noire à base de zinc et de nickel

>> Norme ISO 15726

Il s'agit du même procédé électrolytique que le ZnNi précédant avec un complément de couleur noire dans la couche supérieure.

La performance de l'électrozingage ne doit pas être uniquement jugée sur l'épaisseur finale [zinc + passivation] mais surtout sur le choix de la passivation.

c. Aciers Postgalvanisés par traitement au trempé

GC : Galvanisé à chaud après fabrication
>> Norme EN ISO 1461

Les chemins de câbles ou accessoires sont fabriqués à partir d'acier brut, puis sont dégraissés, décapés et immergés dans un bain de zinc en fusion. Le revêtement obtenu est une combinaison croissante de couches successives d'inter-métalliques zinc/fer, très riche en zinc en surface. Ce procédé doit être avant tout choisi pour sa performance plutôt que pour son esthétique (gris, plus ou moins, rugueux, fleuré, mat). Il est possible de constater à la livraison des produits, un léger voile blanc (hydroxyde de zinc) qui n'altère pas la tenue à la corrosion.

d. Aciers Post-traités par dispersion aqueuse

DC : Zinc lamellaire
>> Norme EN 13858

(Chemins de câbles et accessoires) // ISO 10683 (éléments de fixation)

Les solutions (suite)

Le zinc lamellaire est un traitement à base de superposition de lamelles de zinc et d'aluminium dans une matrice organique. Il a une protection équivalente au GC sous certaines conditions (voir tableau des classes) et est principalement utilisé sur des accessoires de petites dimensions (éléments de fixations, visserie...).

2) LES ACIERS INOXYDABLES

Des ambiances particulièrement agressives nécessitent de ne plus agir sur le revêtement mais sur le type même de l'acier. Legrand Cable Management a retenu deux principaux aciers inoxydables austénitiques, 304L et 316L, pour leur tenue élevée à la corrosion, obtenue entre autre, par leur haut taux de chrome. Nous utilisons aussi des aciers inoxydables austénitiques 301 et 302 pour des cas de montages spécifiques qui nécessitent un effet ressort avec une garantie de tenue mécanique élevée.

304L >> Norme EN 10088-2 et EN 10088-3
- Composition : X2CrNi18-9.

C'est une nuance austénitique à teneur en chrome (17,5 à 19,5 %), nickel (8 à 10,5 %). Il présente une bonne résistance à la corrosion en eaux douces, atmosphères naturelles, dans le milieu de l'alimentaire (sauf produits riches en sel, pectine, sauce soja, halogènes, bases, moutarde et vin blanc) aussi bien en intérieur qu'en extérieur.

316L >> Norme EN 10088-2 et EN 10088-3
- Composition : X2CrNiMo17-12-2

C'est une nuance austénitique à teneur en chrome (16,5 à 18,5 %), nickel

(10 à 13 %) et molybdène (2 à 2,5 %) offrant une résistance à la corrosion significativement améliorée et adaptée aux milieux corrosifs.

NB : 304L - 316L, L = low carbon, améliore la résistance à la corrosion et limite la formation des carbures lors des processus de soudage.

301 >> Norme EN 10088-2
- Composition : X10CrNi18-8.

Il a une résistance à la corrosion proche du 304L. Il permet d'obtenir des aciers ressorts aux caractéristiques mécaniques plus élevées que le 304L et 316L.

302 >> Norme EN 10270-3
- Composition : X10CrNi18-8.

On retrouve les mêmes caractéristiques que pour le 301 mais le 302 est utilisé spécifiquement pour des produits fils.

AMÉLIORATION DU PERÇU ESTHÉTIQUE ET DE LA DURÉE DE VIE DE L'INOX

• Décapage et passivation

Tous les produits en acier inoxydable soudés ou potentiellement pollués subissent un traitement de décapage/passivation. Ces deux étapes sont fondamentales dans la durée de vie du produit et pour la pérennité de l'installation.

Le décapage et notre passivation spécifique donnent à l'acier inoxydable un aspect gris clair et mat.



Sans traitement

Décapé et passivé



Sans traitement

Décapé et passivé

• Film de protection

Une solution à la protection des inox contre les pollutions est de filmer les produits depuis la fabrication jusqu'à la livraison.



INOX ET MAGNÉTISME

La principale source de magnétisme dans le cas des aciers austénitiques (304L, 316L, 301, 302,...) est le degré d'écroissage lorsqu'il est travaillé à froid, et induit à forte dose, une phase métallurgique magnétique. L'écroissage sur la feuille ou le fil est une phase du processus industriel de durcissement du métal lors de sa déformation plastique.

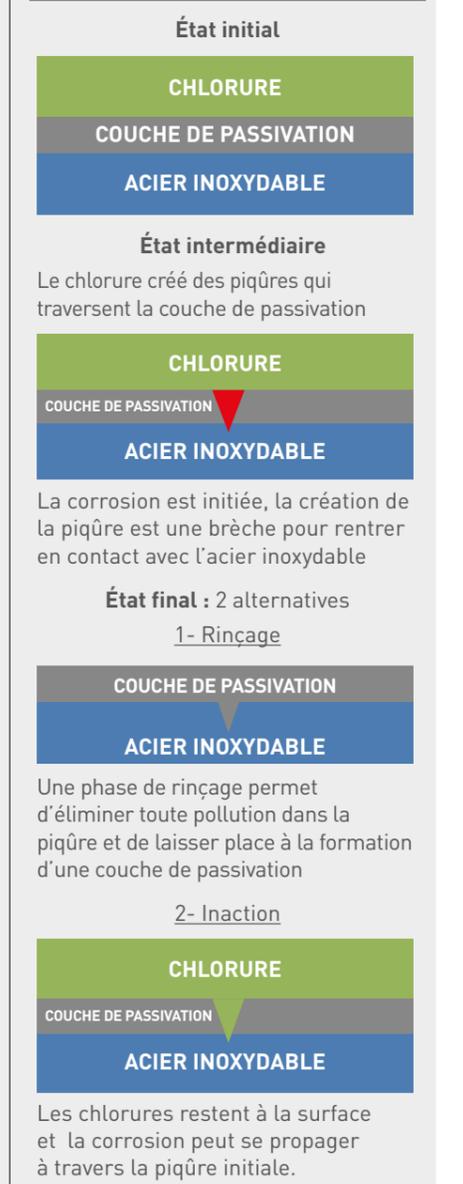
Afin de conserver la qualité de l'acier inoxydable, les schémas suivants illustrent l'importance de rincer les produits en inox lorsqu'ils viennent d'être en contact avec des acides ou des chlorures.

Inox et rinçage des chlorures et acides :

Phénomène de corrosion lié aux acides



Phénomène de corrosion lié aux chlorures



Les solutions (suite)

3 | DÉCOUPE/ALTÉRATION DE LA COUCHE DE PROTECTION DES PRODUITS

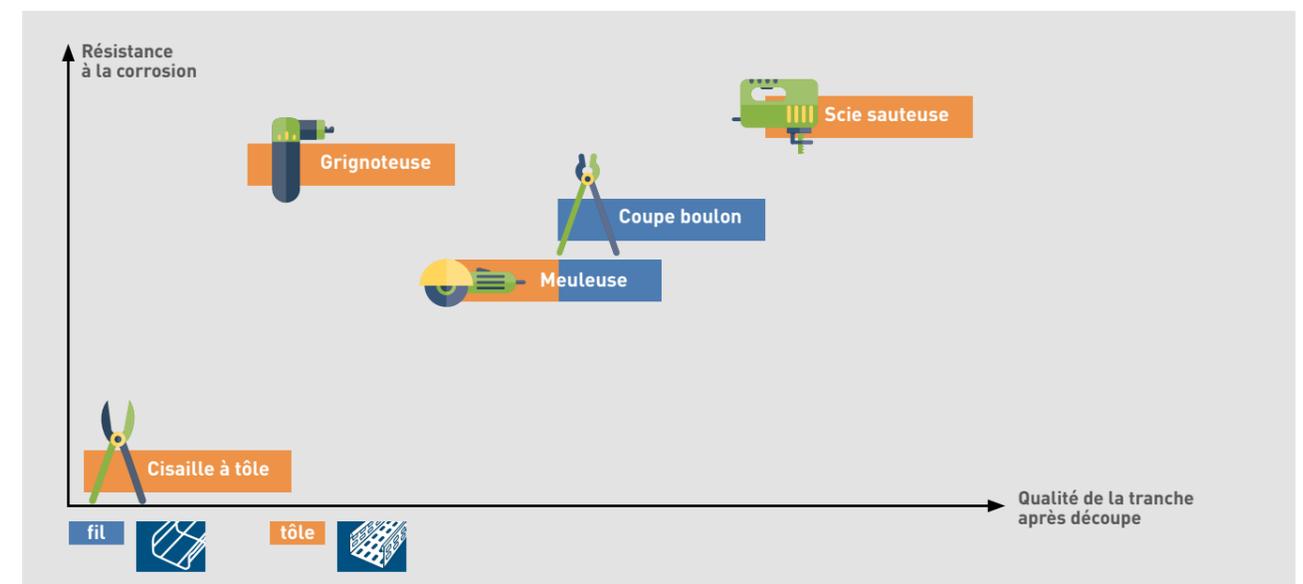
Lors du montage des chemins de câbles et de leurs accessoires, les produits sont découpés sur site pour créer des changements de direction, ajuster les tronçons... Des altérations lors de la manutention peuvent aussi arriver ; en conséquence, la couche de protection contre la corrosion peut être détériorée ainsi que l'aspect esthétique.

Cependant sous certaines conditions de découpe (selon l'outil utilisé et l'épaisseur de métal découpé), les produits métalliques bénéficient de la protection cathodique (migration du zinc) obtenue par un effet de beurrage. Cette réaction chimique peut ensuite être complétée par l'application de zinc par aérosol.

Découpe de l'acier inoxydable

Afin de limiter l'apport de pollution sur les produits fabriqués en acier inoxydable qui provoquerait des amorces de corrosion, il est conseillé d'effectuer les coupes avec des outils exempts de salissures.

	Coupe boulon	Exclusivement utilisé pour la découpe de fils, il a un fort effet de beurrage. En fonction des fils découpés, il convient d'utiliser un certain angle de découpe afin de minimiser les arrêtes vives.	
	Scie sauteuse	Rapide mais engendrant des vibrations du chemin de câbles, elle laisse paraître quelques filins d'acier et bénéficie d'un bon effet de beurrage.	
	Meuleuse	Rapide, elle fend sous très haute température les tranches lors de son passage en laissant des traces noires de brûlures et de fortes aspérités sous forme de copeaux d'acier qu'il convient souvent de limer. À manier avec précision, la découpe à la meuleuse entraîne des vibrations du chemin de câbles. Il est à noter que cet outil peut nécessiter un permis feu.	
	Grignoteuse	Efficace pour découper le fond du chemin de câbles. Elle se montre plus difficile d'utilisation dans les rayons et peut entraîner une déformation locale pouvant engendrer des contraintes lors du montage des éclisses.	
	Cisaille à tôle	Non adaptée pour la découpe des chemins de câbles qui ont des géométries complexes. L'action de découpe se traduit d'avantage par un arrachement de la matière éliminant partiellement ou totalement la protection de zinc.	



4 | ESSAIS DE TENUE À LA CORROSION ACCÉLÉRÉE

Le test de brouillard salin (BS neutre) suivant la norme ISO 9227 est l'essai le plus répandu et reconnu pour les chemins de câbles - référence CEI 61537. Cependant, il n'est pas automatiquement le plus représentatif des environnements corrosifs que nous rencontrons ni pour rendre compte du comportement réel de certains traitements de surface. C'est pourquoi nous effectuons des essais complémentaires pour que le traitement surface choisi réponde au mieux à l'environnement dans lequel le produit sera utilisé.

5 | TENUE À LA CORROSION DES ACIERS ET TRAITEMENTS DE SURFACE

a. Aciers au carbone et traitements de surface

Un large panel de finitions permet de répondre au plus proche de la performance à la corrosion

attendue. Le choix du revêtement adéquat est fonction des contraintes de montage et de l'agressivité du milieu d'installation. Toutefois, chaque environnement a des sensibilités différentes qui empêchent de fournir un classement général valable systématiquement. Par exemple, le ZM qui est plus performant en général que le GC devient inadapté dans les milieux soufrés.

b. Aciers Inoxydables

L'acier inoxydable est par définition résistant à la corrosion. Il s'auto protège par la formation d'oxyde de chrome, il crée sa propre couche de passivation qui fait barrière à l'environnement extérieur et protège l'acier. Les traces de rouille que l'on peut lui trouver sont dues généralement à des pollutions extérieures.

Remarque : de part la formation de sa couche passivante d'oxyde de chrome, l'essai de brouillard salin n'est pas adapté

pour caractériser la performance contre la corrosion (contrairement aux produits revêtus de zinc sacrificiel).

c. Classe de corrosivité

La classe de corrosivité est un classement normatif des environnements basé sur la corrosion atmosphérique.

Les solutions (suite)

DESCRIPTIONS D'ENVIRONNEMENTS ATMOSPHÉRIQUES TYPES LIÉS À L'ESTIMATION DES CLASSES DE CORROSIVITÉ (ISSUE DE LA NORME ISO 9223)

CLASSE DE CORROSIVITÉ ^a	CORROSIVITÉ	ENVIRONNEMENTS TYPES - EXEMPLES ^b	
		INTÉRIEUR	EXTÉRIEUR
C1	Très faible	Espaces chauffés à faible taux d'humidité relative et à faible pollution (bureaux, école, musées)	Zone sèche ou froide, environnement atmosphérique très peu pollué et avec une très courte durée de persistance de l'humidité (certains déserts, Arctique, Antartique central)
C2	Faible	Espaces non chauffés à température et humidité relative variables. Faible fréquence de condensation et faible pollution (entrepôts, salles de sport)	Zone tempérée, environnement atmosphérique faiblement pollué (SO ₂ < 5 µg/m ³) (zones rurales, petites villes) Zone sèche ou froide, environnement atmosphérique avec courte durée de persistance de l'humidité (déserts, région subarctiques)
C3	Moyenne	Espaces avec fréquence modérée de condensation et pollution modérée provenant des processus de production (usines agro-alimentaires, blanchisseries, laiteries)	Zone tempérée, environnement atmosphérique moyennement pollué (SO ₂ = 5 µg/m ³ à 30 µg/m ³) ou avec un certain effet des chlorures (zones urbaines, zones côtières avec faibles dépôts de chlorures) Zones subtropicales et tropicales atmosphère faiblement polluée
C4	Élevée	Espaces avec fréquence élevée de condensation et pollution sévère provenant des processus de production (usines de traitements industriels, piscines)	Zone tempérée, environnement atmosphérique très pollué (SO ₂ = 30 µg/m ³ à 90 µg/m ³) ou effet des chlorures (zones urbaines polluées, zones industrielles, zones côtières sans projection d'eau de mer ni exposition au puissant effet des sels de dégivrage) Zones subtropicales et tropicales atmosphère moyennement polluée
C5	Très élevée	Espaces avec fréquence très élevée de condensation et/ou à très forte pollution provenant des processus de production (mines, gisements pour exploitation industrielle, hangars non ventilés dans des zones subtropicales et tropicales)	Zone tempérée et subtropicale, environnement atmosphérique très pollué (SO ₂ = 90 µg/m ³ à 250 µg/m ³) et/ou effet important des chlorures (zones industrielles, zones côtières, emplacements protégés au niveau du littoral)
CX	Extrême	Espaces avec condensation presque permanente ou périodes prolongées d'exposition aux effets extrêmes de l'humidité et/ou à forte pollution provenant des processus de production (hangars non ventilés dans des zones tropicales humides avec pénétration de pollution extrême, y compris les chlorures de l'air et les matières particulaires favorisant la corrosion)	Zones subtropicales et tropicales (très longue durée de persistance de l'humidité sur les surfaces, environnement atmosphérique très pollué (SO ₂ = teneur supérieure à 250 µg/m ³) y compris les facteurs d'accompagnement et production et/ou l'effet important des chlorures (zones industrielles extrêmes, zones côtières au large des côtes, contact occasionnel avec les brouillards salins)

a - Dans les atmosphères supposées appartenir à la classe "CX", il est recommandé de déterminer la classification de la corrosivité des atmosphères à partir des pertes par corrosion sur un an.
b - Il convient de déterminer la concentration de dioxyde de soufre (SO₂) pendant au moins un an et de l'exprimer sous forme de moyenne annuelle.

NOTE 1 - Les dépôts de chlorures dans les zones côtières dépendent fortement des variables affectant le transport du sel de mer vers l'intérieur des terres, à savoir direction et vitesse du vent, topographie locale, présence d'îles protégeant du vent, distance entre le site d'exposition et la mer, etc.

NOTE 2 - Une pollution extrême par les chlorures, de type embruns et brouillards salins, ne relève pas du domaine d'application de la présente Norme internationale.

NOTE 3 - La classification de la corrosivité de l'atmosphère de service spécifique, par exemple dans les industries chimiques, ne relève pas du domaine d'application de la présente Norme internationale.

NOTE 4 - Les surfaces protégées et non lavées par les eaux de pluie, dans les environnements atmosphériques maritimes où peuvent se produire et s'accumuler des dépôts de chlorures, peuvent voir leur corrosivité s'accroître de façon substantielle en raison de la présence de sels hygroscopiques.

NOTE 5 - La description détaillée des types d'atmosphères d'intérieur appartenant aux classes de corrosivité C1 et C2 est donnée dans l'ISO 11844-1. Les classes de corrosivité des atmosphères d'intérieur C1 et C5 sont définies et classées.

6) TABLEAU DES COMPATIBILITÉS DES PRODUITS

Afin d'être cohérent entre les tenues à la corrosion des accessoires et des chemins de câbles, et de limiter les amorces de corrosion dues au couple galvanique, nous préconisons les assemblages suivants :

CHEMINS DE CÂBLES	ACCESSOIRES	VISSERIE
GS/EZ/PG	GS/EZ	EZ
GC	DC/GC/ZM/ZnNi	DC/ZnNi
ZM	DC/GC/ZM/ZnNi	DC/ZnNi
304L	301 / 302 / 304L / 316L	304L / 316L
316L	301 / 302 / 304L / 316L	304L / 316L
EZ+	EZ+	ZnNi

Remarques :

- Pour ce qui concerne l'association entre les produits métalliques et PVC/GRP/Epoxy, elle ne présente aucune restriction.
- L'association d'accessoires 301 et 302 est à étudier en fonction des environnements d'utilisation, voir : E. Tableau des classes.
- L'association de produits en GC, DC avec du GS ou de l'EZ n'entraîne aucune corrosion galvanique.
- Tenir compte des explications sur les couples galvaniques et le rapport des surfaces abordées dans le paragraphe « Corrosion galvanique »

7) TEMPÉRATURE

La plage de température d'utilisation de nos produits métalliques va de -20°C à + 120°C.

Peinture et esthétique, utilité pratique Poudre polyester

Pour des milieux secs en intérieur, la peinture poudre polyester sur produit brut (mais traité) a l'intérêt d'augmenter la tenue à la corrosion tout en apportant un aspect esthétique. Elle peut aussi être intéressante pour la différenciation des circuits. La teinte est à spécifier à la commande suivant le nuancier RAL. Elle peut être aussi utilisée pour ajouter un effet barrière contre la corrosion.

Plastique et vieillissement PVC

Contrairement aux métaux, les plastiques ne sont pas soumis aux risques d'oxydation et de corrosion. La matière utilisée garanti une tenue de 10 ans aux UV et a une résistance de propagation à la flamme à des températures élevées (test du fil incandescent à 960°). Les plages de température de tenue vont de -20°C à +60°C. Il a une bonne résistance aux chocs jusqu'à sous température de -5°C. Il a aussi l'avantage d'être léger pour l'installation. De par leur caractère isolant, les produits en PVC ne nécessitent pas de mise à la terre.

Composite et performance - GRP

Il regroupe les avantages des métaux et du plastique : une forte résistance mécanique, une résistance au feu c'est pourquoi il est recommandé pour l'utilisation dans des tunnels ; sans leurs inconvénients : risque de corrosion et tenue à l'UV. Pareillement au PVC, il a aussi l'avantage d'être léger pour l'installation et les produits en GRP ne nécessitent pas de mise à la terre.

Application et Classe de corrosivité

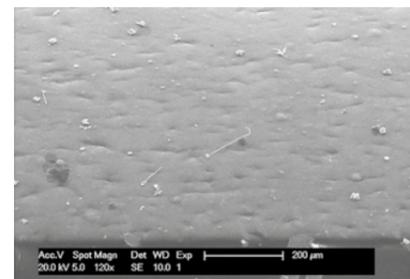
En synthèse, comme il n'est pas pertinent de communiquer un classement des finitions qui s'applique systématiquement, du fait notamment de la diversité des environnements, nous vous proposons ci après des préconisations pour les principales applications rencontrées.

PHÉNOMÈNE DES ZINC WHISKERS

La problématique est que des filaments de zinc de l'ordre du micromètre peuvent se détacher et endommager les matériels électroniques. Aujourd'hui, ce phénomène aléatoire est principalement observé pour le revêtement électrozingué à partir duquel se forment ces filaments métalliques de zinc.

Son origine n'est pas encore bien expliquée, il semblerait que ce soient les contraintes internes de l'électrozingage qui créent les zinc whiskers. Toutefois, certaines analyses de revêtements EZ ont montré l'absence de zinc whiskers et il n'y a pas de données factuelles dans les Data Center pour quantifier ce phénomène.

Face à cela, les géants du web et associés continuent d'utiliser de l'EZ ou d'autres alternatives à base de zinc comme l'acier prégalvanisé (PG, GS), le post galvanisé à chaud (GC) auxquels il est possible d'ajouter une couche de peinture poudre polyester. Dans certains cas, ces acteurs choisissent des solutions dites « zinc free » : produits en PVC, en acier brut revêtus uniquement de peinture poudre polyester...



Type de chantier	Applications	Agression et ambiance	Classe de corrosivité selon norme ISO 9223	Matière / finition précopiée	
TERTIAIRE CLASSIQUE / DATACENTER	Puissance, VDI, supervision, VMC...	Air ambiant	C1	Brut + Epoxy / GS EZ / EZ+	
EDIFICES PUBLICS	Infrastructure fermée (musées, centres commerciaux...)	Air ambiant	C1	Brut + Epoxy / GS / EZ / EZ+	
EDIFICES PUBLICS	Infrastructure ouverte (gare, parkings,...) à l'intérieur des terres	Gaz échappement Air ambiant (centre ville)	C3	DC / EZ+ GC / ZM / ZnNi	
EDIFICES PUBLICS	Zone côtière avec faible salinité	Air marin	C3	GC / ZM / ZnNi	
EDIFICES PUBLICS	Infrastructure ouverte (gare, parkings,...) en bord de mer	Gaz échappement Air marin	C4	GC 85µm / ZM / ZnNi	
		Gaz échappement Air marin avec projections d'eau saline	C5	ZM / ZnNi / 304L (301 et 302) 316L (301* et 302*) / PVC	
PHOTOVOLTAÏQUE	Intérieur des terres	Gaz échappement Air ambiant (centre ville, campagne)	C3	DC / EZ+ GC / ZM / ZnNi	
	Zone côtière avec faible salinité	Air marin	C3	GC / ZM / ZnNi	
EDIFICES PUBLICS	Infrastructure type piscines	enceinte intérieure et proche de l'eau	C5	PVC	
		enceinte intérieure et en local technique séparé de l'eau	Chlore < 500ppm	C4	316L
			Chlore > 500ppm		PVC
		enceinte extérieure et installée loin de l'eau	Chlore < 200ppm	C3	304L
			Chlore > 200ppm		PVC
Eau de javel, acides chlorhydriques et désinfectant à éviter car corrode les inox	C3	GC			
HOSPITALIER	Locaux et espaces techniques intérieurs	Condensation + pollution modérées	C3	DC / EZ+ / GC / ZM / ZnNi	
ENERGIE (STATION D'EPURATION ou biomass)	Extérieur	Gaz soufrés (90 µg/m³ < SO2 < 250 µg/m³) et acides organiques	C5	316L PVC	
TUNNELS ROUTIERS	Alimentation éclairages et VMC	Confinée Gaz échappement	C3	GC 85µm / ZnNi / 316L (301* et 302*) 304L (301 et 302) Composite	
TUNNELS FERROVIERES		Confinée Environnement non soufré Humidité faible	C3	GC / ZM / ZnNi 316L (301* et 302*) 304L (301 et 302) Composite	
ÉNERGIE (centrales)	Locaux et espaces techniques	Gaz acides batteries	CX	316L / PVC / Composite	
OIL&GAS	Onshore	Gaz & Ambiance marine Hydrocarbures (benzéniques, phénols, aromatiques)	C5I	GC 85 µm + Epoxy 316L Composite	
OIL&GAS	Offshore	Ambiance marine avec projections d'eau de mer Hydrocarbures (benzéniques, phénols, aromatiques)	C5M	GC 85 µm + Epoxy 316L Composite	
INDUSTRIES	Chimiques	Extérieur SO2 < 30 µg/m3 Acides nitriques et/ou organiques	C3	DC / EZ+ / GC ZM / ZnNi	
		Acides nitriques et/ou organiques	C4	316L / PVC 304L (301 et 302) 316L (301* et 302*) PVC	
	Manufacturières		C2	GS / EZ / EZ+	
INDUSTRIES	Manufacturières, Entrepôts	Intérieur / Extérieur - Humidité	C3	DC / EZ+ / GC / ZM / ZnNi	
INDUSTRIES	Alimentaires (zones de fabrication, laboratoire)	Péroxyde d'hydrogène, ammoniac, dérivés phénoliques, alcools, désinfectants, aldéhydes	C4	304L / 316L	
		Halogènes, bases, vin blanc, moutardes		316L	
		Eau de javel, acides chlorhydriques et désinfectant à éviter car corrode les inox			
MARINE/ SHIPBUILDING	Câblage interne du navire / plateforme	Confinée	C1	GS / EZ / EZ+	
MARINE/ SHIPBUILDING	Câblage externe du navire / plateforme	Ambiance marine avec projections d'eau de mer	CX	GC 85 µm+Epoxy ZM+Epoxy / 316L Composite	

CHARGE PRATIQUE DE SÉCURITÉ

Lors de son utilisation, le cheminement de câbles est amené à supporter le poids des câbles et autres produits complémentaires. Les charges pratiques de sécurité (CPS) des produits permettent d'adapter la configuration de l'installation.

Explication des essais de charge des chemins de câbles

La CPS, charge pratique de sécurité, est la charge maximale qui peut être appliquée sans danger en usage normal dans le cheminement de câbles. Il s'agit d'une charge uniformément répartie que l'on exprime en daN/m pour des raisons pratiques.

LES ESSAIS SELON LA CEI 61537

Une charge croissante est appliquée sur le système de cheminement de câbles.

La charge pratique de sécurité obtenue garantit :

- une flèche longitudinale maximale de 1/100 de la portée (exemple : flèche de 20 mm pour une distance entre supports de 2000 mm)
- une flèche transversale maximale de 1/20 de la largeur du chemin de câbles (exemple : flèche de 10 mm pour une largeur de chemin de câbles de 200 mm)
- un coefficient de sécurité de 1,7

Configurations d'essais :

Il existe trois typologies d'essai. Elles se différencient principalement par la localisation de l'éclissage dans la travée. Pour un produit identique, on obtiendra trois valeurs différentes de CPS en fonction de la typologie d'essai choisie.

- **Type 1** : Un **éclissage** doit être localisé au **milieu** de la **première** travée.

Prescription de montage associée : Il s'agit de la configuration la plus contraignante qui permet d'offrir la garantie des charges de sécurité de l'installation sans condition.



- **Type 2** : Un **éclissage** doit être localisé au **milieu** de la **deuxième** travée.

Prescription de montage associée : Pour garantir les charges de sécurité, l'installation ne devra pas contenir d'éclissage dans une portée d'extrémité.



La première travée X* peut être réduite.

- **Type 3** : La position de l'éclissage est figée, la longueur du chemin de câbles testé doit être un multiple de la portée.

Prescription de montage associée : l'installation devra respecter l'endroit d'éclissage préconisé par le fabricant.



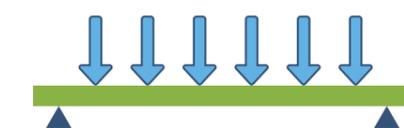
** : jonction présente dans l'une des deux travées.

Au sein même d'un type d'essais choisis des restrictions peuvent exister ce qui

conduit à une multitude de configurations d'essais possibles (chemins de câbles fixés ou non au support, largeur du support, variation des longueurs de travée, ...).

NEMA VE-1 / CSA C22.2 N°126

NEMA VE-1 et CSA C22.2 N°126 sont deux normes du cheminement de câbles qui évoluent parallèlement à la CEI 61537 mais rédigées par un comité électrique d'Amérique du Nord. Elles stipulent aussi des méthodes d'essai de chargements spécifiques pour déclarer la capacité de charge. L'essai est réalisé sur le cheminement de câbles uniformément chargé entre deux appuis.



Méthode destructive :

Il s'agit d'aller jusqu'à l'effondrement du système. La charge retenue pour la CPS est alors la charge d'effondrement divisée par un coefficient de sécurité de 1,5.

Il existe un tableau de conformité permettant de déclarer le produit suivant une désignation particulière.

Exemple de la NEMA VE-1 appliquée aux Etats-Unis

SPAN/LOAD CLASS DESIGNATION - USA [See Clauses 4.8.1, 4.8.2 and 6.1.2 (c).]					
Load, kg/m (lb/ft)	Span, m (ft)				
37 (25)	1.5 (5)	2.4 (8)	3.0 (10)	3.7 (12)	6.0 (20)
37 (25)	5AA	8AA	10AA	12AA	20AA
74 (50)	5A	8A	10A	12A	20A
112 (75)	-	8B	-	12B	20B
149 (100)	-	8C	-	12C	20C

Note : These ratings are also used in Mexico.

FABRICANT

Il existe aussi d'autres configurations fabricants pour communiquer les résultats de charges maximales du cheminement de câbles.

Ainsi, les courbes de charges déclarées peuvent être issues de multiples configurations.

Contenance maximale de remplissage

Il existe une règle générale pour calculer la contenance de remplissage d'un chemin de câbles. Pour certains projets, c'est une donnée qui peut être utilisée comme hypothèse initiale pour métrer et adapter le supportage.

Principe de calcul :

On raisonne sur l'aire d'une section de chemin de câbles rempli contiendra une densité de câbles de 0,25 kg/m/cm².

Exemple : l'aire de la section d'un chemin de câbles 50 x 300 (ie 5 x 30 cm) est de 150 cm² (en considérant les côtes internes). D'après la règle générale, il en résulte que sa capacité de remplissage est de 0,25 x 150 = 37,5 kg/m.

Note : Approximation possible 1 kgf = 1 daN (en réalité 1 kgf = 0,98 daN)

Section de remplissage

Explication essais de charge consoles/pendards selon la norme IEC 61537

Les consoles concernent les cas de fixation murale. La charge pratique de sécurité, correspondant à une force, est déclarée en daN (1 kgf = 0,98 daN).

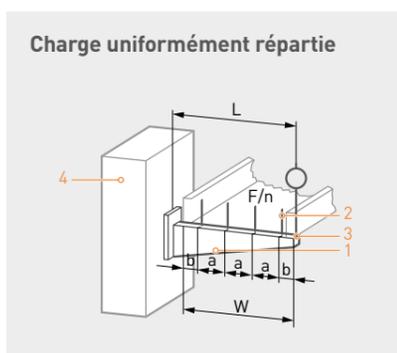
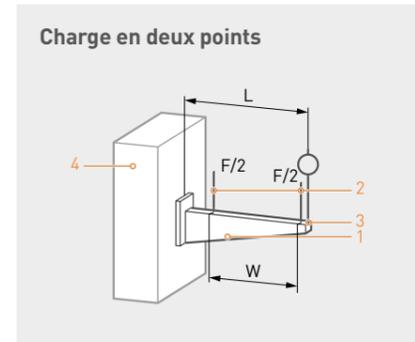
Les pendards correspondent eux aux cas de fixation plafond. La CPS significative est alors un couple et est déclarée en daN.m.

CONSOLES

L'essai consiste en l'application d'une charge en deux points pour les échelles à câbles ou uniformément répartie pour les autres types de chemins de câbles. Ainsi, un support susceptible d'accueillir tous les types de chemins de câbles est testé en deux points.

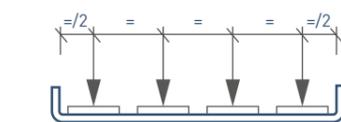
La CPS déclarée garantit :

- Une flèche maximale de 1/20 de la longueur de la console sans dépasser 30 mm
- Un coefficient de sécurité de 1,7 avant l'effondrement du produit

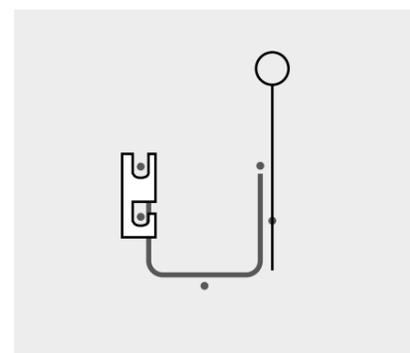


NOMBRE DE CHARGES PONCTUELLES SUR LA LARGEUR

LARGEUR NOMINALE (mm)	NOMBRE DE CHARGES PONCTUELLES
Jusqu'à 175 inclus	1
Au-dessus de 175 jusqu'à 300 inclus	2
Au-dessus de 300 jusqu'à 600 inclus	4
Supérieur à 600	6



Remarque : dans le cas des consoles courtes à fixations latérales [CAT30, CM50...] la flèche maximale est mesurée à l'extrémité du système.



PENDARDS

Deux valeurs de CPS sont à communiquer pour un support fixé au plafond. L'ensemble des CPS déclarées garantissent :

- Une flèche maximum de 1/20 de la longueur totale du pendard sans dépasser 30 mm toutefois
- Un coefficient de sécurité de 1,7 avant l'effondrement du produit

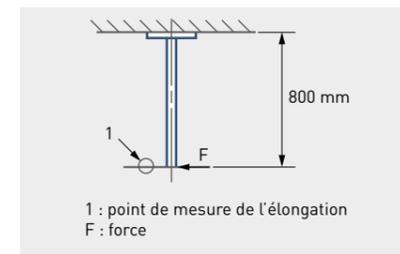
La CPS la plus caractéristique d'un pendard est celle correspondant au moment de flexion et qui définit le couple admissible du pendard. Le pendard se définit également par sa valeur de CPS en traction mais qui est moins déterminante dans le choix du support car largement suffisante dans la majorité des cas. Sa valeur avoisinant souvent la tonne, sa communication est généralement absente dans les catalogues.

• Moment de flexion - pendard

L'essai de CPS représentant le moment de flexion du pendard est réalisé sur une longueur normative de 800 mm. La force (F) est appliquée en bout de pendard et le moment résultant (M), est calculé d'après la formule suivante :

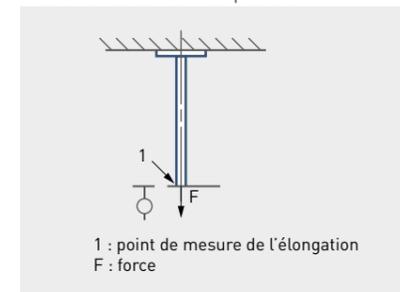
$$M = F \times 800 \text{ mm}$$

Ce test permet de vérifier le comportement transverse du pendard.



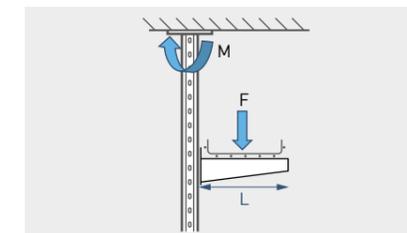
• Traction

Ce type d'essai indique la charge admissible par le support et permet de mesurer la tenue des platines.



CONSOLE, PENDARD ET COUPLE : MÉTHODOLOGIE DE CALCUL

Les produits sont testés séparément mais dans la réalité, la console peut être fixée au pendard. Dans cette configuration, la console chargée génère un couple agissant sur le pendard.



1 : Calcul de la force sur la console - F.

Il s'agit de multiplier la charge répartie appliquée et le poids linéique du chemin de câbles par la portée entre supports. On obtient alors une valeur notée F.

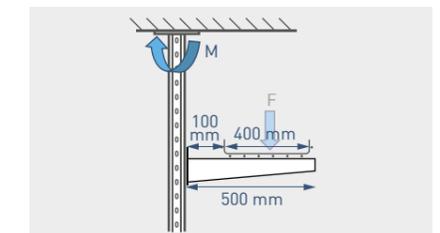
2 : Conversion en couple

On considère que la résultante F ci-dessus est localisée au milieu du chemin de câbles de la console. Dans la plupart des cas, les largeurs de chemins de câbles correspondent aux longueurs de consoles, L, et la résultante se situe à L/2. On détermine alors le couple sur le pendard : $F \cdot (L/2)$.

Ce couple est à comparer à la charge pratique de sécurité du moment de flexion du pendard.

Cas d'un pendard simple :

Un chemin de câbles 50 x 400 est installé sur un pendard avec des consoles de largeur 500 mm. La portée de la configuration désirée est de 1500 mm. Nous précisons que les chemins de câbles sont situés à l'extrémité de la console.



1 : Calcul de la force sur la console - F

- Poids maximum engendré par les câbles - F1

La charge maximale engendrée par le poids des câbles est de :

$$5 \times 40 \times 0,25 \times 1,5 = 75 \text{ daN}$$

(capacité maximale x portée)

Note :

Aire en cm²

Portée en m

Force en daN

- Poids du chemin de câbles - F2

Pour 1,5 m de longueur, le chemin de câbles pèse 8 kg.

Force totale sur la console, $F = F1 + F2 = 75 + 8 = 83 \text{ daN}$

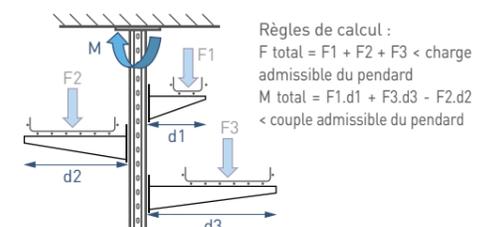
2 : Conversion en couple - M

La résultante sur la console est localisée à 300 mm du pendard (100 + 200).

Au final, le couple engendré est de $83 \times 0,3$ ce qui donne 25 daN.m.

Il faut donc utiliser un pendard ayant une CPS supérieure ou égale à 25 daN.m.

Cas d'un Pendard multiple :



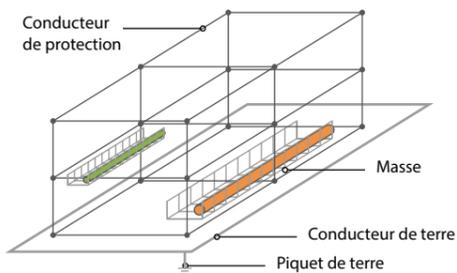
Règles de calcul :
 $F_{\text{total}} = F1 + F2 + F3 < \text{charge admissible du pendard}$
 $M_{\text{total}} = F1.d1 + F3.d3 - F2.d2 < \text{couple admissible du pendard}$

MISE À LA TERRE

Le réseau de mise à la terre d'une installation de cheminement de câbles a pour rôle essentiel d'assurer la sécurité des biens et des personnes en contribuant efficacement à la bonne performance électromagnétique.

Définition

Le réseau de mise à la terre est constitué de l'ensemble des parties métalliques d'un bâtiment reliées entre elles : poutrelles, canalisations, chemins de câbles, structures métalliques des appareils. Ces éléments doivent être connectés entre eux pour assurer l'équipotentialité du réseau de mise à la terre, cette fonction est assurée par le conducteur de protection qui relie le chemin de câbles à la masse comme sur l'image ci-dessous. :



AVANTAGES D'UN RÉSEAU DE MASSE ÉQUIPOTENTIEL

Le réseau équipotentiel de masse maillé fonctionne comme un système de canalisation évacuant les éventuels courants de défaut et les courants parasites jusqu'à la terre, ce qui a pour conséquence :

- De protéger les personnes et les biens
- D'optimiser la performance électromagnétique

INSTALLATION - CAS DES CHEMINEMENTS DE CÂBLES

L'extrait de l'UTE C C15-900 « Installations électriques à basse tension - Guide Pratique » spécifie la façon de réaliser la mise à la terre pour les chemins de câbles et échelles à câbles « par un conducteur de protection en cuivre nu circulant sur les chemins de câbles ou les échelles à câbles, de section égale à la plus grande section du conducteur de protection mis en œuvre dans les canalisations concernées, avec un maximum de 25 mm² et un minimum de 4 mm², connecté tous les 15 m environ aux chemins de câbles ou aux échelles à câbles. »

Toutefois, des exceptions subsistent pour les chemins de câbles métalliques supportant ou contenant uniquement des câbles présentant une isolation équivalente à la classe II*.

*Les câbles de classe II disposent d'une isolation double ou renforcée assurant sa propre sécurité dans des conditions normales d'utilisation.

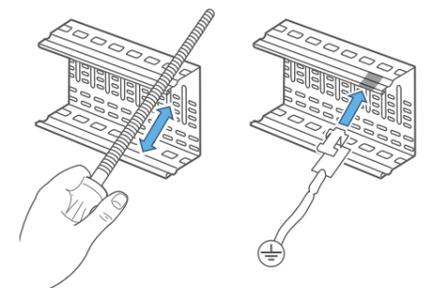
GUIDE DES ACCESSOIRES DE MISE À LA TERRE

Pour éviter le contact entre le cuivre et le zinc, la tresse en cuivre de mise à la terre ne doit pas être en contact direct avec les chemins de câbles en acier du fait de la corrosion par couple galvanique. Il existe pour cela des produits de mise à la terre qui doivent être choisis en fonction du type de métal du chemin de câbles. Le tableau suivant reprend les compatibilités entre produits en prenant en compte les règles de compatibilité électrolytique vues précédemment :

TYPE DE CHEMIN DE CÂBLES	DÉSIGNATION	ILLUSTRATION	DIFFÉRENCE DE POTENTIEL (MV)	FINITION DU CHEMIN DE CÂBLES
Filaire	GRIFEQUIP 6 à 35 mm ²		ALU/ZINC = 310 ÉTAIN/CU = 230	PG / EZ / EZ+ / GC
	GRIFEQUIP 2 6 à 35 mm ² (sauf aux USA et au Canada)		ALU/ZINC = 310 ÉTAIN/CU = 230	PG / EZ / EZ+ / GC
	KIT INOX 6 à 16 mm ²		CU / INOX = 320	INOX
En tôle, filaire et échelle à câbles	BLF 6 à 50 mm ²		LAITON/CU/ = 80 ALU/ ZINC = 310 LAITON/CU/ = 80	PG / EZ/ EZ+ / GC/ ZM
			LAITON/ALU = 440 CU/INOX = 320 ALU/LAITON = 440 LAITON/CU/ = 80	INOX
En tôle et échelle à câbles	BAT35 6 à 35 mm		ALU/ZINC = 310 ÉTAIN/CU = 230	GS / GC / ZM
	BLT 6 à 50 mm ²		LAITON/ALU = 440 CU/INOX = 320 INOX/LAITON = 400 LAITON/CU = 80	INOX

Selon le guide pratique français UTE C15-900 les liaisons équipotentialles doivent être installées tous les 15 mètres. Pour une longueur inférieure à 15 mètres, il suffit de relier les chemins de câbles métalliques à la masse à chaque extrémité. Cela permet d'évacuer convenablement les éventuels courants de défaut en refermant le circuit électrique alors réalisé par le chemin de câbles.

Remarque : pour les finitions à base de peinture polyester appliquée sur chemins de câbles métalliques, il convient d'ôter localement, à l'aide d'une lime par exemple, la couche de finition non métallique pour assurer un bon contact entre le chemin de câbles et la liaison équipotentielle.



CONTINUITÉ ÉLECTRIQUE

Notion indissociable de la mise à la terre, la continuité électrique est également fondamentale à la sécurité des personnes et des biens et participe également à la bonne performance électromagnétique de l'installation.

Définition

La continuité électrique d'un système est l'aptitude de celui-ci à conduire le courant électrique. Chaque système est caractérisé par sa résistance R, si $R = 0 \text{ Ohm}$: le système est un conducteur parfait. Plus la résistance d'un système est faible, meilleure est sa continuité électrique.

INTÉRÊT D'UNE EXCELLENTE CONTINUITÉ ÉLECTRIQUE

Mettre au même potentiel électrique chaque élément du système du cheminement de câbles permet d'évacuer les éventuels courants de défaut et donc :

- D'assurer la sécurité des personnes et des biens en évitant tout risque d'électrocution
- De participer à la bonne performance

électromagnétique d'une installation en évacuant les courants de bruits générés par des perturbations.

RAPPEL DES EXIGENCES DE LA NORME CEI 61537

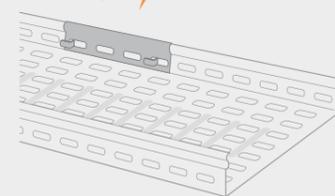
- La résistance des longueurs des chemins de câbles en acier ne doit pas dépasser 5 mOhm/m^* .
- Entre deux longueurs, l'éclissage doit pouvoir assurer une résistance maximale de 50 mOhm .

Les résultats des essais sur nos produits satisfont les exigences attendues.

* : Pour l'édition 3 de la CEI 61537, la résistance des longueurs des chemins de câbles en acier ne devra pas dépasser 50 mOhm/m .

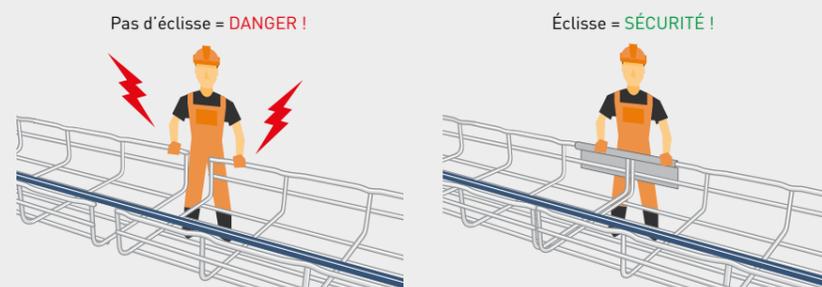
Nota : les produits non métalliques en PVC ou composites ne sont pas concernés par la problématique de continuité électrique et ne présentent alors aucun risque électrique.

Participer à la bonne performance électromagnétique d'une installation en évitant les courants de bruits générés par des perturbations



La structure métallique du chemin de câbles absorbe une partie de la perturbation électromagnétique et la transforme en courant de bruit.

Assurer la sécurité des personnes et des biens en évitant tout risque d'électrocution



COURT-CIRCUIT

Malgré les équipements de protection électrique des réseaux, il subsiste toujours des risques humains et matériels liés au transport de l'énergie. Nos systèmes intègrent la maîtrise de ces risques avec des supports de câbles adaptés et performants.

Définition

Un court-circuit résulte d'une liaison accidentelle entre deux points d'un circuit électrique de potentiel différent. Il est dangereux pour la sécurité des personnes et des biens. Selon l'emplacement où il se produit, il peut atteindre une intensité très élevée et est souvent à l'origine d'incendies.

- Principales causes des courts circuits :
- détérioration des isolants par vieillissement, usure ou choc mécanique
 - rupture d'un conducteur
 - chute ou introduction d'un outil conducteur dans un circuit

La norme CEI 61914

Les chemins de câbles ne sont pas soumis à des restrictions normatives concernant le court-circuit.

Lors de ce phénomène, une force électromagnétique proportionnelle au carré de l'intensité est créée. Cette dernière peut générer un risque pour l'environnement extérieur en créant des déplacements du système d'où la nécessité d'attacher les câbles aux chemins de câbles par des brides.

Ainsi dans le système global de cheminement de câbles, seules les brides qui rattachent les câbles au cheminement sont soumises à la norme CEI 61914.

L'essai de tenue au court-circuit, sous-entendu aux forces électromagnétiques, est réalisé « en raccordant une extrémité [des câbles] à une alimentation triphasée et l'autre extrémité à une barre de court-circuit où les trois phases sont interconnectées. Le câble est maintenu au moins en 5 emplacements le long du chemin de câbles. »



Conclusion

L'observation d'essais montre en effet l'absence de déformation rémanente du cheminement de câbles qui a su absorber les chocs.

PERFORMANCE ÉLECTROMAGNÉTIQUE

La performance électromagnétique du cheminement de câbles caractérise son aptitude à protéger ses câbles des perturbations électromagnétiques extérieures ; si celle-ci est maîtrisée, les données qui transitent par les câbles et les appareils environnants resteront intègres.

Principe

Les perturbations électromagnétiques sont émises par une source perturbant une victime. Le moyen de transmission des perturbations électromagnétiques est appelé couplage. Les perturbations électromagnétiques apparaissent lorsque les trois acteurs : source, couplage et victime sont réunis.

Un chemin de câble métallique s'il présente une excellente continuité électrique et s'il est intégré au réseau équipotentiel de masse de l'installation, diminue l'impact du couplage et participe ainsi à la bonne CEM de l'installation électrique.

SOURCE → **COUPLAGE** → **VICTIME**

Exemple de sources : variateurs de fréquences, téléphones portables, foudre, câbles d'énergies...

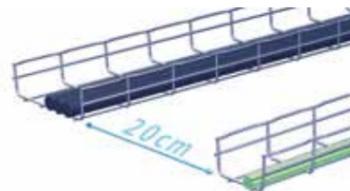
Exemple de victimes : informatique, appareils, câbles d'informations...

L'amélioration de la performance électromagnétique passe par la suppression ou la diminution d'un de ces trois acteurs. En agissant sur le couplage, le chemin de câbles contribue à l'amélioration de la PEM.

Les règles d'or

Plusieurs moyens permettent de réduire les perturbations électromagnétiques :

- Respecter le principe de séparation des câbles d'énergie et d'information



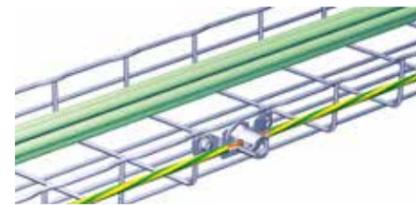
- Faire croiser les câbles de différentes familles à angle droit



- Assurer la continuité électrique : chemin de câble métallique et éclisses



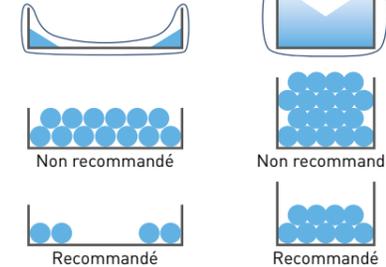
- Relier les chemins de câbles au réseau de masse (tous les 15 à 20 m)



- Utilisation de câbles à blindage élevé (voir p.36)

- Disposition optimale des câbles

L'ombrage indique les meilleures performances d'écrantage



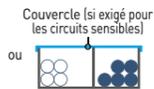
- Adaptation des caractéristiques du chemin de câbles : épaisseurs, hauteurs, largeurs, ajout de couvercles.

- Répartition optimisée des différentes natures de câbles dans le chemin de câbles (câbles de communications séparés des câbles puissances)

Non conforme

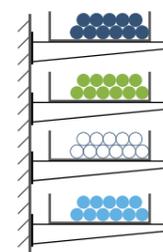


Conforme



Recommandé

(l'ordre des compartiments peut être inversé)



- câblage de l'alimentation électrique
- circuits auxiliaires (i.e. alarme incendie, dispositif d'ouverture de porte)
- câblage des technologies de l'information
- circuits sensibles (i.e. mesure ou instrumentation)

NOTE : Toutes les pièces métalliques sont reliées au réseau d'équipotentialité, conformément à l'Article 5.

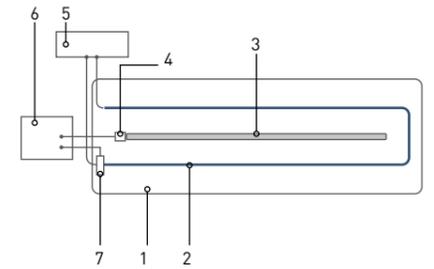
Configuration d'installation distance et écrantage

La norme EN 50174-2 2009 « Technologies de l'information - Installation de câblages - Partie 2 : Planification et pratiques d'installation à l'intérieur des bâtiments » informe sur les distances normatives à respecter.

Le principe est que plus le blindage d'un câble est de qualité, moins la distance entre chemins de câbles doit être importante pour éviter les rayonnements magnétiques. Il advient que la distance de 22,5 cm permette d'assurer un bon fonctionnement du système, mais cette distance peut être réduite en fonction de la qualité du câble, la typologie et les dimensions du chemin de câbles.

Cette présente norme a pour projet d'évoluer vers une méthode qui consiste à affecter un coefficient correcteur à la distance minimale entre câbles source/victime dans le vide pour en déduire une distance minimale lorsque l'un d'eux est protégé par un chemin de câbles.

Cette méthode s'appuie sur des résultats d'écrantage obtenus d'après des essais réalisés selon la CEI 61000-4-5 « Compatibilité électromagnétique - Partie 4-5 : Techniques d'essai et de mesure - Essai d'immunité aux ondes de choc ».



- 1 Table non conductrice sans élément métallique
- 2 Spire (Source)
- 3 Boucle de courant (Victime) – Ajouter un schéma de cdc autour
- 4 Sonde de courant
- 5 Générateur de courant
- 6 Equipement de mesure – Oscilloscope mesurant le courant émis et réceptionné
- 7 Sonde de courant

La mesure de l'écrantage correspond au rapport entre l'intensité induite par un champ magnétique dans le câble lorsque celui-ci est sans protection ($I_{ref, max}$) et lorsque celui-ci est protégé par un chemin de câbles ($I_{sample, max}$).

$$SE (dB) = 20 \times \log \left(\frac{I_{ref, max}}{I_{sample, max}} \right)$$

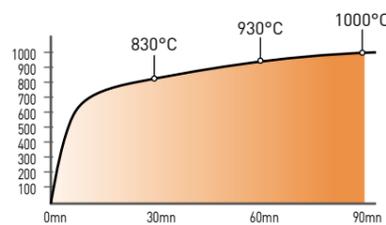
TENUE AU FEU

Lors d'un incendie, les réseaux (éclairage de secours, ventilateurs, sortie de secours, alarme incendie...) assurant l'évacuation des personnes doivent rester intègres. Le chemin de câbles dans son rôle d'acheminement des câbles contribue ainsi à la sécurité lors d'un incendie. Il n'y a pas de norme internationale sur la tenue au feu du cheminement de câbles, seulement des normes locales. Toutefois l'une d'entre elles se distingue un peu plus que les autres au niveau international, la norme allemande DIN 4102-12.

La norme DIN 4102-12

C'est le système complet qui est abordé dans cette norme. Il s'agit du chemin de câbles, des supports, des accessoires ainsi que de quelques câbles d'un fabricant en particulier.

L'essai normatif se déroule dans un four de 3 m de long au minimum, pendant une période de 30, 60 ou 90 minutes suivant une courbe de montée en température allant jusqu'à 1000°C. Une charge additionnelle est appliquée sur le cheminement de câbles via des chaînes métalliques.



L'homologation attribuée (E90, E60, E30) est obtenue pour une portée et une charge prédéfinies. Le critère de validation des systèmes à la tenue au feu est défini par le bon fonctionnement du matériel électrique en sortie de four. Pour une configuration homologuée, les câbles et les chemins de câbles voient leurs propriétés mécaniques certes altérées mais ils ont rempli leur mission : assurer la pérennité de l'installation pendant une durée définie.



DURÉE	HOMOLOGATION
> 30 min	E 30
> 60 min	E 60
> 90 min	E 90



Avant l'essai



Pendant l'essai



Après le test

Ces tests sont réalisés dans des laboratoires indépendants reconnus qui délivrent ensuite les résultats via des certificats tiers. Ces laboratoires sont garants des bonnes conditions de tests décrites dans la norme DIN 4102-12.

Autres normes locales

• Les normes STN 92 0205 et ZP-27/2008

Normes appliquées en Slovaquie et en République Tchèque, la méthode d'essai de tenue au feu est similaire à la DIN 4102-12. La principale différence concerne la prise de mesure de la température au sein de l'enceinte. Toutefois, il existe une corrélation de classification de la STN 92 0205 et de la ZP-27/2008 vers la DIN 4102-12.

• La norme AS/NZS 3013-2005

Applicable en Australie et en Nouvelle Zélande, la norme AS/NZS 3013-2005 vise plus spécifiquement le cheminement de câbles. En effet, ce dernier est uniquement chargé pour simuler un remplissage de câbles. Cette norme délivre la classification WS5X basée sur une déformation maximale (100 mm) des systèmes testés pendant une durée de 120 minutes.

Exemples de configurations testées selon la norme DIN 4102-12 :

C'est le système complet qui est abordé dans cette norme. Il s'agit du chemin de câbles, des supports, des accessoires ainsi que de quelques câbles d'un fabricant en particulier.

L'essai normatif se déroule dans un four de 3 m de long au minimum, pendant une période de 30, 60 ou 90 minutes suivant une courbe de montée en température allant jusqu'à 1000°C. Une charge additionnelle est appliquée sur le cheminement de câbles via des chaînes métalliques.

CABLOFIL			P31		8GL04
PENDARD + CB	TF+R41	CSNC	CB	ÉTRIER CINTRÉ	C40
- Portée : 1500 mm - Dimensions : CF54 100 à 400 - Charge : 15 kg/m - Matière : EZ, GC, 316L E30 - E60 - E90	- Portée : 1200 mm - Dimensions : CF54 200 à 400 - Charge : 10 kg/m - Matière : GS EZ GC E30 - E60 - E90 - Portée : 1500 mm - Dimensions : CF54 400 - Charge : 15 kg/m - Matière : 316L E30 - E60 - E90	- Portée : 1250 mm - Dimensions : CF54 100 à 200 - Charge : 10 kg/m - Matière : GS EZ GC E30 - E60 - E90 - Portée : 1250 mm - Dimensions : CF54 200 - Charge : 10 kg/m - Matière : 316L E30 - E60 - E90	- Portée : 1500 mm - Dimensions : P31 60/100 à 400 - Charge : 20 kg/m - Matière : GS E30 - E60 - E90	- Portée : 1500 mm - Dimensions : P31 60/100 - Charge : 10 kg/m - Matière : GS E30 - E60 - E90	- Portée : 1500 mm - Dimensions : GL04 100/200 à 400 - Charge : 20 kg/m - Matière : GS E60

D'autres configurations sont disponibles sur demande.

CÂBLES D'ÉNERGIE

Le courant génère de l'énergie et l'échauffement de l'âme du câble en cuivre ou en aluminium : c'est l'effet Joule. Lorsque plusieurs câbles sont juxtaposés dans un même cheminement, des précautions existent pour ne pas créer un échauffement trop élevé de l'ensemble.

Quelques rappels physiques

La résistance R d'un conducteur est proportionnelle à la résistivité ρ du matériau, à la section S et à la longueur L : $R = \rho * (L/S)$.

La puissance P dissipée par effet Joule : $P = R * I^2$ où I est l'intensité du courant.

La résistivité et la section du conducteur ont ainsi un impact immédiat sur l'effet Joule et sont des caractéristiques à considérer dans le choix des câbles.

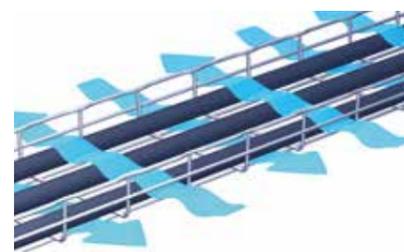
La norme CEI 60364-5-52

La CEI 60364-5-52 « Installations électriques des bâtiments - choix et mise en œuvre des matériels électriques - canalisation » offre des indications sur le dimensionnement des câbles en fonction du courant admissible requis.

Le courant admissible est calculé à partir du courant d'emploi auquel on applique diverses pondérations normatives. Pour les chemins de câbles sont considérés comme identiques :

- les chemins de câbles en tôle pleine et perforée
- les échelles à câbles et les chemins de câbles filaires

En effet, la structure ouverte des chemins de câbles fils et des échelles à câbles permet naturellement une bonne aération des câbles et limite leur échauffement. Ainsi, pour un même type de câble (cuivre ou aluminium), les chemins de câbles fils ou les échelles à câbles peuvent permettre l'utilisation d'un câble de plus petit diamètre.



Les autres facteurs concernent :

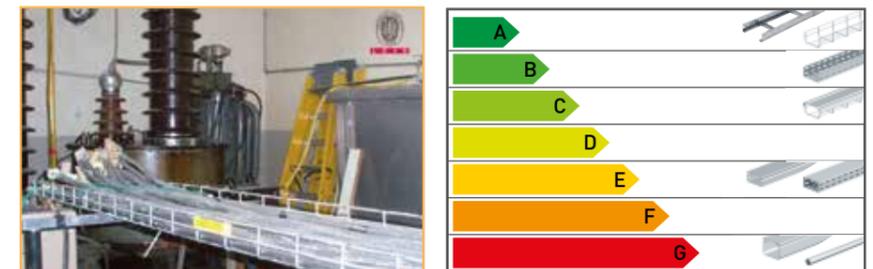
- Le matériau du conducteur : cuivre ou aluminium
- la typologie d'isolation du câble : PVC ou EPR ou minéral
- la température de l'environnement
- la configuration d'installation : multi-étage de chemins de câbles, nombre et position des câbles dans le cheminement

Exemple de tableau de dimensionnement de câbles par rapport à l'intensité admissible calculée ci-après

SECTION NOMINALE DES CONDUCTEURS mm ²	MÉTHODES DE RÉFÉRENCE DU TABLEAU A. 52-1						
	CÂBLES MULTICONDUCTEURS		CÂBLES MONOCONDUCTEURS				
	2 conducteurs chargés	3 conducteurs chargés	2 conducteurs chargés jointifs	3 conducteurs en trèfle chargés	3 conducteurs chargés en nappe		
					Jointifs	Jointifs	
				Horizontaux	Verticaux		
1	2	3	4	5	6	7	8
2,5	28	24	-	-	-	-	-
4	38	32	-	-	-	-	-
6	49	42	-	-	-	-	-
10	67	58	-	-	-	-	-
16	91	77	-	-	-	-	-
25	108	97	121	103	107	138	122
35	135	120	150	129	135	172	153
50	164	146	184	159	165	210	188
70	211	187	237	206	215	271	244
95	257	227	289	253	264	332	300
120	300	263	337	296	308	387	351
150	346	304	389	343	358	448	408
185	397	347	447	395	413	515	470
240	470	409	530	471	492	611	561
300	543	471	613	547	571	708	652

Tests comparatifs d'échauffement

Afin de comparer la contribution des différents types de cheminements à la performance des câbles, des tests ont été menés par le LCIE (Laboratoire Central des Industries Electriques). Des câbles d'énergie sont alimentés par un courant constant. On compare ensuite la puissance dissipée par effet Joule, permettant un classement des types de chemin de câbles illustré par le diagramme ci-contre :



LE COURANT FAIBLE

La maîtrise de la complexité et de la gestion des installations Data requiert un câblage performant et évolutif. Les accessoires qui accompagnent les chemins de câbles favorisent l'organisation, la distribution et la sécurité des différents systèmes de câblage.

Sureté et intégrité des données

INSTALLATION

Afin de préserver les caractéristiques de transmission des câbles d'informations, il convient de respecter la gaine des câbles, la géométrie de leur section et d'exercer des contraintes mécaniques mesurées lors de l'installation.



Les câbles VDI sont plutôt posés que tirés dans le chemin de câbles et il est de coutume d'utiliser quelques accessoires dédiés afin de respecter les rayons de courbure minimaux de ces câbles : Tableau ci-dessous

Nos chemins de câbles fils et tôles disposent de bords sécurité qui protègent les câbles en plus des installateurs.

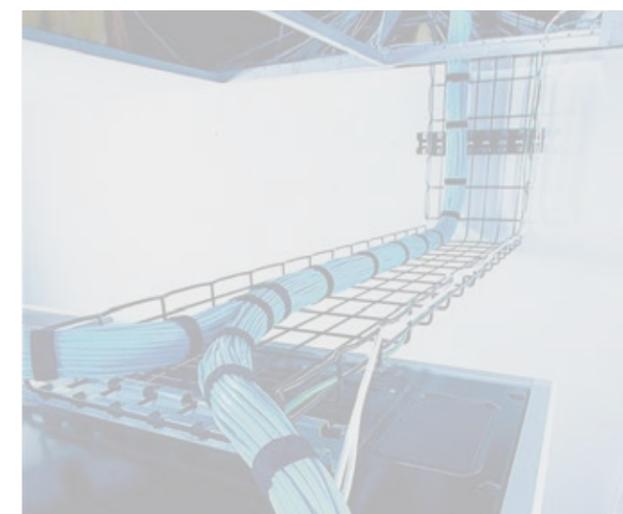
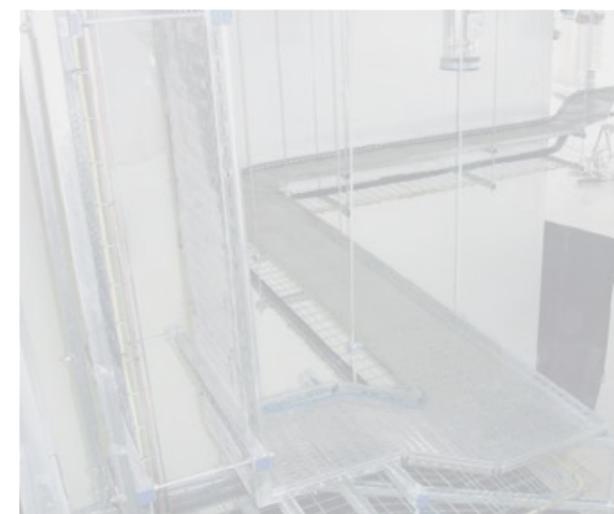
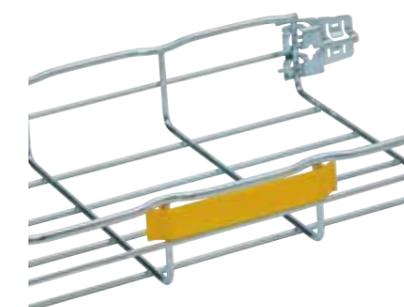
UTILISATION

La structure métallique du chemin de câbles et son excellente continuité électrique (assurée par l'éclissage) intégrée à un réseau de masse de qualité, luttent efficacement contre les perturbations électromagnétiques.

DÉSIGNATION - NOM DU PRODUIT	FAS-ROLLER	FASTIE	CABLOGRIP	DEV50	DEV100	DÉVERSOIR CENTRAL
PHOTO						
COMPATIBILITÉ	Fils / Tôles 	Fils / Tôles 	Fils 	Fils 	Fils 	Fils / Tôles
FONCTION « + » POUR L'INSTALLATION DES CÂBLES	Limitation des effets de vrillage et des frottements agressifs	Serrage de câbles mesuré	Garantie d'un rayon minimal de 50 mm			

Maintenance et évolution de l'installation

Le chemin de câbles filaires de par sa transparence est souvent utilisé car il facilite l'identification, la répartition, et le contrôle visuel des réseaux. L'espace disponible pour l'ajout de nouveaux câbles est connu et accessible. En outre, pour les chemins de câbles filaires et tôles, il est possible de faciliter le repérage des circuits grâce à des clips d'identification ou en appliquant un revêtement Epoxy.

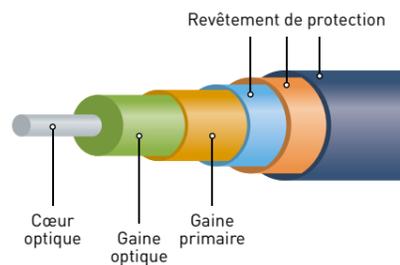


CÂBLES D'INFORMATIONS FIBRES OPTIQUES

Le développement des fibres optiques découle directement de la demande croissante d'échanges de données rapides entre les différents terminaux. Son immunité aux perturbations électromagnétiques et ses caractéristiques de transmission du signal en font le support idéal des transmissions haut débit.

Définition

La fibre optique achemine les données numériques via un flux lumineux au sein d'un câble de verre très mince. Le facteur de transmission d'une fibre optique, donné en décibel (dB), définit la qualité de la transmission des données.



backbones (littéralement « épine dorsale » : centre névralgique d'un réseau haut débit).



FIBRE OPTIQUE MULTIMODE

Le cœur et la gaine constituent des couches de verres successives. Elle est très utilisée pour les courtes et moyennes distances, les réseaux locaux et les cheminements principaux dans les bâtiments.



Composition d'un câble fibre optique

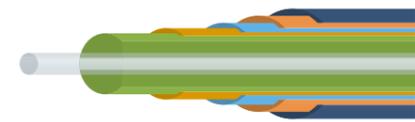
Les ondes optiques se propagent dans le cœur optique, en silice, en quartz fondu ou en plastique. Le diamètre du cœur varie de 50 µm à 200 µm.

La gaine optique confine les ondes optiques dans le cœur : le rayon lumineux se propage par réflexions successives sur les parois formées par la gaine optique. Le revêtement de protection, généralement une couche de plastique de 25 à 1000 microns, confère à la fibre des propriétés mécaniques remarquables.

Types de fibres optiques

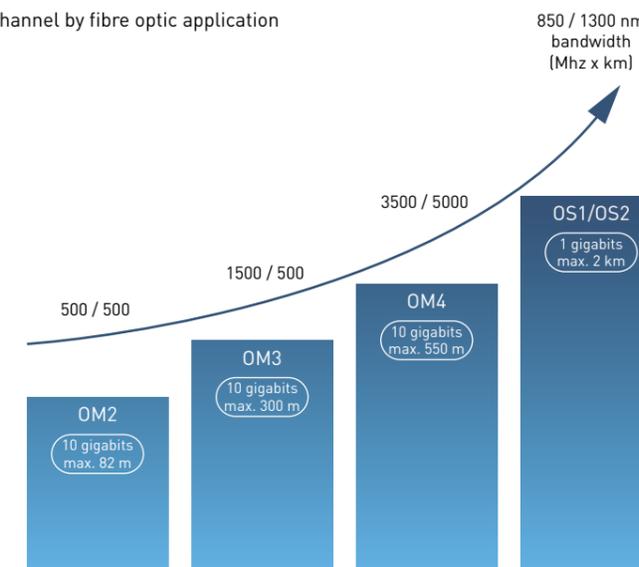
FIBRE OPTIQUE MONOMODE

Le cœur est très fin et permet une propagation du flux lumineux quasiment en ligne droite. Ce type de fibre était historiquement utilisé pour les services télécoms, les liaisons de très longues distances (plusieurs kms) et dans les



Rayon lumineux

Maximal length of channel by fibre optic application



Avantages

- Mode de transmission le plus fiable et le plus sécurisé
- Très haut débit d'informations, jusqu'à 100Gb/s
- Faible atténuation du signal : transport sur des longues distances
- Immunité contre les perturbations électromagnétiques
- Absence de rayonnement électromagnétique
- Résistance à la corrosion

Applications	Multimode			Singlemode
	OM2	OM3	OM4	OS1/OS2
10 Gigabits Ethernet (S/R base)	82 m	300 m	550 m ¹⁾	NA
Giga Ethernet (LX base)	550 m	550 m	550 m	2 km
Giga Ethernet (SX base)	550 m	550 m	1100 m	NA

■ TIA 568

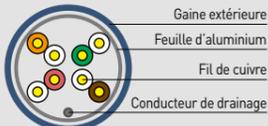
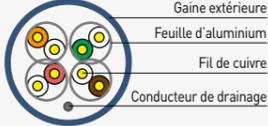
■ IEEE 802.3 applications

1: Engineered solution using a max. cabled fibre attenuation of 3.0 dB/km. If not distance is 400 m

CÂBLES D'INFORMATIONS CUIVRE

Paires torsadées

Ce type de câble est le plus répandu dans la téléphonie et pour l'informatique dans les réseaux locaux. Les paires, constituées de 2 fils de cuivre torsadés entre eux, sont isolées les unes des autres par du plastique et enfermées dans une gaine.

NEW REF.	OLD REF.	DESCRIPTION	PHOTO DE COUPE DE CÂBLE
U/UTP	UTP	Paires torsadées non blindées (Unshielded twisted multipair cable)	 Fil de cuivre Gaine extérieure
F/UTP	FTP	Paires torsadées écrantées (Twisted multipair cable, external foil screen)	 Gaine extérieure Feuille d'aluminium Fil de cuivre Conducteur de drainage
U/FTP	FTP PIMF	Paires torsadées blindées (Shielded twisted multipair cable, foil screened in pairs)	 Gaine extérieure Feuille d'aluminium Fil de cuivre Conducteur de drainage
F/FTP	FFTP	Paires torsadées doublement écrantées (Shielded twisted multipair cable, foil screened in pairs and outer general shielding)	 Gaine extérieure Feuille d'aluminium Fil de cuivre Conducteur de drainage
S/FTP	SFTP	Paires torsadées écrantées et blindées (Twisted multipair cable foil screened in pairs and outer braid)	 Gaine extérieure Feuille d'aluminium Fil de cuivre Tresse

Pour être efficace contre les perturbations électromagnétiques, le blindage des câbles FTP et SFTP doit être relié à la masse à chacune de ses extrémités.

De nouveaux standards pour de nouvelles performances

CATÉGORIE	CLASSE	DÉBIT	FRÉQUENCE
Cat 5	D	≤ 100 Mbits/s	100 Mhz
Cat 5e	D	≤ 100 Mbits/s	155 Mhz
Cat 6	E	≤ 1 Gbits/s	250 Mhz
Cat 6a	Ea	≤ 10 Gbits/s	500 Mhz
Cat 7	F	≤ 10 Gbits/s	600 Mhz
Cat 7a	Fa	≤ 10 Gbits/s	1000 Mhz
Cat 8	I	≤ 40 Gbits/s	2000 Mhz

Fiabilité et pérennité

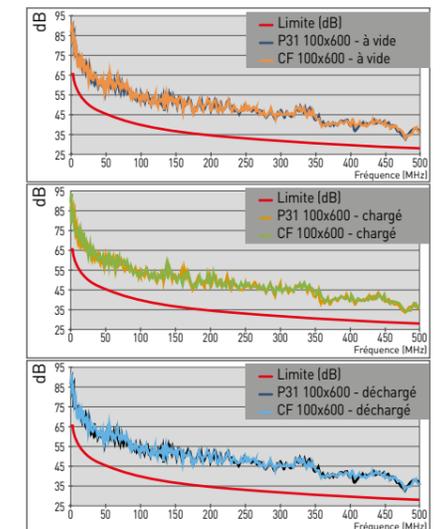
Deux fortes préoccupations de l'exploitant sont la fiabilité et la pérennité des installations. Nous avons effectué différents types de tests dans des chemins de câbles filaires et tôles afin de mesurer l'impact d'une surcharge de câbles sur la qualité du signal.

TESTS LABORATOIRE

L'objectif est de comprendre en détail les effets à court et à long terme de l'utilisation des chemins de câbles pour des câbles catégories 6A.

70 mètres de câbles Cat 6A avec connecteurs LCS3 sont testés sans charge, puis soumis à une contrainte mécanique, correspondante à une masse de 130 kg/m de câbles empilés. A l'aide d'un appareil de mesure adapté et certifié, nous avons réalisé des centaines de mesures dont les essais NEXT, FLEX, LCL, Atténuation, Return Loss...

Résultats du test NEXT- Comparaison Tole P31 / Fil Cablofil. Courbe Cablofil en bleu / Courbe P31 en orange



Le chargement appliqué (130 kg/m) est bien plus élevé que la majorité des cas réels et de ce que peut représenter le poids des câbles d'un chemin de câbles rempli. Avec une telle charge appliquée, l'impact sur la qualité du signal pour le câble de catégorie 6 A testé est d'au maximum 3 % pour le chemin de câbles tôle et 2 % pour le chemin de câbles fil.

Conclusion

Ces essais internes montrent que l'utilisation de chemins de câbles fils ou tôle n'influe pas sur la qualité du signal pour les câbles VDI.



CABLE
MANAGEMENT



LE SPÉCIALISTE DE LA DISTRIBUTION DES COURANTS DANS LES BÂTIMENTS

Siège social : Legrand SNC - 128 avenue du Maréchal de-Lattre-de-Tassigny - 87045 Limoges Cedex - France

CABLOFIL

Contact commercial

Trouvez votre interlocuteur
sur legrandcablemanagement.fr

**planet
wattohm**

Service relations Pro

0810 00 47 77 Service 0,05 € / min
+ prix appel

Du lundi au vendredi de 8 h à 18 h
Email accessible sur planet-wattohm.fr