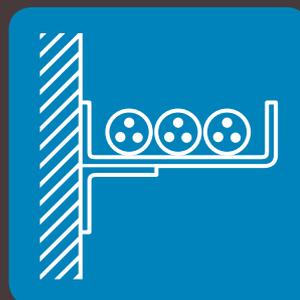


# Le transport et la distribution dans l'installation



13

GUIDE PUISSANCE 2014 / LIVRE 13

# INTRO

**L'infrastructure de distribution de l'énergie dans l'installation électrique est un point très délicat. Elle fonctionne exactement comme les veines et les artères dans le corps humain. Une analyse minutieuse des besoins, associée à un bon choix des solutions, permettra d'obtenir une plus grande polyvalence de l'installation et facilitera l'utilisation de l'énergie. Le choix du système de transport de l'énergie, canalisations préfabriquées ou goulottes et chemins de câbles, doit garantir la flexibilité de l'installation et préserver la possibilité d'extensions futures.**

---

Pour concevoir correctement une installation électrique, il est nécessaire de choisir avec soin le système de distribution d'énergie qui répondra le mieux aux contraintes de l'installation. Il s'agit notamment du transformateur, des tableaux électriques et des postes d'utilisation de l'énergie, il est nécessaire de considérer les avantages et les inconvénients des différentes solutions.

Choisir une solution de transport permettra d'acheminer l'énergie vers chaque point de l'installation par un moyen simple, fonctionnel et flexible.

Lors du choix du système, il faut bien sûr prendre en compte la puissance utilisée mais également d'autres critères : facilité d'installation, souplesse d'utilisation et de reconfiguration pour toutes les extensions futures, ainsi que les exigences d'entretien de longue durée.

Les solutions Legrand comprennent une vaste gamme de produits aptes à satisfaire tous les besoins pour toutes les applications.

L'objectif de ce guide est de donner toutes les informations nécessaires pour choisir les meilleures solutions adaptées à vos besoins, d'examiner les différentes applications et de décrire les caractéristiques et avantages de chacune des solutions contenues dans le catalogue Legrand.

## Schéma général de l'installation 02

## Choisir les systèmes de transport de l'énergie 04

La puissance transportée . . . . .	06
1. La forte puissance . . . . .	06
2. La moyenne puissance . . . . .	07
3. La petite puissance . . . . .	07

La configuration de l'installation . . . . .	08
1. Le cheminement des conducteurs . . . . .	08
2. Le niveau de flexibilité de l'installation . . . . .	10
3. Les connexions et dérivations . . . . .	12

Les contraintes externes . . . . .	13
1. Les secteurs d'activité et leurs contraintes spécifiques . . . . .	13
2. Les différents produits vis-à-vis des contraintes externes . . . . .	24

## Précautions et contraintes complémentaires 38

La réaction au feu et les précautions de construction . . . . .	38
1. L'estimation du risque feu . . . . .	38
2. Le comportement au feu des câbles et conducteurs . . . . .	38
3. Les précautions de pose . . . . .	40

La continuité électrique et la mise à la terre . . . . .	46
1. Les chemins de câbles . . . . .	46
2. Les canalisations électriques préfabriquées . . . . .	49

Le courant d'emploi et les chutes de tension . . . . .	50
1. Les canalisations électriques préfabriquées . . . . .	50
2. Les câbles posés en chemins de câbles ou goulottes . . . . .	52

Le groupement de conducteurs en parallèle . . . . .	53
---	----

Les précautions vis-à-vis des courts-circuits . . . . .	56
1. Les conducteurs dans les chemins de câbles . . . . .	56
2. Les canalisations électriques préfabriquées . . . . .	57

Les précautions vis-à-vis des effets magnétiques . . . . .	58
--	----

La compatibilité électromagnétique . . . . .	59
1. La continuité électrique des chemins de câbles . . . . .	59
2. Les effets réducteurs . . . . .	62
3. La séparation géométrique des conducteurs et des circuits . . . . .	64
4. Le blindage électromagnétique des chemins de câbles et des gaines préfabriquées . . . . .	65

Les charges mécaniques admissibles . . . . .	69
--	----

## Les canalisations électriques préfabriquées 70

L'architecture d'une installation et le choix des gammes . . . . .	70
--	----

Les canalisations de forte puissance . . . . .	75
1. Les canalisations HR . . . . .	76
2. Les canalisations SCP . . . . .	80

Les canalisations de moyenne puissance . . . . .	90
1. Les canalisations MR . . . . .	90
2. Les canalisations MS . . . . .	94
3. Les canalisations TS . . . . .	96

Les canalisations de petite puissance . . . . .	98
1. Les canalisations LB plus . . . . .	98
2. Les canalisations Easybar . . . . .	102

## Les chemins de câbles et les goulottes 104

1. Les échelles à câbles . . . . .	104
2. Les chemins de câbles en fils . . . . .	104
3. Les chemins de câbles en tôle ou en PVC . . . . .	104
4. Les goulottes . . . . .	105
5. Les plinthes et les moulures . . . . .	105
6. Les passages de planchers . . . . .	105

Les chemins de câbles Cablofil . . . . .	106
1. Les caractéristiques générales . . . . .	106
2. La composition du système . . . . .	106
3. La mise à la terre . . . . .	108
4. La traversée de parois . . . . .	108
5. La résistance mécanique . . . . .	108

# Schéma général de l'installation

L'installation électrique est un système complexe qui peut présenter des contraintes différentes selon la puissance à fournir et les applications de l'énergie. Généralement, une installation électrique est un système "hybride" avec des solutions variées, dans lesquelles le transport de l'énergie est confié à différents systèmes selon le type et les caractéristiques mécaniques ou électriques de l'installation.

Une installation électrique complexe commence à partir du transformateur haute tension/basse tension et s'étend dans le bâtiment d'une manière structurée. Sa principale fonction est de distribuer l'énergie électrique à travers tous les espaces du bâtiment afin de la rendre facilement disponible.

Il existe typiquement deux moyens de transport de l'énergie : d'une part les câbles, d'autre part les canalisations électriques préfabriquées. L'un et l'autre peuvent, selon les besoins et les habitudes, utiliser des conducteurs en cuivre ou en aluminium.

Une diversité très importante de matériels permet la mise en œuvre de ces deux moyens. Leur choix dépend de la puissance transportée, des exigences locales d'utilisation et des contraintes d'environnement.

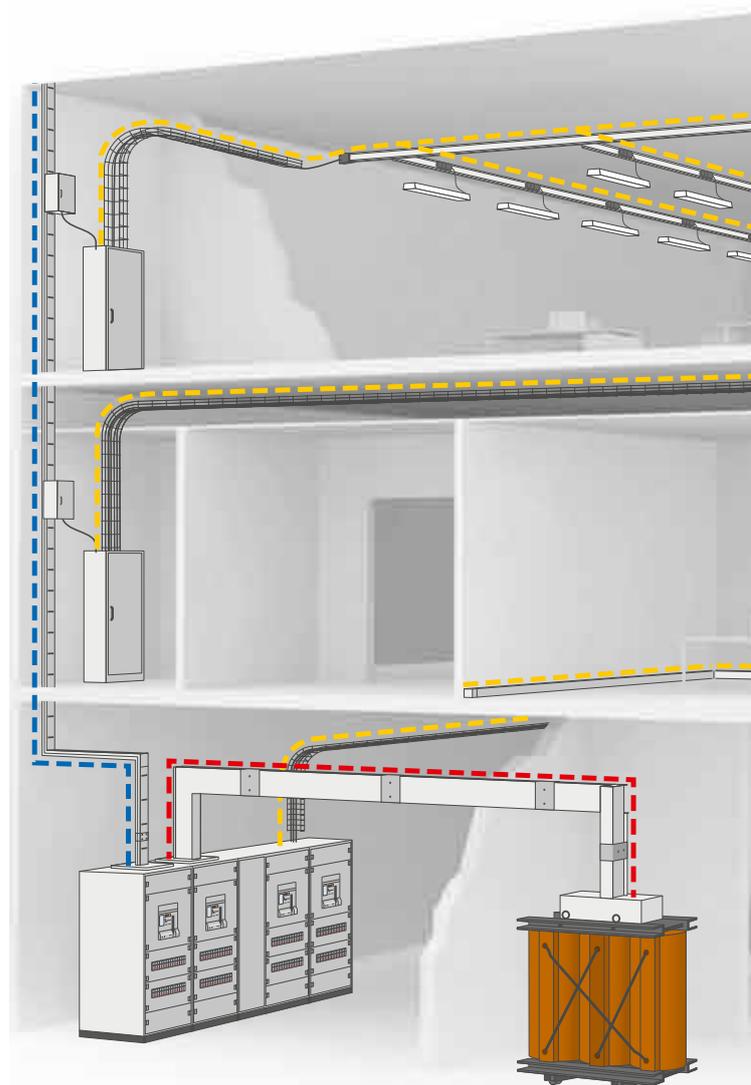
## L'ARBORESCENCE DE L'INSTALLATION

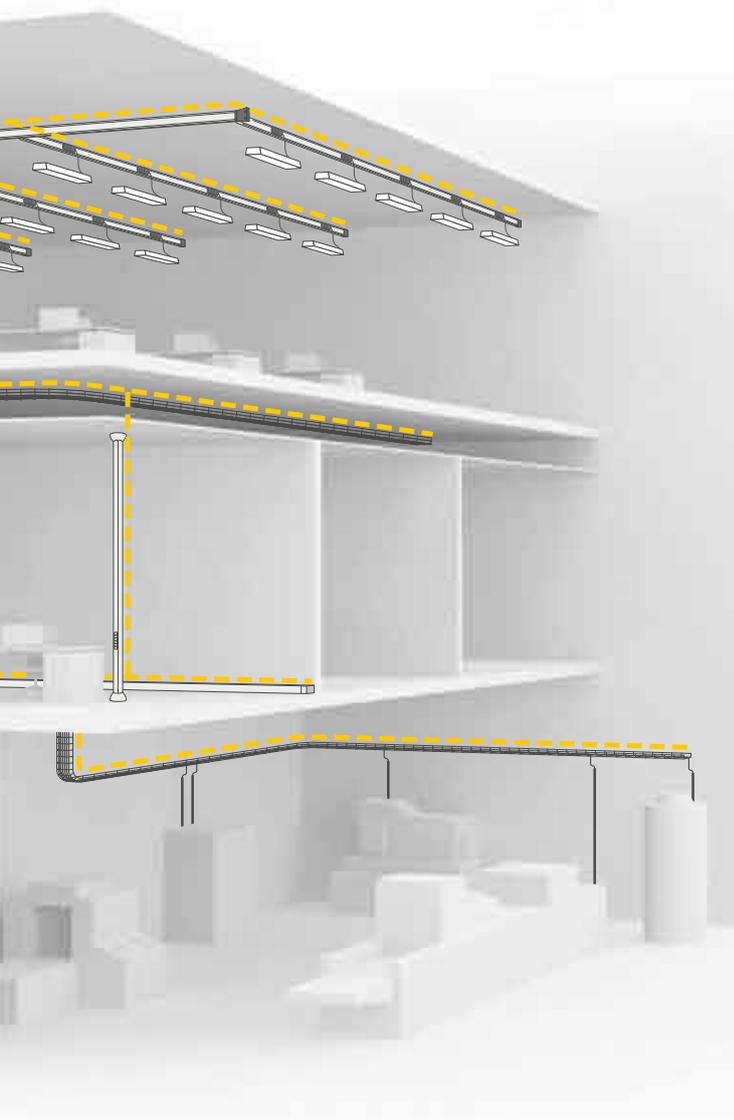
Une installation électrique doit permettre de distribuer l'énergie depuis une ou plusieurs sources jusqu'aux points d'utilisation terminaux. Les niveaux d'énergies transportés varient selon les emplacements dans l'installation :

- liaisons en amont du tableau général basse tension (TGBT)
- distribution de puissance entre TGBT et tableaux divisionnaires (TD)
- distribution terminale entre TD et points d'utilisation.

## LES LIAISONS EN AMONT DU TGBT

Pour les connexions d'alimentation telles que les liaisons entre transformateurs ou entre transformateurs et TGBT, il est recommandé, au-delà d'une certaine puissance, d'utiliser des canalisations électriques préfabriquées. Ces canalisations offrent des performances adaptées aux fortes puissances et associent compacité et sécurité.





## LA DISTRIBUTION DE PUISSANCE ENTRE TGBT ET TD

La distribution de l'énergie entre le TGBT et les tableaux divisionnaires peut se faire en utilisant des canalisations préfabriquées ou des chemins de câbles. Le choix de l'une ou l'autre de ces solutions dépend de nombreux facteurs. La puissance à transporter est le critère principal, les autres critères de choix dépendent des applications et des environnements d'installation.

## LA DISTRIBUTION TERMINALE

La distribution de l'énergie depuis les tableaux divisionnaires vers les coffrets terminaux ou vers les postes de travail est souvent réalisée par des goulottes ou des chemins de câbles qui sont plus adaptés aux cheminements complexes que les canalisations préfabriquées. Ces mêmes moyens permettent également la distribution des câbles de données, en cuivre ou en fibre optique.

Les goulottes et les chemins de câbles ne sont pas les seuls moyens de transport adaptés à la distribution terminale. Il existe en effet une grande variété de produits : moulures, plinthes, corniches, colonnes, planchers techniques, canalisations préfabriquées de faible puissance...

< Exemple d'arborescence électrique :

- Liaison transformateur-TGBT (haute puissance)
- Liaisons TGBT-TD (moyenne puissance)
- Distribution terminale (petite puissance)

# Choisir les systèmes de transport de l'énergie

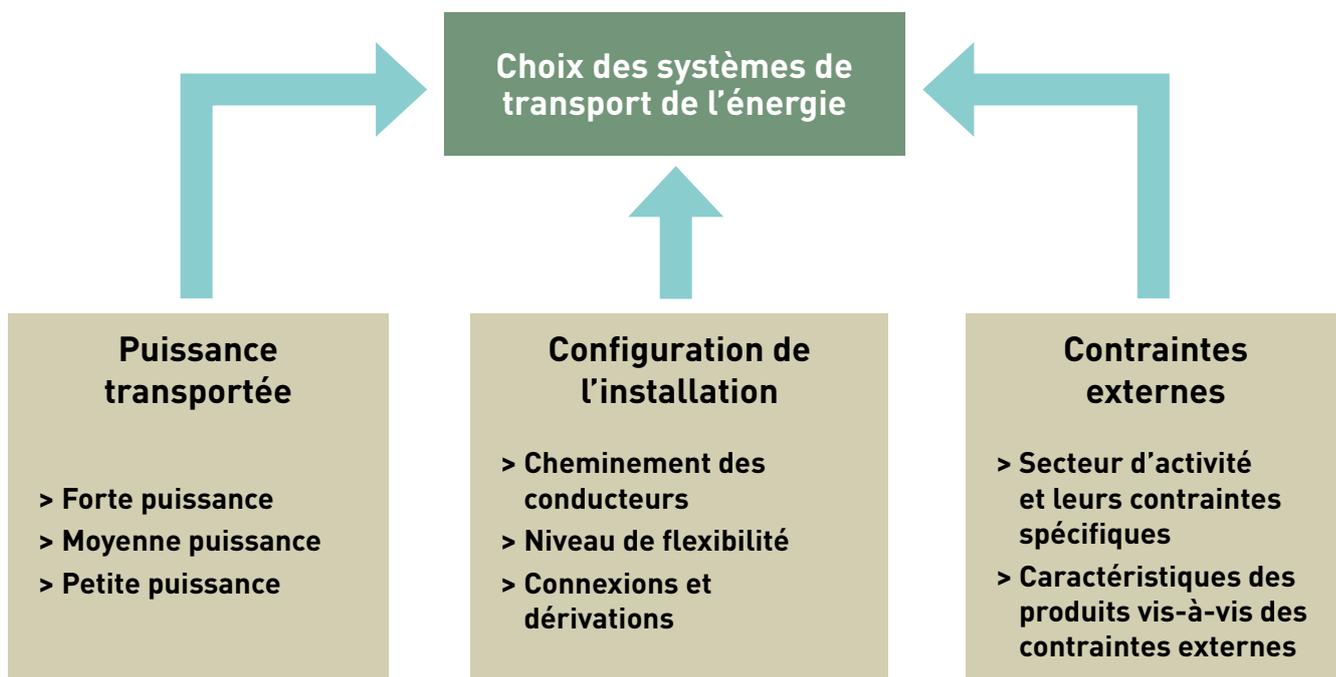
Il n'existe pas de modèle unique de transport de l'énergie électrique au sein d'une même installation. Qu'il s'agisse d'un bâtiment tertiaire ou d'un site industriel, plusieurs systèmes sont utilisés et sont souvent amenés à cohabiter en fonction de la puissance à transporter, des conditions de distribution (flexibilité, possibilités de cheminement, de raccordement et de connexion...) et des conditions environnementales liées aux contraintes spécifiques des différents secteurs d'activité.

Trois clés d'entrée principales prédominent au choix des moyens de transport de l'énergie électrique.

- 1 - La puissance à transporter depuis l'origine jusqu'au point d'utilisation (voir page 06)
- 2 - Le cheminement et la configuration de distribution qui nécessitent une adaptabilité différente selon les applications (voir page 08)
- 3 - L'adaptation du ou des systèmes retenus (canalisations préfabriquées ou chemins de câbles) aux contraintes du lieu d'utilisation (voir page 13). Ces contraintes sont en grande partie propres à chaque secteur d'activité mais il est souvent nécessaire d'aller plus loin dans leur détermination en connaissant l'application spécifique.



^ Cohabitation de différents systèmes de transport de l'énergie dans une même installation



## Chemins de câbles ou canalisations préfabriquées ?

Ces deux systèmes sont utilisés dans les infrastructures de transport et de distribution de l'énergie électrique de puissance et ce, quelle que soit leur destination : sites industriels, commerciaux, établissements du secteur des services ou bâtiments résidentiels.

Le système le plus classique utilise des conducteurs ou câbles isolés qui sont soutenus par des dispositifs mécaniques : échelles à câbles, goulottes, dalles et chemins de câbles qui peuvent présenter de multiples configurations et possibilités constructives et géométriques permettant leur adaptation aux différents locaux et à leur environnement.

L'existence de nombreux types de conducteurs adaptés à la plupart des contraintes (température, immersion, substances chimiques, végétation, feu, UV...) permet aux chemins de câbles d'être installés dans pratiquement tous les environnements. La limite de ce système est donnée par le courant maximum d'utilisation (conducteurs multiples) ou les exigences électriques (court-circuit et rayonnement magnétique).

Les canalisations préfabriquées sont à la fois une alternative et un système complémentaire. Les conducteurs sont regroupés et isolés sous une même enveloppe qui les soutient et les protège.

Ces systèmes intégrés, parfaitement calculés d'un point de vue électrique et électromagnétique, permettent de faire transiter des puissances très importantes et de présenter des niveaux de protection élevée à des contraintes spécifiques : IP, feu, rayonnement électromagnétique.

Leur intégration dans l'infrastructure du bâtiment requiert une réflexion préalable pour s'assurer de l'optimisation des solutions retenues. Des règles spécifiques doivent être observées pour l'installation et l'assemblage.

Les canalisations préfabriquées sont généralement classées en : "forte puissance", "moyenne puissance" et "petite puissance". Elles permettent tous types de transport de l'énergie de la source d'alimentation jusqu'au point terminal d'utilisation (postes de travail, machines, éclairage...).

Les chemins de câbles et les canalisations préfabriquées sont deux systèmes différents, chacun avec leurs avantages propres. Bien sûr, leur utilisation peut également dépendre des habitudes.

Naturellement, les deux systèmes sont complémentaires et peuvent être installés à différents niveaux ou pour différentes utilisations sur le même site.



## Normes et agréments

- IEC 61537 : Systèmes de câblage – Systèmes de chemin de câbles - Systèmes d'échelle à câbles
- IEC 60439-2 : Ensembles d'appareillage à basse tension – Règles particulières pour les canalisations préfabriquées (restructuration de la série IEC 60439 vers IEC 61439 en cours)
- EN 50085-1 : Systèmes de goulottes et de conduits profilés pour installations électriques - Règles générales
  - Partie 2-1 : Systèmes de goulottes et systèmes de conduits profilés prévus pour être montés sur les murs et les plafonds
  - Partie 2-2 : Règles particulières pour les systèmes de goulottes et systèmes de conduits profilés prévus pour être montés en sous-sol, encastrés dans le sol, ou sur le sol
  - Partie 2-3 : Règles particulières pour les systèmes de goulottes de câblage pour installation dans les armoires

# Choisir les systèmes de transport de l'énergie (suite)

## LA PUISSANCE TRANSPORTÉE

Le choix d'un système de transport de l'énergie dépend en premier lieu de la puissance. Il est important de connaître, à chaque niveau de l'installation, l'intensité maximum déterminée par le bilan de puissance (voir le Livre 3). Les chemins de câbles et les systèmes de canalisations préfabriquées ne s'opposent pas mais se complètent pour réaliser une installation performante.

Trois cas sont à distinguer : la forte puissance, la moyenne puissance et la petite puissance.

### 1 LA FORTE PUISSANCE

Pour des courants très élevés (à partir de 1 000 A), l'utilisation de câbles peut être inadaptée et non rentable et l'utilisation de chemins de câbles peut devenir compliquée d'un point de vue technique. L'emploi de câbles de fortes sections nécessite naturellement des goulottes ou des chemins de câbles de grandes

dimensions. Par ailleurs, compte tenu du poids des câbles, les dispositifs de fixation doivent également être adaptés à la charge. De plus, les courbes et les changements de direction doivent également être pris en compte. Les rayons de courbure minima dépendent de la section et du nombre de câbles installés.

L'utilisation de très gros câbles nécessite de larges rayons de courbure qui génèrent une perte importante de volume. Dans ces conditions, les goulottes ou les chemins de câbles sont donc moins faciles à mettre en œuvre, mais ils sont néanmoins couramment utilisés. Face à ces contraintes les canalisations préfabriquées sont plus appropriées. Un jeu de barres, de par sa nature même, est conçu pour transporter un courant élevé dans un espace réduit avec la certitude de satisfaire à toutes les exigences techniques requises pour le transport de fortes puissances. Habituellement, les liaisons entre les transformateurs et les TGBT sont réalisées avec des canalisations préfabriquées de forte puissance. Mais les liaisons entre le TGBT et les tableaux divisionnaires de moyenne puissance peuvent également se faire par canalisations préfabriquées en fonction de la distance entre les tableaux. Les chemins de câbles étant plus adaptés pour les grandes longueurs (plusieurs dizaines de mètres).



Les valeurs de courant assigné ci-dessous sont couramment utilisées pour choisir les différentes solutions de transport.

	Petite	Moyenne	Forte
CEP	< 160 A	160 à 1 000 A	1 000 à 5 000 A
Câbles	< 63 A	63 à 630 A	630 à 2 000 A

< Liaison entre le transformateur et le TGBT par canalisation préfabriquée Legrand de forte puissance

## 2 LA MOYENNE PUISSANCE

Habituellement, les liaisons de moyenne puissance concernent la distribution entre le tableau général et les tableaux divisionnaires et entre les tableaux divisionnaires et les coffrets terminaux selon le nombre de niveaux dans l'installation.

Les canalisations préfabriquées, les goulottes et les chemins de câbles sont indifféremment utilisés pour transporter des courants de quelques centaines d'ampères environ. Le choix se fait en fonction de la configuration de l'installation (cheminement, flexibilité...) et des contraintes externes.

Par exemple, lorsqu'une bonne résistance mécanique et une étanchéité à la poussière sont requises, il est possible d'utiliser des goulottes fermées.

Des canalisations préfabriquées peuvent également être utilisées dans les mêmes conditions s'il y a un problème d'espace.



^ Chemins de câbles métalliques avec traversées de paroi

## 3 LA PETITE PUISSANCE

La distribution des courants jusqu'à une intensité d'environ 100 A est généralement réalisée par des chemins de câbles ou des goulottes, même si les canalisations préfabriquées de petite puissance sont de plus en plus utilisées.

Les liaisons de petite puissance se situent généralement entre les tableaux divisionnaires et les points d'utilisation. Elles sont réalisées par des systèmes de distribution en plafonds (suspendus ou non), sur les murs, dans le faux plancher ou plus généralement dans des espaces techniques.

La distribution de petite puissance concerne également l'alimentation des postes de travail. De nombreux systèmes sont disponibles pour fournir des solutions parfaitement adaptées aux spécificités de chaque utilisation : colonnes en aluminium, goulottes en plastique ou en aluminium, boîtes de sol...

En offrant à la fois des possibilités de distribution de l'énergie et de flexibilité de raccordement, les canalisations préfabriquées constituent un système approprié pour l'alimentation des points d'éclairage dans l'industrie ou dans le secteur tertiaire.



^ Canalisations préfabriquées Legrand LB de petite puissance dans un atelier de couture

# Choisir les systèmes de transport de l'énergie (suite)

## LA CONFIGURATION DE L'INSTALLATION

Le terme de configuration de l'installation appliqué au transport de l'énergie et à la mise à disposition de celle-ci dans l'installation désigne essentiellement les conditions géométriques de cheminement des conducteurs qui devront être considérées.

À celles-ci s'ajoutent éventuellement des exigences d'évolutivité notamment au niveau de la connexion des points d'utilisation qui devront présenter une flexibilité adaptée au besoin (déconnexions ou changements fréquents par exemple).

### 1 LE CHEMINEMENT DES CONDUCTEURS

Pour concevoir un système de transport d'énergie, il est nécessaire d'avoir une vision d'ensemble du cheminement à réaliser, en accordant une attention particulière aux changements de direction, aux obstructions (cloisons coupe-feu, portes...) ou aux obstacles (piliers, murs...) qui devront être évités sans interruption de la continuité des conducteurs. Dans cette démarche, il est recommandé d'effectuer une inspection sur site avant le projet afin d'évaluer les difficultés de cheminement. Dans l'impossibilité, l'étude sera faite "sur plan".

Le choix d'un système de chemins de câbles ou de canalisations préfabriquées doit être compatible avec le cheminement souhaité sans oublier de vérifier que les accessoires nécessaires à la réalisation des changements de direction, évitements d'obstacles, changements

de niveau et traversées sont effectivement disponibles. Par ailleurs, il est nécessaire de considérer les caractéristiques des dalles de plancher ou des murs (béton armé par exemple), la difficulté d'ancrage des supports de même que la taille et le poids des chemins de câbles ou des canalisations préfabriquées.

La section et le nombre de câbles à installer peuvent aussi être une variable importante à prendre en considération. Plus le nombre de câbles et leur section sont grands, plus les supports devront être proches. Les rayons de courbure minimaux sont également à considérer.

La même réflexion s'applique aussi aux canalisations préfabriquées avec leurs caractéristiques propres. À ce stade, l'encombrement peut être un élément décisif par rapport aux choix à effectuer.



^ Exemple de cheminement de canalisations électriques préfabriquées et de chemins de câbles

Dans l'approche globale du cheminement des conducteurs, il est également nécessaire de considérer les autres services de l'immeuble qui pourraient interférer : eau, gaz, conduits de fumée ou de ventilation, climatisation, systèmes incendie et autres réseaux en général.

Certains sites sensibles (aéroports, data centres, industries de pointe...) requièrent un double cheminement pour le transport et la distribution de l'énergie qui doivent être séparés pour la sécurité des biens et des personnes avec un objectif de continuité et/ou de ségrégation vis-à-vis du risque d'incendie.

### 1.1. Dimension et taille du système de distribution

La hauteur et la largeur de la canalisation choisie doivent être adaptées pour contenir des faisceaux de câbles, éventuellement en plusieurs couches ; il est recommandé de ne pas remplir plus de 50 % de

la section totale de la canalisation. Il pourrait être nécessaire, par exemple, de choisir des chemins de câbles ou des goulottes étroites avec un bord haut pour de longues portées ou larges avec des bords bas pour l'installation de câbles en nombre de couches réduit. Dans tous les cas, une étude devrait être faite pour faciliter l'installation des goulottes et la pose des câbles.

Si l'espace disponible est réduit, Il est intéressant de comparer avec une solution "canalisations préfabriquées" qui offre généralement plus de compacité.

## 1.2. Rayon de courbure

Le rayon de courbure minimum peut constituer une limitation pour l'installation qui doit être prise en compte. Elle dépend de la section des câbles et du nombre de câbles, qui doivent pouvoir être posés sans contrainte. Il est recommandé d'envisager un rayon de courbure moyen au moins égal à 6 à 8 fois le diamètre extérieur du plus gros câble.

Les systèmes de canalisations préfabriquées disposent d'éléments spécifiques (coudes) qui permettent des changements de direction moins encombrants que les goulottes et chemins de câbles.

## 1.3. Résistance mécanique

Le conduit doit être capable de supporter le poids des câbles qu'il contient. Il est nécessaire de vérifier la charge maximum certifiée par le fabricant et de s'y conformer strictement. Les conduits pour charges lourdes peuvent permettre de réduire le nombre de supports alors que les conduits légers demanderont de nombreux points de fixation. Il est nécessaire de calculer le nombre, le type et la qualité des supports (supports muraux et/ou suspensions au plafond), en prenant en compte le coût total de l'installation. Les canalisations préfabriquées sont des solutions auto-porteuses qui assurent plus de rigidité à l'installation. Une attention particulière doit être portée à la disponibilité de tous les éléments et accessoires nécessaires à la réalisation de la liaison dans ses moindres détails.



^ La configuration des locaux, les obstacles, la cohabitation des différents réseaux entraînent des cheminements parfois complexes

# Choisir les systèmes de transport de l'énergie (suite)

## 1.4. Conditions particulières d'installation

Au-delà des exigences de dimensions, de géométrie de pose et de résistance mécanique liées au cheminement des conducteurs, chaque situation d'installation nécessite le plus souvent d'étudier et de prendre des dispositions particulières.

Ces dispositions sont majoritairement liées aux conditions locales d'environnement dénommées au sens large "influences externes" par la normalisation.

Ces conditions, définies par la norme IEC 60364-5-52, caractérisent les contraintes mécaniques (chocs, vibrations, séismes...), les contraintes climatiques (température, humidité...) auxquelles s'ajoutent un certain nombre de contraintes particulières comme le vent, le soleil, la corrosion, le risque de feu...

L'ensemble de ces contraintes a fait l'objet d'une classification qui les regroupe et leur donne un niveau de sévérité selon les secteurs d'activité (voir tableau page 14). Pour plus de facilité de lecture, ce tableau ne reprend pas exactement l'organisation de la norme ; il a été adapté aux cheminements d'énergie, chemins de câbles et canalisations préfabriquées notamment en donnant des exemples concrets d'application pour les différents secteurs d'activité.

En fonction de cette première analyse, un second tableau page 16 permet de déterminer la caractéristique requise pour les produits et/ou le moyen de protection complémentaire pour répondre à la contrainte.

## 2 LE NIVEAU DE FLEXIBILITÉ DE L'INSTALLATION

Le choix du système de transport d'énergie dans un bâtiment doit également prévoir l'éventualité de modifications, d'évolutions et d'extensions de l'installation. Si ces exigences existent, il faut choisir des solutions qui offrent une bonne flexibilité de mise en œuvre et qui garantissent la continuité de service. Le système choisi doit être capable d'acheminer l'énergie là où elle est nécessaire, sans avoir à couper l'alimentation pendant de longues périodes.

La facilité de mise en œuvre est également importante afin de minimiser les délais requis pour les modifications de l'installation et assurer une maintenance rapide et sûre. À cette fin, le choix doit tenir compte des opérations qui pourraient affecter les coûts de production ou de gestion du système. Lors des évolutions de l'installation les canalisations électriques préfabriquées garantissent une continuité de service en permettant les connexions et les déconnexions sous tension. A contrario, il peut être moins coûteux d'installer des goulottes ou des chemins câbles dans les installations qui ne nécessitent pas de modifications ni d'opérations de maintenance particulières.



**Le choix d'un système de distribution n'est pas limité à une seule solution. Selon la complexité et la taille du bâtiment, la puissance utilisée, la configuration des lieux et les conditions environnementales, des canalisations préfabriquées, des goulottes ou des chemins de câbles peuvent être utilisés conjointement.**



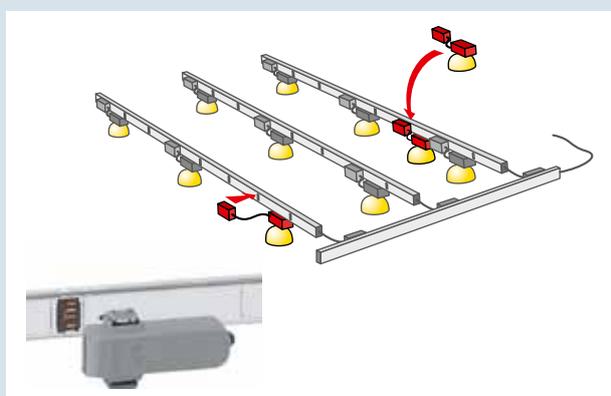
## La distribution d'éclairage

La distribution de l'éclairage dans les bâtiments industriels ou tertiaires peut être réalisée avec des canalisations préfabriquées ou avec des chemins de câbles sur lesquelles les luminaires sont branchés. Les canalisations préfabriquées constituent une solution efficace et adaptative. La configuration la plus courante (voir illustration ci-dessous), comporte une canalisation principale sur laquelle les lignes d'éclairage indépendantes viennent se brancher. Il faut dimensionner la canalisation suivant le nombre de points d'éclairage et de branchements. Si nécessaire, l'extension ou la reconfiguration des circuits, seront beaucoup plus facile que sur une solution équivalente réalisée avec des goulottes ou des chemins de câbles. L'utilisation de canalisations préfabriquées est d'autant plus intéressante que l'installation nécessite évolutivité et maintenance rapide.

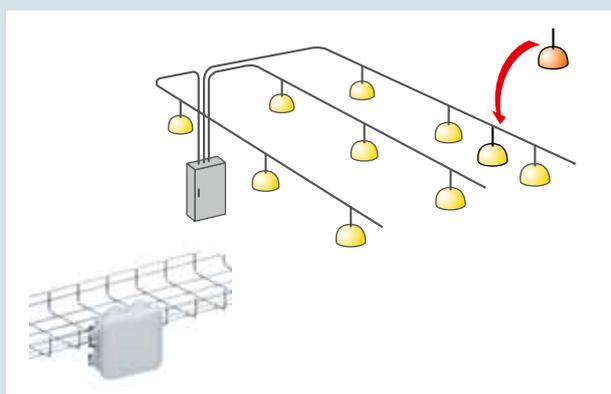
L'alimentation d'éclairage peut également être réalisée avec des câbles circulant sur des chemins de câbles ou dans des goulottes. Dans ce cas, chaque rangée de luminaire nécessite des câbles d'alimentation spécifiques qui convergent vers un tableau électrique. Plus l'installation d'éclairage est importante, plus sa mise en œuvre est complexe. En outre, si les circuits doivent être reconfigurés, l'opération peut également s'avérer complexe.

Dans les petites et moyennes installations, les chemins de câbles ou les goulottes sont généralement plus utilisés que les canalisations préfabriquées plus coûteuses. Inversement, les canalisations électriques préfabriquées constituent une solution plus adaptée dans les installations étendues.

Le choix de l'une ou l'autre des solutions dépend de critères technico-économiques mais les deux solutions doivent toujours être considérées comme complémentaires.



^ Alimentation d'éclairage par canalisations électriques préfabriquées



^ Alimentation d'éclairage par câbles sur des chemins de câbles

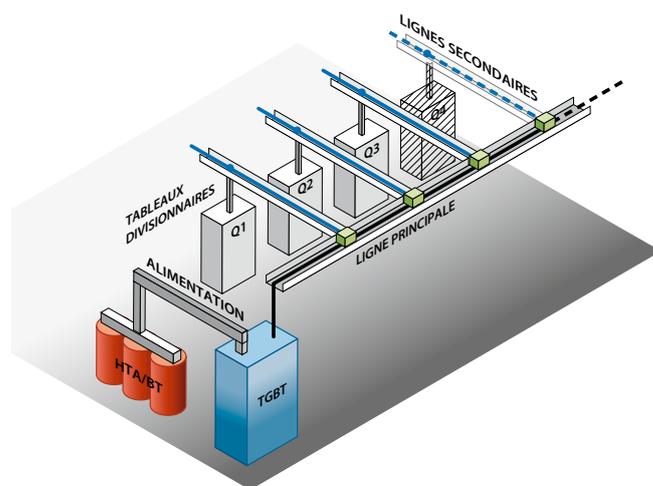
# Choisir les systèmes de transport de l'énergie (suite)

## 3 LES CONNEXIONS ET DÉRIVATIONS

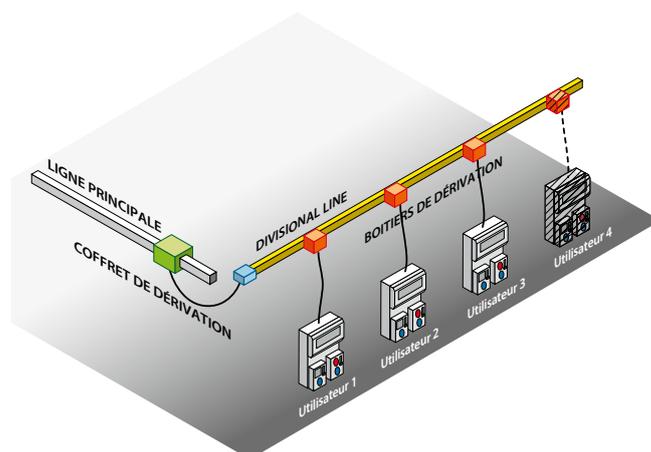
L'installation électrique doit être conçue et mise en œuvre en tenant compte des besoins de modification et d'extension. Cela veut dire qu'il faut mettre en œuvre un système flexible, sur lequel il doit être possible de se raccorder pour alimenter de futures utilisations. Les câbles et les canalisations préfabriquées doivent être dimensionnés en tenant compte des extensions possibles et doivent permettre de nouvelles dérivations.

Dans la solution "câbles", des équipements de raccordement, tels que des boîtes et des tableaux de distribution, doivent être installés en des points prédéfinis le long de la ligne principale. Ces équipements, qui peuvent éventuellement être dotés de dispositifs de protection ou de sectionnement, pourront alimenter les points de départ des lignes supplémentaires. Dans la solution "canalisations préfabriquées", les canalisations utilisées comme lignes principales sont dotées de fenêtres de raccordement. Dans ce cas, pour alimenter de nouvelles lignes, il suffit de connecter des boîtes de jonction directement sur la canalisation.

Des dispositions similaires seront prises au niveau des circuits terminaux pour assurer une flexibilité maximale en cas de changements dans la disposition des postes de travail et/ou en cas d'extension.



^ Solution "câbles" : ajout d'un nouveau tableau divisionnaire sur une boîte de jonction prévue à cet effet



^ Solution "canalisations préfabriquées" : ajout d'un nouveau poste de travail par connexion directe sur la canalisation

## LES CONTRAINTES EXTERNES

Au même titre que les exigences conceptuelles de puissance transportée et de configuration de l'installation, les conditions environnementales doivent être intégrées dans le choix des solutions de transport et de distribution de l'énergie.

Elles peuvent être très différentes au sein d'une même installation ; ce qui conduira à des solutions adaptées.

### 1 LES SECTEURS D'ACTIVITÉ ET LEURS CONTRAINTES SPÉCIFIQUES

Chaque application spécifique dans un secteur d'activité peut être soumise à une diversité de contraintes qui nécessitera un choix et une cohabitation de solutions différentes.

Si on prend l'exemple d'un centre commercial, on peut trouver à l'origine de l'installation des canalisations préfabriquées de forte puissance installées dans des locaux techniques. Ensuite, la répartition vers les différents secteurs du bâtiment peut être réalisée par des canalisations préfabriquées de moyenne puissance (en couloirs ou gaines techniques par exemple). La distribution terminale peut se faire avec des canalisations de petite puissance pour alimenter les équipements particuliers et l'éclairage. Des chemins de câbles peuvent également être utilisés pour assurer la distribution en moyenne et petite puissance jusqu'aux différents points d'utilisation (caisses de paiement, gondoles frigorifiques, locaux de préparation, appareils de cuisson...) Sur un site industriel, la même approche globale peut donner des solutions totalement différentes. Par exemple la distribution terminale peut être soumise à des contraintes très élevées dues au processus mis en œuvre (vibrations, agression chimique...) qui n'existent pas dans un centre commercial ou sur un plateau de bureau.

Au-delà des grandes orientations, il y a ainsi, dans la plupart des sites ou des bâtiments, nécessité de mixer les systèmes de transport d'énergie, de distribution de puissance et de distribution terminale avec des solutions différentes : canalisations préfabriquées, échelles et chemins de câbles (fils, tôle, PVC), goulottes, colonnes, conduits...

La normalisation s'arrête à une considération globale de l'environnement (voir encadré). Mais dans les faits,

celle-ci est le plus souvent insuffisante et il faut identifier plus précisément les contraintes spécifiques relatives à chaque emplacement pour chaque application ; en quelque sorte faire un découpage plus fin.

Les tableaux des pages qui suivent permettent d'effectuer cette approche en deux temps.

Le premier (page 14) consiste en une classification où les différents secteurs d'activité (agriculture, travaux publics, services...) sont répertoriés en onze catégories avec pour chacun de ces secteurs une liste plus précise d'applications spécifiques représentatives. Les contraintes particulières (chocs, température, présence d'eau, pollution, etc.) qui sont liées à ces applications sont évaluées par un chiffre (et une couleur) qui permet de connaître la sévérité (faible, moyenne ou forte) de chaque contrainte particulière.

Le second temps de cette approche (voir tableau page 16) est destiné à déterminer plus précisément les niveaux de performances et les caractéristiques requises qui permettent aux produits de répondre à la contrainte préalablement identifiée. Le choix du produit adapté s'inscrit alors tout naturellement dans cette logique.

NB : la classification ne retient volontairement que trois niveaux (faible, moyen, fort) pour correspondre aux sévérités du tableau A et faciliter le choix dans la très grande majorité des cas. La prescription de niveaux plus précis peut être nécessaire dans certains cas et nécessiter une référence plus détaillée aux normes notamment IEC 60721.



**La définition d'un niveau moyen de contraintes permet d'effectuer le choix des produits en tenant compte des exigences de la norme IEC 60364. Cette dernière prescrit que le choix des matériels en fonction de l'influence externe est nécessaire, non seulement pour assurer un fonctionnement correct, mais aussi pour assurer la fiabilité des mesures de protection mises en œuvre pour assurer la sécurité. Les mesures de protection associées à la construction des matériels sont en effet adaptées aux contraintes externes déclarées, à condition que les essais soient effectués pour de telles conditions.**

# Choisir les systèmes de transport de l'énergie (suite)

Niveau de contrainte selon les secteurs d'activité					
Classification des secteurs d'activité		Contraintes mécaniques			
		Structure des bâtiments	Impacts mécaniques	Vibrations et accélérations	Effets sismiques
Agricole	Serres	2	2	1	1
	Silos à grains, lineries	1	1	2	3
	Sucreries, chais	1	2	1	2
	Hangars, stockage	2	1	1	2
	Garages, ateliers	1	2	1	1
BTP	Alimentation en énergie : chantiers	3	3	3	1
	Carrières, cimenteries	2	3	3	1
Service extérieur et infrastructures	Éclairage public	3	3	2	2
	Réseau ferré	3	3	3	2
	Halles et marchés couverts	2	2	1	2
	Parcs de stationnement couverts	2	2	3	2
	Aires de lavage	1	3	2	1
	Gares et aéroports	3	1	2	3
	Tunnels	2	2	3	3
Naval et portuaire	Grues, ponts	3	3	3	2
	Installations de plaisances, marinas	2	3	1	1
ERP, commerce et tertiaire	Bureaux et locaux administratifs	1	1	1	1
	Locaux d'accueil, centres commerciaux	2	1	1	2
	Résidences, hôtels	2	1	1	2
	Établissements sanitaires, hôpitaux, maisons de retraite	1	1	1	3
	Musées, bibliothèques, archives	2	1	1	2
	Piscines	1	1	1	1
	Cinéma, salles de spectacle	2	1	1	2
	Chapiteaux	3	2	2	2
	Dancing, s/sols	1	1	1	2
Agroalimentaire	Abattoirs, brasseries, laiteries, conserveries	1	2	2	1
	Pêcheries, salaisons, criées	1	3	2	1
Industrie chimique	Engrais, peintures, solvants	1	2	2	2
	Traitement des eaux	1	2	2	2
	Galvanoplastie	1	3	3	2
	Pétrolier, raffinerie, stations	2	2	2	3
	Pharmacie, chimie fine	1	1	1	2
Industrie de transformation, ateliers	Machines emballage	1	2	2	1
	Chaînes de montage, assemblage	2	2	2	1
Industrie lourde	Métallerie, mécanique	1	3	3	1
	Sidérurgie	1	3	3	2
Industrie de pointe	Nucléaire	1	1	1	3
	Aéronautique	1	1	1	1
	Électronique, transmissions	1	1	1	1
Embarqué	Ferroviaire	1	3	3	3
	Navires	1	3	3	1

1

Niveau de contrainte faible

2

Niveau de contrainte moyen

3

Niveau de contrainte fort

	Contraintes climatiques			Contraintes complémentaires				Contraintes particulières		
	Température	Humidité	Présence d'eau	Présence de substances corrosives et polluantes	Présence de poussières	Présence de flore ou de moisissures	Présence de faune	Rayonnement solaire	Risques d'incendie ou d'explosion	Champs électro-magnétiques ou électrostatiques
	3	3	3	2	1	3	2	3	1	1
	3	1	1	1	3	3	3	1	3	3
	2	2	2	2	2	3	2	1	3	1
	1	2	1	1	2	2	3	2	2	1
	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1
	3	3	3	2	3	1	2	3	1	1
	3	3	3	3	3	1	1	3	1	1
	3	3	3	2	2	3	3	3	1	1
	3	3	3	2	3	3	2	3	1	3
	3	2	2	1	1	3	2	2	1	1
	1	2	2	1	2	2	2	2	3	2
	3	3	3	2	2	2	1	3	1	1
	1	2	2	1	3	2	2	2	2	2
	1	2	2	2	3	2	3	1	2	2
	3	3	3	1	2	1	1	3	1	2
	3	3	3	2	1	2	2	3	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3
	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1
	1	3	3	3	1	1	1	2	1	1
	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1
	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1
	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1
	3	3	3	2	1	2	2	1	1	1
	2	3	3	3	1	2	2	2	1	1
	2	2	2	3	3	1	1	1	3	1
	2	3	3	3	1	2	2	1	1	1
	2	2	3	3	2	1	1	1	2	1
	3	3	2	3	3	1	1	3	3	2
	1	1	1	2	1	1	1	1	3	2
	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2
	2	1	1	2	3	1	1	1	1	1
	3	2	1	2	3	1	1	1	2	1
	2	2	1	1	1	1	1	1	2	3
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
	3	3	2	2	3	1	1	2	3	3
	2	3	3	3	2	2	1	2	3	2

# Choisir les systèmes de transport de l'énergie (suite)

Caractéristiques produit requises selon le niveau de contrainte				
Risques	Niveau	Code IEC 60364-1	Caractéristiques de l'installation, risques ou contraintes particulières	
Contraintes mécaniques	Déplacements ou mouvements de la structure des bâtiments	1	CB1	Risque limité, ouvrages rigides et installations de dimensions limitées
		2	CB3	Risque potentiel (bâtiments de grande longueur, portiques, ponts...)
		3	CB4	Risque important, ouvrages flexibles ou instables (chapiteaux, grues, éléments suspendus...)
	Impacts mécaniques	1	AG1	Risque faible en installation résidentielle, tertiaire ou analogue
		2	AG2	Risque moyen en conditions industrielles habituelles
		3	AG3, AG4	Risque élevé (AG3) ou très élevé (AG4) en conditions industrielles sévères Applications particulières en voie publique, parcs de stationnement de véhicules
	Vibrations et accélérations	1	AH1	Effets négligeables en installation résidentielle, tertiaire ou analogue
		2	AH2	Effets significatifs en conditions industrielles habituelles
		3	AH3	Effets importants en conditions industrielles sévères ou analogues (infrastructures routières ou ferroviaires par exemple)
	Effets sismiques	1	AP1, AP2	Risque sismique faible à moyen - Zone UBC 1 et 2 (accélération au sol : 2 m/s <sup>2</sup> )
		2	AP3	Risque sismique moyen à fort - Zone UBC 3 (accélération au sol : 3 m/s <sup>2</sup> )
		3	AP4	Risque sismique fort à très fort - Zone UBC 4 (accélération au sol : 5 m/s <sup>2</sup> )
Contraintes climatiques	Température	1	AA4, AA5	Conditions normales intérieures y compris bâtiments inoccupés, hangars
		2	AA3 à AA5	Conditions normales intérieures ou extérieures en zone tempérée
		3	AA3 à AA8	Conditions sévères élargies intérieures ou extérieures
	Humidité	1	AB4, AB5	Milieu sec ou modérément sec Emplacements intérieurs avec ou sans contrôle de température
		2	AB6, AB7	Milieu possiblement humide ou humide Emplacements intérieurs ou extérieurs protégés
		3	AB8	Milieu très humide - Emplacements extérieurs non protégés
	Présence d'eau	1	AD1	Pas de présence d'eau ni de chutes de gouttes de condensation Environnement intérieur
		2	AD2, AD3	Aspersion d'eau momentanée possible, condensation et ruissellement Environnement intérieur ou extérieur sous abri
		3	AD4 à AD6	Pluie et jets de lavage - Installations extérieures
Paquets de mer, vagues et lavage sous haute pression Installations extérieures très exposées Risque d'immersion temporaire, marnage exceptionnel, inondations				

### Niveaux minima de performances produits et prescription d'installation

Pas de prescription particulière
Prévoir des joints de dilatation, des raccords souples - Augmenter le nombre de supportages au voisinage des points de mouvement
Conception adaptée en considérant la liberté de mouvement : canalisations flexibles
Énergie de choc maxi 0,2 joule, produits IK 02 mini
Énergie de choc maxi 2 joules, produits IK 07 mini
Énergie de choc maxi 5 joules, produits IK 08 mini
Énergie de choc maxi 20 joules, produits IK 10 mini
Vibrations sinusoïdales crête/crête 1,5 mm - 2 à 9 Hz, 5 m/s <sup>2</sup> - 9 à 200 Hz, accélérations chocs 70 m/s <sup>2</sup> - 22 ms Pas de précaution particulière
Vibrations sinusoïdales crête/crête 7 mm - 2 à 9 Hz, 20 m/s <sup>2</sup> - 9 à 200 Hz, accélérations chocs 100 m/s <sup>2</sup> - 11 ms Assemblages élastiques, visserie freinée ou antidesserrage
Vibrations sinusoïdales crête/crête 15 mm - 2 à 9 Hz, 50 m/s <sup>2</sup> - 9 à 200 Hz, accélérations chocs 250 m/s <sup>2</sup> - 22 ms Précautions particulières - Étude et essais préalables recommandés
Accélération au plancher : 20 m/s <sup>2</sup> Bridage des conducteurs. Application de règles pose (idem CB3)
Accélération au plancher : 30 m/s <sup>2</sup> Renforcement des ancrages, limitation des charges (d'un facteur 3 mini) et des porte-à-faux
Accélération au plancher : 50 m/s <sup>2</sup> - Ancrages spéciaux (chevilles antisismiques), installation en parties basses si possible et diminution drastique de la charge facteur 5 mini - Étude et essais préalables recommandés
Plage de température : -5 °C à +40 °C - Conditions 3K3, 3K4, 3K5 de l'IEC 60721-3-3
Plage de température ambiante -25 °C à + 55 °C - Conditions 3K6, de l'IEC 60721-3-3
Plage de température ambiante -25 °C à +70 °C - Conditions 3K7, de l'IEC 60721-3-3 Éviter les chemins de câbles en matériaux thermoplastiques
Humidité absolue ≤ 28 g/m <sup>3</sup> - Conditions 3K3, 3K5 de l'IEC 60721-3-3 Protection normale contre la corrosion
Humidité absolue > 28 g/m <sup>3</sup> et ≤ 35 g/m <sup>3</sup> - Conditions 3K6, 3K7 de l'IEC 60721-3-3 Protection élevée contre la corrosion
Humidité absolue > 35 g/m <sup>3</sup> - Conditions 3K7, 3K8 de l'IEC 60721-3-3 - Protection très élevée contre la corrosion
IP X0
IP X2/IP X3 - Éloignement des murs, précautions de disposition par rapport aux canalisations de fluides
IP X4/IP X5 Dispositions d'écoulements d'eau, courbure des câbles, protections complémentaires si nécessaires
IP X6 Étanchéité renforcée
IP X7/IP X8

# Choisir les systèmes de transport de l'énergie (suite)

## Caractéristiques produit requises selon le niveau de contrainte (suite)

Risques		Niveau	Code IEC 60364-1	Caractéristiques de l'installation, risques ou contraintes particulières
Contraintes complémentaires	Présence de substances corrosives et polluantes	1	AF1	Peu d'agents corrosifs - Installations intérieures sèches ou momentanément humides
		2	AF2, AF3	Présence significatives d'agents corrosifs Installations intérieures humides et modérément corrosives Installations extérieures courantes
		3	AF4	Pas de présence significative de poussières Présence possible ou chute de petits objets
	Présence de poussières	1	AE1 à AE4	Pas de présence significative de poussières Présence possible ou chute de petits objets
		2	AE5	Présence limitée de poussières > 35 mg/m <sup>2</sup> /jour
		3	AE6	Présence importante de poussières ≤ 350 mg/m <sup>2</sup> /jour ou très importante > 350 mg/m <sup>2</sup> /jour
	Présence de flore et de moisissures	1	AK1	Absence de risque
		2	AK1+	Risque augmenté
		3	AK2	Risque important de flore et moisissure (agroalimentaire, atmosphère tropicale)
	Présence de faune	1	AL1	Pas de risque particulier
		2	AL1+	Présence possible de rongeurs ou d'insectes
		3	AL2	Présence de termites
Contraintes particulières	Rayonnement solaire	1	AN1	Exposition intérieure
		2	AN2	Exposition extérieure sous abri
		3	AN3	Exposition extérieure sous l'influence directe du rayonnement solaire et des précipitations
	Risques d'incendie et d'explosion	1	BE1	Risque normal
		2	BE2, CB2	Risque aggravé d'incendie (locaux classés à risque d'incendie) et de propagation du feu (cheminements verticaux de grande hauteur)
		3	AM	Risque d'explosion dans certains locaux classés selon leur activité ou la nature des matières traitées ou entreposées
	Champs électromagnétiques ou électrostatiques	1	AM8-1	Niveau réduit d'émission, peu de perturbations électromagnétiques, environnement tertiaire ou résidentiel selon CEI 61000-6-3
		2	AM8-2	Niveau moyen ou élevé d'émissions, possibilité de perturbations significatives, environnements industriels selon CEI 61000-6-4
		3	AMx	Niveau très élevé d'émission, niveau de perturbations important ou très important Postes d'énergie, centrales, niveau selon prescription

### Niveaux minima de performances produits et prescription d'installation

Classe de corrosivité C1 ou C2 - Produits en acier zingué

Classe de corrosivité C2 ou C3 - Produits en acier galvanisé ou en acier inoxydable

Classe de corrosivité C4, C5M, C5I - Produits en acier inoxydable

IP 2X mini

IP 3X ou IP 4X notamment sur le dessus des cheminements - Prévoir éventuellement des couvercles

IP 4X ou IP 5X - Prévoir des couvercles

IP 5X ou IP 6X

IP 6X

Pas de prescription particulière

Favoriser la ventilation. Éviter les rétentions d'eau - Utilisation de cheminements de conducteurs en métal

Utilisation de cheminements de conducteurs en acier inoxydable

Hygiène normale des locaux - Piégeage et appâts

Degré de protection augmenté IP 4X - Câbles résistants aux rongeurs

Degré de protection IP 5X - Câbles résistants et utilisation exclusive de cheminements en métal

Méthode d'essai ISO 4892-2 - Méthode B - Niveau mini d'essai 250 heures

Méthode d'essai ISO 4892-2 - Méthode B - Niveau mini d'essai 500 heures

Méthode d'essai ISO 4892-2 - Méthode A - Niveau mini d'essai 2500 h.

Matériaux réputés résistants aux UV ou chemins de câbles métalliques. Couvercles de protection

Conducteurs de catégorie C2

Conducteurs de catégorie C1 selon CEI 60332-3 - Précaution de dispositions des nappes de conducteurs, limitation de la charge calorifique, traitement des traversées de parois, cheminements non propagateurs

Séparation des locaux - Matériel pour atmosphères explosives - Protection complète des cheminements d'énergie contre les risques d'impacts, de chocs mécaniques, d'action chimique et de toute détérioration

Niveau d'immunité conforme à la norme CEI 61000-6-1 - Respect des précautions de continuité électrique

Niveau d'immunité conforme à la norme CEI 61000-6-1 - Chemins de câbles métalliques et/ou conducteurs écrantés ou blindés

Niveau d'immunité renforcé - Chemins de câbles métalliques fermés et/ou câbles blindés, séparation physique et distancement des conducteurs de données et des conducteurs de puissance, éventuellement filtres antiparasites

# Choisir les systèmes de transport de l'énergie (suite)

## Commentaires et précisions sur les éléments constituant les contraintes

**Avertissement** : le tableau des niveaux de contraintes en fonction des secteurs d'activité (page 14) de même que les commentaires ci-après explicitant ce tableau sont donnés à titre indicatif afin de donner une orientation vis-à-vis des contraintes habituellement rencontrées dans les différents lieux ou locaux cités. Il ne se substitue pas aux normes, règlements ou cahiers des charges qui peuvent spécifier des exigences différentes.

### > Contraintes mécaniques

#### • Déplacements ou mouvements de la structure des bâtiments

La notion de rigidité associe le besoin de tenue structurelle des chemins de câbles ou des canalisations préfabriquées, qui dépend de la conception du produit et de ses supportages, au regard de la rigidité du bâtiment ou de la structure sur laquelle ceux-ci sont fixés. En d'autres termes, la rigidité et la robustesse du cheminement de câbles ou de barres peuvent être renforcées par la structure environnante (niveau 1) ou subir les déformations de cette structure (niveau 3); ce qui peut nécessiter des précautions particulières de fixation.

Il est essentiel de respecter les règles constructeur qui fixent les distances entre supportages et les conditions d'assemblage (éclissage) pour obtenir une résistance à la flexion adaptée en fonction de la charge admissible (voir page 69)

Attention notamment aux découpes et usinages qui peuvent entraîner une discontinuité mécanique et un affaiblissement du chemin de câbles. La rigidité structurelle intrinsèque des canalisations préfabriquées rend cet aspect moins crucial, en revanche leur poids important peut constituer une limite dans des structures de construction légère.

#### • Impacts mécaniques

Les risques d'impacts mécaniques sont essentiellement liés à l'activité des locaux ou des emplacements. Certains lieux sont normativement décrits comme à risque de chocs importants : aires de circulation de véhicules, chantiers, industrie lourde, trottoirs, services extérieurs... Mais les cheminements

de câbles d'autres locaux (magasins de stockage par exemple) peuvent aussi recevoir des chocs accidentels importants notamment dus à la manutention. La mise en œuvre ou les réparations par grand froid créent des contraintes particulières du fait de la rigidification des câbles et de la fragilisation de certains matériaux (PVC rigide par exemple). Les chemins de câbles fermés procurent une meilleure résistance aux impacts que les chemins de câbles en fil dans lesquels les conducteurs sont directement exposés.

#### • Vibrations et chocs mécaniques

Le niveau des vibrations transmis aux chemins de câbles ou aux canalisations préfabriquées est généralement assez peu élevé dans la majorité des installations de distribution d'énergie dans les bâtiments. En revanche, il s'accroît à proximité des points d'utilisation : machines, ponts roulants, infrastructures des voies routières ou ferrées. Les utilisations embarquées (navires) sont également particulièrement exposées.

Les vibrations peuvent entraîner des desserrages voire des fissurations ou des ruptures. Les systèmes d'assemblage et d'éclissage sans vis sont bien adaptés aux vibrations.

#### • Effets sismiques

La prise en compte des contraintes sismiques sur les chemins de câbles et les canalisations préfabriquées relève en premier lieu du bon sens. L'analyse de risque ne peut se faire qu'à travers la connaissance du comportement présumé des bâtiments ou des structures dont les mouvements vont entraîner avec eux les cheminements de conducteurs qui leur sont fixés (voir Livre 8 pour plus amples précisions).

Les chemins de câbles peuvent subir des déformations importantes. Les chemins de câbles en fil ont un comportement plus élastique. Si les conducteurs sont posés sans bridage excessif, ceux-ci pourront généralement suivre les mouvements engendrés sans rupture.

La masse des canalisations de forte puissance constitue un potentiel inertiel important que les mouvements sismiques peuvent déplacer avec des conséquences d'autant plus grandes qu'ils se situent en tête de l'installation. Une étude particulière de leur fixation (nature et nombre de supports) sera nécessaire.

## > Contraintes climatiques

### • Température

Les conditions de température ont une influence directe sur la capacité de transport d'énergie des chemins de câbles ou des canalisations préfabriquées. Au-delà d'une ambiance de 40 °C, il peut être nécessaire d'affecter un coefficient réducteur au courant admissible. Les conditions de refroidissement (chemins de câbles ouverts ou fermé) doivent alors être étudiées de même que la disposition des nappes de câbles. Les canalisations préfabriquées sont moins dépendantes de cet aspect dans la mesure où leurs performances sont peu dépendantes de la mise en œuvre.

Pour des températures supérieures (au-delà de 70 °C), on peut atteindre les limites de certains cheminements de conducteurs en matériaux thermoplastiques (PVC, ABS...) de même que celles de conducteurs et de câbles qui doivent alors être choisis en conséquence (voir Livre 4).

Les températures basses (< -25 °C) sont surtout à considérer par rapport à la fragilisation et à la difficulté de mise en œuvre des conducteurs qui peut devenir très pénible.



### • Humidité

Elle est souvent caractérisée en terme d'humidité relative en %. Or c'est surtout l'humidité absolue (quantité réelle d'eau contenue dans l'air et exprimée en g/m<sup>3</sup>) qui doit être considérée. L'humidité est un facteur de vieillissement important qui se traduit surtout par une accélération de la corrosion des gaines préfabriquées et de des chemins de câbles métalliques dont le choix du matériau est déterminant. Les conditions de ventilation et de drainage sont également essentielles pour limiter les effets de la corrosion.

### • Présence d'eau

Alors que l'humidité caractérise la présence d'eau sous forme de vapeur, l'eau sous forme liquide peut également être un facteur de dégradation dans les cheminements d'énergie. En règle générale, sa présence n'est pas problématique dans les locaux techniques d'énergie qui sont protégés mais elle peut le devenir dans la distribution terminale (selon les locaux) et bien entendu dans les cheminements à l'extérieur.

Deux options sont alors possibles : utiliser un chemin de câbles ou une canalisation étanche ou bien utiliser un chemin de câbles non étanche. Dans le second cas, c'est la résistance des câbles qui déterminent la résistance à la présence d'eau ; c'est souvent un choix fait dans les installations extérieures. On veillera alors à favoriser le drainage et l'écoulement de l'eau en dehors des faisceaux de câbles. Les chemins de câbles en fil sont alors particulièrement adaptés.

## > Contraintes complémentaires

### • Présence de substances corrosives et polluantes

Les contraintes qui sont désignées ici sont liées au milieu ambiant et aux conditions climatiques locales. Elles peuvent être aggravées par des contraintes chimiques liées à l'activité et constituent l'une des sources majeures de vieillissement. Les choix de produits effectués (voir page 30) sont donc déterminants.

- Les atmosphères industrielles sont chargées de polluants (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, HCl...) qui provoquent des attaques corrosives importantes mais aussi des phénomènes d'hydrolyse ou d'attaque des pigments de certaines matières synthétiques.

- Les atmosphères urbaines et périurbaines présentent des taux d'ozone ( $O_3$ ) qui accélère les phénomènes de vieillissement et d'oxydes d'azote ( $NO_x$ ) précurseurs d'acidité.

- Les atmosphères maritimes sont caractérisées par une humidité importante et par la présence de sels corrosifs (chlorures) pour tous les métaux.

La présence d'agents chimiques peut s'ajouter aux conditions locales. Il est possible de les classer en cinq catégories étendues dont les effets sont bien connus.

- Les acides peuvent être présents sous forme de vapeurs ou de projection. Ils sont d'origine organique (sueur, urines...) ou industrielle (chimie, traitement des métaux...). Leur action est destructrice pour beaucoup de métaux notamment pour les surfaces zinguées. L'acier inoxydable présente généralement un excellent comportement aux acides de même que les produits synthétiques notamment à base de PVC.

- Les bases peuvent être présentes sous forme gazeuse (ammoniac) ou liquides (lessives, soude, eau de javel) dans certaines activités (agroalimentaire, traitement des métaux, traitements des eaux...). Leurs actions restent limitées sur la plupart des métaux ferreux mais elles peuvent dégrader les métaux cuivreux de même que les caoutchoucs ou certains plastiques (polycarbonate).

- Les huiles peuvent être projetées sur les conducteurs dans de nombreux domaines d'activité (ateliers, découpe, usinage) mais aussi sur des machines (grues, ponts, éoliennes...).

Les huiles constituent un support d'adhérence aux poussières. Par ailleurs, elles peuvent dégrader de nombreux isolants (polycarbonate, PVC, polyester...). Il convient alors de choisir des câbles et conducteurs réputés résistants.

- Les solvants sous forme liquide ou de vapeur, sont présents dans l'industrie pharmaceutique, dans la fabrication des peintures et vernis, voire dans les agents de nettoyage. Il convient là aussi de vérifier selon leur nature (Chlorés, aliphatiques, cétoniques, aromatiques...) la résistance des câbles et de l'ensemble des produits à base de matière plastique.

- Les hydrocarbures, notamment essence, fuel ou assimilés sont présents dans les garages, tunnels,

sur les chantiers, dans les stations services et les raffineries. Comme les solvants, ils nécessitent un choix spécifique pour les isolants des câbles.

### • Présence de poussières

Les chemins de câbles n'ont pas de sensibilité particulière à l'empoussièrement. On veillera simplement à éviter l'accumulation et à prévoir des dispositifs de connexion étanches. La disposition de couvercles tant sur les chemins en tôle qu'en fil peut éviter une part importante d'introduction par gravité et facilite le nettoyage. Pour les canalisations préfabriquées, l'utilisation de modèles procurant un indice de protection minimal IP 5X est recommandé.



### • Présence de flore et de moisissures

Ce risque est lié à certaines activités (agroalimentaire par exemple - voir page 37) ou à l'exposition (climat chaud et humide). La résistance des matériaux constituant les cheminements d'énergie (canalisations, câbles et chemins de câbles) devra être considérée pour leur choix. Les matériaux métalliques et en particulier l'acier inoxydable sont particulièrement indiqués. Les matériaux synthétiques, même réputés résistants comme les polyoléfines (polyéthylène, polypropylène), peuvent à terme favoriser le développement de flore de surface voire en devenir l'aliment. Le choix des matériaux devra donc toujours être mis en face la possibilité de nettoyage et de désinfection.

### • **Présence de faune**

Les rongeurs et les insectes constituent un risque qu'il ne faut pas négliger. Ils peuvent s'attaquer à l'isolant des câbles et dans ce cas, les chemins de câbles fermés ou les canalisations préfabriquées (IP au moins égal à 3X) peuvent procurer une protection théorique suffisante au moins contre les rongeurs. Mais dans la pratique, les connexions et autres changements de parcours créent des discontinuités et la pénétration des animaux ne peut être empêchée. Dans certains cas extrêmes, et notamment contre les termites, seuls les conducteurs écrantés avec un feuillard de métal constituent une parade efficace.

## > **Contraintes particulières**

### • **Rayonnement solaire**

Les rayons ultraviolets du soleil contribuent à la dégradation des éléments organiques et notamment des peintures, polymères et matériaux synthétiques en général. L'humidité et la température sont des facteurs qui entrent aussi dans le processus de photo-dégradation.

Pour toute installation, a fortiori extérieure, il est indispensable de s'assurer de la résistance des matériaux ; le PVC et les polymères réticulés justifient d'une excellente résistance pour les chemins de câbles et pour les câbles.

L'utilisation de couvercles sur chemins de câbles constitue un écran protecteur.

### • **Risques d'incendie ou d'explosion**

Les câbles, chemins de câbles et canalisations constituent un vecteur privilégié de propagation de l'incendie. Par ailleurs, les masses importantes de matériaux isolants mis en jeu constituent à la fois une charge calorifique élevée (liée au potentiel calorifique des matériaux) et une source potentielle de fumées toxiques et d'effluents corrosifs : acide chlorhydrique,

acide cyanhydrique, halogénures... le choix de la nature des conducteurs et les précautions de mise en œuvre sont donc déterminants par rapport à ce risque de feu (voir page 38 pour plus amples détails). De très nombreux établissements notamment ceux recevant du public, les installations embarquées, les tunnels et de nombreuses installations industrielles présentent des risques aggravés d'incendie qui nécessitent de considérer des règlements spécifiques.

### • **Champs électromagnétiques ou électrostatiques**

Ce thème regroupe de manière générique de nombreux phénomènes dont les implications sont très diverses : vieillissement des matériaux, compatibilité électromagnétique, risque d'incendie ou d'explosion dus aux décharges électrostatiques.

Les domaines d'exposition aux rayonnements à haute fréquence (micro-ondes) sont de plus en plus nombreux (téléphonie, télémétrie). Elles touchent directement aux propriétés isolantes des matériaux. La connaissance des propriétés diélectriques peut s'avérer indispensable pour le choix des conducteurs et câbles et les propriétés isolantes ou non de leurs supports.

Les perturbations électromagnétiques empruntent les conducteurs mais aussi tous les éléments conducteurs dont les chemins de câbles et les canalisations préfabriquées. Outre leur capacité de blindage (pour ceux en métal) qui caractérise un effet d'atténuation aux champs électromagnétiques, leur continuité électrique est essentielle. Elle permet de maintenir un potentiel de référence des masses constant tout au long d'un cheminement de conducteurs.

Enfin, l'accumulation de charges électrostatiques, source d'incendie (silos) ou de dysfonctionnements dans l'électronique (claquage diélectrique) constitue un autre volet de la maîtrise de ces phénomènes électromagnétiques.

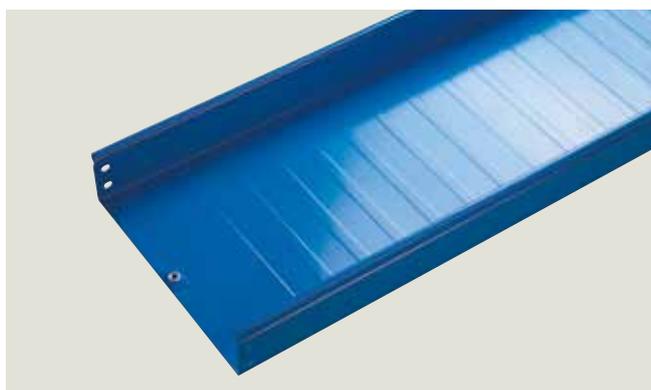
# Choisir les systèmes de transport de l'énergie (suite)

## 2 LES DIFFÉRENTS PRODUITS VIS-À-VIS DES CONTRAINTES EXTERNES

Si les habitudes participent très largement à l'orientation des solutions, à la fois sous les aspects de la puissance à transporter et de la configuration des installations (voir diagramme page 4), la troisième clé d'entrée est plus complexe. La prise en compte des contraintes externes relève en effet de l'emplacement d'utilisation au regard des performances des produits susceptibles de répondre aux contraintes effectivement présentes.

Avant d'aborder dans le détail chacune de ces contraintes, avec ses aspects techniques et normatifs, une vue globale des principaux types de produits de transport d'énergie avec leurs caractéristiques est donnée ci-après.

### > Le chemin de câbles en tôle non perforé

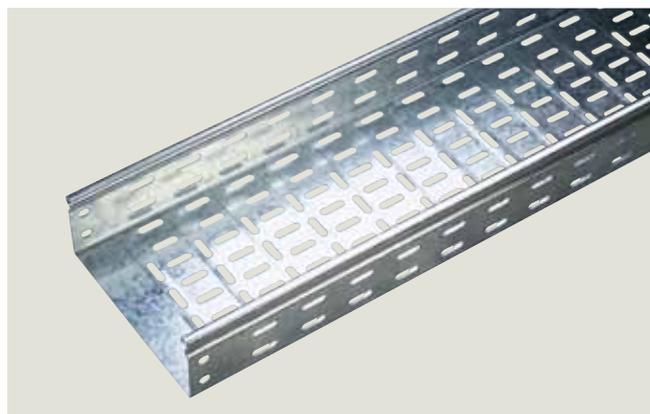


C'est le produit de base par excellence, simple, rigide et universel. En contrepartie, il ne permet pas une ventilation efficace des câbles, ne propose pas de moyens de les attacher. L'offre est souvent limitée et n'inclut pas de versions techniques (acier inoxydable par exemple).

Utilisé avec un couvercle, sa rigidité est améliorée. La protection contre les chutes d'eau et poussières est généralement assurée. En termes de résistance au feu, il peut présenter l'avantage du confinement mais en même temps constituer des cheminées en parcours vertical. La mise en œuvre de ce point de vue est donc à bien considérer.

### > Le chemin de câbles en tôle perforé

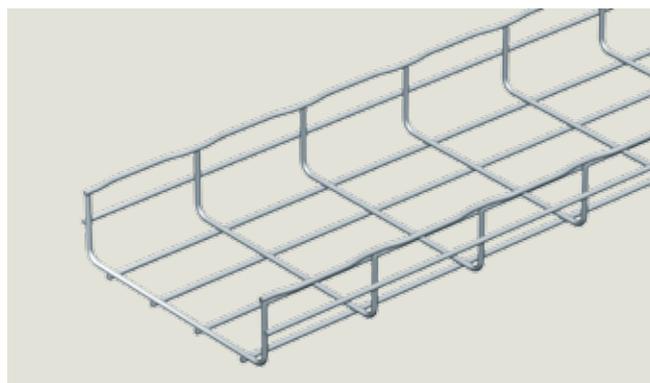
Aussi rigide que le modèle non perforé mais plus léger, il permet la fixation aisée des câbles par des colliers. Les perforations participent à la ventilation et évitent la stagnation de l'eau.



Les avantages de disposer d'un couvercle sont les mêmes que précédemment : rigidité améliorée et protection contre les chutes d'eau et de poussières. Les couvercles permettent aussi de protéger des chocs et des chutes d'objets (outils par exemple) les chemins de câbles qui sont situés sous des passerelles ou des zones de manutention.

### > Le chemin de câbles en fil

C'est un moyen de cheminement qui n'apporte pas, à proprement parler, de protection supplémentaire contre les influences externes. Ce sont les carac-



téristiques des câbles qui déterminent l'indice de protection IP. C'est également vrai en termes de résistance au feu ou de blindage électromagnétique. En contrepartie de ces limites, le chemin de câbles en fil est léger, facile et rapide à mettre en œuvre tout en apportant un excellent maintien mécanique. Son élasticité élevée permet des utilisations dans des environnements instables ou soumis à vibrations d'autant que la fixation individuelle des câbles est très aisée. Bien qu'il puisse être équipé d'un couvercle, celui-ci n'a d'intérêt que pour les longueurs rectilignes ou pour des zones à protéger de chutes d'objet. Le couvercle n'est pas adapté pour suivre des cheminements complexes qui sont justement la spécialité du chemin en fil.

### > L'échelle à câbles



C'est la version "poids lourd" du chemin de câbles en fil. L'échelle constitue un support adapté aux câbles de puissance et aux faisceaux importants en masse ou en dimension. Sa rigidité la destine plutôt aux parcours simples (backbone). Elle est utilisée en support de distribution pour tous types de câbles dans des locaux protégés (zones techniques, tunnels). Mais là aussi, ce sont les propriétés des conducteurs et câbles qui déterminent la résistance aux influences externes.

### > Le chemin de câbles en matériau thermodur (composite, polyester...)

Ce cheminement est adapté aux ambiances les plus sévères. Il associe de nombreuses qualités : tenue en température élevée, excellent vieillissement, résistance au feu (sans halogène), absence de corrosion et caractéristiques mécanique très élevées (rigidité et impacts IK 10). De plus, il est isolant (pas de mise à la terre), plus léger que le métal à mêmes dimensions et faciles à travailler avec des outils adaptés. Autant d'atouts qui positionnent ce type de produit pour des



applications techniques ; ce qui explique aussi son coût plus élevé.

### > Le chemin de câbles en matériau thermoplastique (PVC, PP)

Léger à mettre en œuvre, facile à découper et à travailler, le chemin de câbles en matériau thermoplastique est isolant par nature et ne nécessite pas de mise à la terre. Il est résistant à la corrosion, à l'humidité et peut-être classé alimentaire. Ses limites touchent à la résistance au feu, à la température maximale, voire aux chocs à froid et au rayonnement UV pour les versions qui ne sont pas prévues pour un usage extérieur.

# Choisir les systèmes de transport de l'énergie (suite)

## > Les goulottes de distribution terminale



Leurs caractéristiques d'aspect et de performances sont variables selon l'usage auquel elles sont destinées. Bien qu'il existe des modèles en métal, la grande majorité des goulottes de distribution terminale, présentées sous forme de plinthes, de colonnes ou de moulures est réalisée en PVC extrudé. L'indice de protection est limité à IP 40 ou 41 et la résistance aux impacts à IK07.

## > Les canalisations préfabriquées

Ces dispositifs associent en un même produit les conducteurs et leur enveloppe. Ils peuvent procurer



différents niveaux de protection (IP 30/31 à IP54/55 voire plus) et sont destinés très majoritairement à une utilisation intérieure. L'enveloppe en acier galvanisé présente une résistance élevée à la corrosion.

## 2.1 Le niveau de protection contre les influences externes

Comme précédemment explicité, la protection d'un cheminement de conducteurs peut être abordée de deux manières :

- la première consiste à ne pas tenir compte de la protection apportée par le chemin de câbles et à choisir des conducteurs capables de résister directement aux contraintes présentes notamment par rapport à la présence de poussières (1<sup>er</sup> chiffre du code IP), à la présence d'eau (2<sup>e</sup> chiffre du code IP) voire par rapport au risque d'impacts mécanique (code IK)
- la seconde consiste à utiliser des cheminements de conducteurs qui assurent une protection complémentaire contre l'une, l'autre ou toutes les contraintes évoquées ci-dessus. Dans certains cas, seule la seconde possibilité est envisageable lorsque les conducteurs ne présentent pas le degré de résistance suffisant.

Les câbles industriels (type U1000 R2V par exemple) n'ont pas besoin de protection complémentaire dans la majorité des installations ; les cheminements ne leur serviront que de support : un chemin de câbles en fil qui n'apporte pas de protection complémentaire convient parfaitement.

A contrario des conducteurs isolés pour la distribution terminale (H07V-U/R par exemple) qui ont une résistance mécanique limitée devront être protégés dans leur parcours. C'est le rôle entre autres de la goulotte de câblage.



**Il existe de multiples types de conducteurs pour tous les usages et tous les environnements. Outre les aspects de feu et de CEM inhérents à l'application, une question doit chaque fois être posée : quelle protection complémentaire en termes d'IP et d'IK doit être apportée aux conducteurs et câbles par leur support de cheminement. Et si celle-ci est nécessaire, quel doit en être le niveau ?**

Pour les installations extérieures, la contrainte d'exposition aux rayons UV est un élément essentiel à considérer qui vient en synergie des autres influences climatiques que sont la température et l'humidité. Dans le cas où les câbles ne sont pas résistants aux UV, il faut choisir des cheminements totalement fermés ou peu perforés avec couvercle pour leur assurer une protection contre la lumière. Attention aux discontinuités de protection qui peuvent exister au niveau des traversées, changements de niveaux et de direction, ils sont d'autant plus critiques que les câbles y sont soumis à des tensions et des courbures qui fragilisent les gaines sous l'action des rayons UV.



**Les chemins de câbles en fil utilisés à l'extérieur dans cette installation pétrolière permettent le supportage de câbles adaptés aux conditions externes**



**La gaine préfabriquée constitue une réponse différente en ce sens qu'elle incorpore les conducteurs (barres) et leurs isolants (supports) qui sont protégés des influences externes par une enveloppe robuste qui définit le niveau de l'indice de protection.**

Les tableaux des pages suivantes rappellent les niveaux de protection propres aux conducteurs ainsi que les niveaux de protection supplémentaires apportés par le système de cheminement.

# Choisir les systèmes de transport de l'énergie (suite)

Caractéristiques de protection des conducteurs et câbles																
Types de contraintes (voir page 16)		Niveau	Code IEC 60364-1	U-1000R2V U-1000AR2V	U-1000RVFV U-1000ARFV	U-1000RGPFV	H07 RN-F A07 RN-F	H1 XDV-AR H1 XDV-AS	H07 V-U/V-R	H07 V-K	FR-N 05 VV-U FR_N 05 VV-R	H05 VV-F	H03 VVH2-F H05 VVH2-F H05 RR-F	H05 RR-F A05 RR-F	Câbles CR1 <sup>(2)</sup>	
Contraintes mécaniques	Déplacements ou mouvements	1	CB1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		2	CB3	•			•			•		•	•	•	(•)	
		3	CB4				•									(•)
	Impacts mécaniques	1	AG1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		2	AG2	•	•	•	•	•				•			•	•
		3	AG3	•	•	•	•	•							•	•
			AG4				•	•								•
	Vibrations et chocs mécaniques	1	AH1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		2	AH2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	(•)
		3	AH3					•							•	(•)
	Effets sismiques	2	AP1/AP2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		2	AP3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	(•)
AP4						•	•							•	(•)	
3		AP4				•	•							•	(•)	
Contraintes climatiques	Température	1	AA4/AA5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		2	AA3 à AA5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		3	AA3 à AA8	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	(•)
	Humidité	1	AB4/AB5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		2	AB6/AB7	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		3	AB8 <sup>(1)</sup>	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	(•)
	Présence d'eau	1	AD1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		2	AD2 à AD3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		3	AD4 à AD7	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	(•)
	Contraintes complémentaires	Présence de substances corrosives et polluantes	1	AF1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2			AF2/AF3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
3			AF4				•							•		
Présence de poussières		1	AE1 à AE3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		2	AE4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		3	AE5/AE6	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Présence de flore et de moisissures		1	AK1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		2	AK1 +		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		3	AK2		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	(•)
Présence de faune		1	AL1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		2	AL1 +		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		3	AL2		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Contraintes particulières	Rayonnement solaire	1	AN1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		2	AN2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	(•)	
		3	AN3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Risques d'incendie et d'explosion	1	BE1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		2	BE2 / CB2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	(•)
		3	BE3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Rayonnement électromagnétique	1	AM 1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2		AM2/AM3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	(•)	
3		AM4		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	(•)	

(1) Cette classification intègre une éventuelle immersion temporaire (IP x7) mais pas une submersion permanente qui nécessite des conducteurs spéciaux (U-1000 RGPFV par exemple)

(2) Valeurs génériques à titre indicatif pour les câbles résistants au feu (types U500 X, 1000 X ou XV) Se reporter impérativement (•) aux données constructeur pour plus de précisions sur les caractéristiques exactes.

## Niveau de protection complémentaire apportés par les cheminements de conducteurs

Types de contraintes (voir page 16)		Niveau	Code IEC 60364-1	Chemins de câbles en tôle non perforés	Chemins de câbles en tôle non perforés avec couvercle	Chemins de câbles en tôle perforée	Chemins de câbles en tôle perforée avec couvercle	Chemins de câbles en fil	Chemins de câbles en fil avec couvercle	Échelle à câbles	Chemins de câbles fermés en matériau thermdur	Chemins de câbles fermés en thermoplastique	Goulottes de distribution terminale métal	Goulottes de distribution terminale thermoplastique	
Contraintes mécaniques	Déplacements ou mouvements <sup>(1)</sup>	1	CB1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		2	CB3	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	
		3	CB4		•		•	•	•			•	•	•	
	Impacts mécaniques	1	AG1	•	•	•	•					•	•	•	•
		2	AG2	•	•	•	•					•	•	•	•
		3	AG3 AG4		•		•	•				•	•	•	•
	Vibrations et chocs mécaniques	1	AH1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		2	AH2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		3	AH3		•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Effets sismiques	2	AP1/AP2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		2	AP3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
		3	AP4		•		•	•	•	•	•	•	•	•	•
Contraintes climatiques	Température	1	AA4/AA5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		2	AA3 à AA5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		3	AA3 à AA8	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Humidité <sup>(2)</sup>	1	AB4/AB5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		2	AB6/AB7	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		3	AB8	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Présence d'eau	1	AD1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		2	AD2 à AD3		•		•	•	•	•	•	•	•	•	
		3	AD4 à AD7												
Contraintes complémentaires	Présence de substances corrosives et polluantes <sup>(2)</sup>	1	AF1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		2	AF2/AF3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		3	AF4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Présence de poussières	1	AE1 à AE3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		2	AE4		•		•	•	•	•	•	•	•	•	
		3	AE5/AE6		•		•	•	•	•	•	•	•	•	
	Présence de flore et de moisissures <sup>(2)</sup>	1	AK1		•		•	•	•	•	•	•	•	•	
		2	AK1 +		•		•	•	•	•	•	•	•	•	
		3	AK2		•		•	•	•	•	•	•	•	•	
	Présence de faune	1	AL1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		2	AL1 +		•		•	•	•	•	•	•	•	•	
		3	AL2		•		•	•	•	•	•	•	•	•	
Contraintes particulières	Rayonnement solaire	1	AN1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		2	AN2		•		•	•	•	•	•	•	•	•	
		3	AN3				•	•	•	•	•	•	•	•	
	Risques d'incendie et d'explosion	1	BE1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		2	BE2 / CB2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		3	BE3		•		•	•	•	•	•	•	•	•	
	Rayonnement électromagnétique	1	AM 1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		2	AM2/AM3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
		3	AM4		•		•	•	•	•	•	•	•	•	

(1) Cette caractéristique dépend pour large part de la mise en œuvre : nombre et types de supportages

(2) La nature des matériaux constitutifs (voir chapitre suivant 2.2) détermine la résistance à l'humidité, à la corrosion et à la flore

# Choisir les systèmes de transport de l'énergie (suite)

## 2.2 La protection contre la corrosion

Les cheminements métalliques de conducteurs sont exposés de fait aux contraintes de la corrosion atmosphérique et selon les applications à des contraintes spécifiques liées au secteur d'activité où sont installés ces cheminements.

Le tableau des pages 14-15 rappelle, entre autres contraintes externes, les conditions de corrosion propres à de nombreux locaux et emplacements avec une classification générique à trois niveaux (faible, moyen, fort) reprise sous forme de solutions types dans les tableaux pages 16 à 19.



< La mise en œuvre d'un produit inadapté à l'environnement peut avoir de graves conséquences

Bien qu'on retrouve à travers le monde des matériaux et traitements identiques ou proches sur les très nombreuses gammes de cheminement métalliques de produits Legrand, les appellations et règles d'identification peuvent différer.



^ Selon les produits, les solutions techniques utilisées peuvent être symbolisées, à l'exemple des cheminements en fil Cablofil® par des moyens mnémotechniques que l'on retrouve dans les différents documents, catalogues et guide techniques.

Les principales solutions techniques utilisées sont décrites ci-après.

### > Les prétraitements

- **PG** et **GS** désignent une protection déposée à chaud par procédé continu selon les normes EN 10244-2 (fils) ou EN 10326 et EN 10327 (tôles et bandes). Les revêtements sont généralement à base de zinc (Z) mais peuvent également être à base de zinc allié avec du fer (ZF), ou d'aluminium allié au zinc (AZ) ou au silicium (AS).

Dans ce procédé les bords et découpes ne sont pas protégés après fabrication ; la protection est donc limitée et plutôt adaptée aux ambiances peu agressives (voir tableau page 36)

- **EZ** désigne un revêtement de zinc déposé en continu par procédé électrolytique selon les normes EN 12329 (fils) EN 10153 (tôles et bandes). Le principe même de dépose limite les épaisseurs possibles (< 10 µm). La tenue à la corrosion est limitée et adaptée aux ambiances internes. L'aspect est lisse, plus ou moins bleuté, plus ou moins brillant mais sans incidence sur la résistance à la corrosion.

Une finition par poudrage électrostatique époxydique peut être appliquée dans tous les coloris de la palette RAL. Outre de présenter une excellente tenue à la corrosion, elle permet un repérage des circuits ou une adaptation à des exigences esthétiques particulières.



**Les procédés désignés PG, GS et EZ sont souvent utilisés de manière complémentaire dans un même système de cheminement selon la nature et la géométrie des pièces. Ce même principe d'adaptation du procédé ou du matériau selon la pièce à réaliser, chemin de câbles ou accessoire, se retrouve aussi pour les aciers post-revêtus et les aciers inoxydables.**

### > Les post-traitements

Dans ces procédés, le traitement de protection est déposé après fabrication et formage des chemins de câbles ou des accessoires. Les bords découpés, les trous et soudures sont donc protégés avec le même niveau de performance. Les épaisseurs déposées peuvent être importantes et permettre un usage dans des conditions intérieures agressives ou extérieures courantes.

- **[GC]** désigne un traitement par galvanisation à chaud dans un bain de zinc en fusion selon la norme ISO 1461. Les épaisseurs déposées habituelles sont de 45 à 55 µm et peuvent atteindre 80 µm sur demande. À noter également que les produits galvanisés Legrand sont conformes à la directive RoHS et exempts de plomb.

L'aspect des surfaces galvanisées est très variable avec un fleurage plus ou moins marqué et des traces blanchâtres sans influence. La caractéristique essentielle de tenue est donnée par l'épaisseur. On évitera simplement l'utilisation de chemins de câbles galvanisés dans des milieux trop acides qui favorisent la dissolution du zinc : l'acier inoxydable étant alors mieux adapté.

- **[DC]** désigne un traitement dit de zinc lamellaire où les pièces sont immergées à chaud. Le zinc lamellaire (flZn) est connu sous différentes dénominations commerciales passées dans le langage commun. Les particules en proportions variables de zinc, aluminium et autres charges sont dispersées au sein d'une matrice organique ; on parle de revêtement organo-métallique selon la norme ISO 10383. La tenue à la corrosion est excellente et dépasse les 1 000 heures de brouillard salin selon la norme ISO 9227.

Ce procédé de post-traitement n'est pas adapté aux pièces de grandes dimensions comme les chemins de câbles mais plutôt aux accessoires. Ainsi les deux systèmes **[GC]** et **[DC]** sont parfaitement cohérents et complémentaires. Ils couvrent une très large gamme d'applications (voir tableau page 36)

### > Les aciers inoxydables

Les chemins de câbles fabriqués dans ces aciers constituent la réponse la plus aboutie et la plus performante en termes de résistance à la corrosion. Ils sont utilisables dans les environnements les plus sévères et répondent aux exigences de compatibilité et de sécurité agroalimentaires.

La prudence reste néanmoins de mise car de nombreux produits sur le marché peuvent être réalisés dans des nuances d'acier moins nobles et moins performantes, les décapages et les passivations indispensables ne sont pas toujours effectués et les accessoires peuvent être de qualité inférieure.

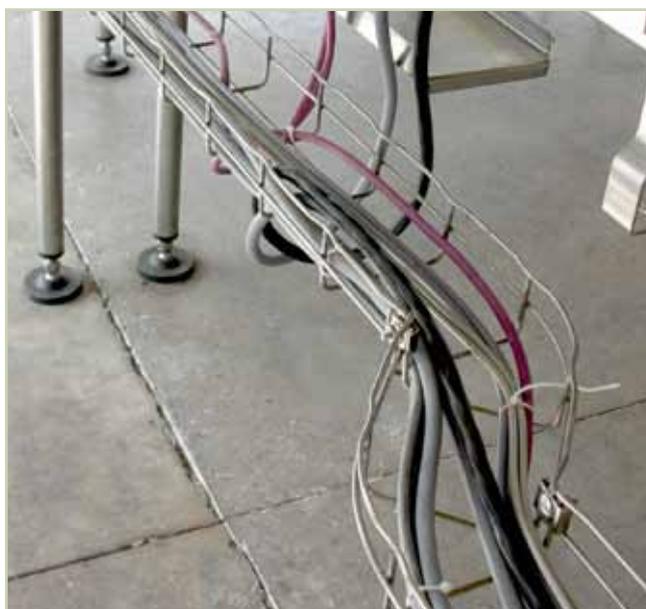
Dans le domaine de la résistance à la corrosion les

aciers austénitiques font référence ; les fameux 304 et 316 bien connus. Mais attention à ces désignations qui recouvrent des compositions qui peuvent être variables et surtout ne garantissent pas la basse teneur en carbone de ces aciers (lettre L dans les désignations américaines AISI). Or, il s'agit là de la condition de leur résistance à la corrosion intergranulaire qui peut se révéler au niveau des soudures, des pliages et autres contraintes rémanentes.

À ce titre, l'utilisation des désignations (issues du Werkstoffnummer allemand) selon la norme EN ISO 10088-2 est préférable et sans ambiguïté.

- **[1.4307]** dont on voit aussi les désignations équivalentes **[304L]** ou **[X2CrNi18-9]**. C'est un acier inoxydable qui présente une très large plage d'utilisation dans les milieux naturels et corrosifs. Sa tenue est limitée en cas d'exposition aux halogénures (dérivés du chlore, du fluor) et en présence importante de chlorures (embruns marins) ou l'acier **[1.4404]** est préférable.

- **[1.4404]** également désigné sous les formes **[316L]** ou **[X2CrNiMo17-12-2]**. Cet acier allié au molybdène supplée aux carences de l'acier **[1.4307]**. Il présente d'excellentes propriétés dans une très large gamme de milieux, bien qu'il reste sensible aux milieux chlorés comme tous les aciers inoxydables.



# Choisir les systèmes de transport de l'énergie (suite)

## > Le décapage et la passivation

La résistance à la corrosion de l'acier inoxydable est due à une couche d'oxydes, riche en chrome qui se forme naturellement quand il est exposé à une ambiance normale pouvant fournir assez d'oxygène. C'est pourquoi un acier doit, selon la norme ISO 10088-1, contenir au moins 10,5 % de chrome pour être dit inoxydable. Le contact avec de l'air ou de l'eau aérée crée et maintient la résistance à la corrosion de la surface passive qui se restaure automatiquement y compris en cas de blessure, rayure ou découpe du métal. C'est l'état passif ou "passivé"; l'acier est auto protégé.

Mais dans certaines conditions, cet état passif est détruit et ne peut être reconstitué naturellement. Ces conditions s'observent notamment sur des surfaces privées d'oxygène, tels que les joints mécaniques, les angles fermés ou sur des zones comme les soudures où la composition métallurgique a été modifiée.

La résistance à la corrosion peut alors être dégradée avec pour résultante des formes localisées dites par piqûre ou par crevasse.

Pour limiter les risques liés à ces discontinuités de protection, il est absolument indispensable que les produits manufacturés en acier inoxydable subissent un traitement de décalaminage, de décapage puis de passivation.

Le décalaminage consiste à enlever mécaniquement la couche épaisse d'oxydes visible à la surface des soudures.

Le décapage consiste en l'enlèvement d'une fine couche visant notamment à restaurer un aspect uniforme et à (re)créer l'état passivé de la surface.

Des mélanges d'acide nitrique et fluorhydrique sont généralement utilisés pour ces opérations.



## > Précautions pour la mise en œuvre des cheminements en acier inoxydable

Les aciers inoxydables peuvent localement devenir sensibles à la corrosion après des opérations d'assemblage, de perçage ou de soudure. La restauration de la couche passive peut se limiter à un décapage ponctuel (pâte de décapage + rinçage, brossage et nettoyage) ou nécessiter des moyens plus lourds si le nombre ou la surface des pièces sont importants. Mais le risque majeur lié à la mise en œuvre des aciers inoxydables concerne surtout la pollution par des particules ferreuses apportées par des opérations d'usinage (outils servant aussi pour l'acier, brosses métalliques...) ou même par des opérations au voisinage (meulage par exemple). La surface est alors polluée de particules de fer qui vont s'oxyder et dégrader fortement l'aspect. Dans la pratique, l'enlèvement de ces particules est difficile et nécessite un traitement chimique. Aussi, est-il préférable de prendre toute précaution pour éviter leur survenue en protégeant les pièces jusqu'au moment de la livraison (films, bâches...)



**Les chemins de câbles en tôle ou en fil Legrand sont uniquement fabriqués avec des aciers inoxydables des nuances les plus nobles et subissent systématiquement des traitements de décapage et de passivation qui garantissent le plus haut niveau de résistance à la corrosion et l'absence de pollution ferreuse.**

En cas de pollution, seul un traitement de décontamination puis de passivation pourra éliminer ces particules et éviter la formation ultérieure de piqûres voire de tâches plus larges de corrosion. De plus, si les pièces sont contaminées par de la graisse ou de l'huile, elles devront être préalablement nettoyées avant ce traitement de dépollution.

(Voir Livre 8 pour de plus amples informations)



**Traces de corrosion sur des consoles en acier inoxydable provoquées par des projections de particules ferreuses dues à un meulage ou à un usinage supposé à proximité. Un risque qui peut avoir des conséquences esthétiques inacceptables...**

### > Précautions pour la mise en œuvre des cheminements en acier zingué et galvanisé

On considère que lors de la découpe des chemins de câbles, tôle ou fil, en acier zingué **PG**, **GS** ou **EZ**, la protection contre la corrosion n'est pas altérée si les moyens de découpe sont mécaniques (cisaille à tôle, coupe boulon, forêt de perçage...). La tranche du matériau mise à vif est protégée par effet de proximité du zinc. D'autant que ces produits sont prévus pour des milieux dont l'agressivité reste limitée (Voir tableau page 35).



**Attention, la découpe par meulage ou tronçonnage peut entraîner la fusion locale du zinc et la perte de protection sur des zones plus larges. Il en est de même des opérations de soudure parfois réalisées pour la fixation des consoles ou autres accessoires. Tous ces travaux mettent en cause la garantie de performances et nécessitent une reconstitution de la protection. Un brossage vigoureux pour éliminer la calamine non adhérente, suivi d'un dégraissage et d'une pulvérisation d'un aérosol riche en zinc (zinc à froid) peut constituer une solution satisfaisante.**

Les causes d'endommagement de la couche de zinc des cheminements en acier galvanisé **GC** sont identiques à celles précédemment décrites (meulage, soudure...) mais peuvent être plus critiques de par l'utilisation possible de ces produits dans des atmosphères plus agressives.

On peut admettre que les coupes nettes restent suffisamment protégées par effet galvanique ; la rouille restant limitée à un trait brun sur l'épaisseur du matériau. En revanche, il y a lieu d'être très prudent sur toute opération qui endommage plus largement la protection. Selon la résistance recherchée, on pourra :

- brosser la surface et appliquer plusieurs couches de peinture riche en zinc jusqu'à l'obtention d'une épaisseur suffisante (environ 100 µm)
- brosser la surface, chauffer avec une torche et appliquer un alliage en baguette jusqu'à l'obtention de l'épaisseur désirée
- grenailler la surface endommagée (niveau Dsa 3 selon ISO 8501-1). et effectuer une métallisation au zinc selon EN 22063/ISO 2063 (projection de zinc fondu ou "shoopage"). À noter que seule cette dernière opération peut garantir la restitution du niveau initial de protection.

# Choisir les systèmes de transport de l'énergie (suite)

## > Précautions pour éviter les couples galvaniques dus au contact de métaux de natures différentes

Quelle que soit leur nature, les cheminements de câble des gammes du groupe Legrand et leurs accessoires de fixation ont été étudiés pour présenter une résistance à la corrosion cohérente et éviter la formation de couples galvaniques défavorables entre métaux.

Si cette précaution n'est pas appliquée lors de l'installation par la juxtaposition de métaux non compatibles

ou par l'utilisation d'accessoires insuffisamment protégés (visserie zinguée de qualité courante), il existe un risque important de dégrader la résistance à la corrosion, voire de provoquer celle-ci sur les zones de fixation ou d'assemblage. Le tableau ci-dessous donne quelques indications sur le choix de la nature des pièces de fixation, de quincaillerie et généralement des éléments mis en contact avec les cheminements de conducteurs.

Nature des pièces d'assemblage ou de fixation, visserie	Nature des cheminements à assembler ou à fixer				
	Acier zingué	Acier galvanisé	Acier Inox 1.4307	Acier Inox 1.4404	Aluminium et alliages
Acier zingué	✓	✓	✗	✗	✗
Acier galvanisé <sup>1</sup>	✓	✓	✗	✗	✗
Laiton nickelé	✓	✓	✓	✓	✗
Laiton étamé	✓	✓	✗	✗	✓
Acier Inox 1.4307	✗	✗	✓	✓	✓
Acier Inox 1.4404	✗	✗	✓	✓	✓
Aluminium	✗	✗	✗	✗	✓

1 : Y compris la protection par zinc lamellaire

✓ : recommandé

✓ : possible

✗ : déconseillé



L'offre de chemins de câble métalliques Legrand en tôle ou en fil mais aussi en matériaux synthétiques permet véritablement de répondre à tous les besoins en offrant une résistance adaptée.

Mais sans parler de complexité, il n'est pas inutile de posséder une bonne connaissance des différentes solutions pour effectuer un choix pertinent, seul garant de la durabilité des installations. La simple visualisation du produit ne permet pas toujours aisément de faire la différence entre les matériaux (aciers

inoxydables par exemple) ou les épaisseurs réelles de traitement déposées. De même la cohérence entre accessoires et cheminements est trop souvent oubliée et les performances qui en résultent ne sont pas homogènes.

Chemins de câbles	Accessoires
EZ/PG/GS	EZ/GS
GC	GC/DC
1.4307	1.4307
1.4404	1.4404



La norme IEC 61537 définit des classes de résistance à la corrosion en précisant des solutions type et une durée de tenue à l'essai de brouillard salin correspondante. Cette classification n'est pas forcément facile à utiliser et ne recouvre pas toutes les solutions techniques possibles. De même, la valeur de tenue d'essai au brouillard salin (en heures) est à prendre avec précautions.

L'approche Legrand développée dans les pages précédentes sur la base des produits prétraités (classes 1 à 4), post-traités (classes 5 à 8) et en acier inoxydable (classe 9) couvre tous les cas de figure de cette norme IEC.

Classe	Durée d'essai au brouillard salin (h)	Matériaux de référence ou finition
1	24	Revêtement électrolytique d'épaisseur minimale 5 µm
2	96	Revêtement électrolytique d'épaisseur minimale 12 µm
3	155	Prégalvanisé avec grade 275 de la norme EN 10327 et de la norme EN 10326
4	195	Prégalvanisé avec grade 350 de la norme EN 10327 et de la norme EN 10326
5	450	Postgalvanisé avec un revêtement de zinc d'épaisseur moyenne (minimale) de 45 µm selon ISO 1461 pour l'épaisseur du zinc uniquement
6	550	Postgalvanisé avec un revêtement de zinc d'épaisseur moyenne (minimale) de 55 µm selon ISO 1461 pour l'épaisseur du zinc uniquement
7	700	Postgalvanisé avec un revêtement de zinc d'épaisseur moyenne (minimale) de 70 µm selon ISO 1461 pour l'épaisseur du zinc uniquement
8	850	Postgalvanisé avec un revêtement de zinc d'épaisseur moyenne (minimale) de 85 µm selon ISO 1461 pour l'épaisseur du zinc uniquement (communément acier à forte teneur en silicone)
9A	850	Acier inoxydable fabriqué pour ASTM : A 240/A 240M – 95a désignation S30400 ou grade 1-4301 de la norme EN 10088 sans traitement postérieur
9B	850	Acier inoxydable fabriqué pour ASTM : A 240/A 240M – 95a désignation S31603 ou grade 1-4404 de la norme EN 10088 sans traitement postérieur
9C	850	Acier inoxydable fabriqué pour ASTM : A 240/A 240M – 95a désignation S30400 ou grade 1-4301 de la norme EN 10088 avec traitement postérieur
9D	850	Acier inoxydable fabriqué pour ASTM : A 240/A 240M – 95a désignation S31603 ou grade 1-4404 de la norme EN 10088 avec traitement postérieur

# Choisir les systèmes de transport de l'énergie (suite)

Choix de la protection anticorrosion en fonction des environnements												
Désignations des conditions d'humidité et d'agressivité du milieu	Type d'exposition	Classe de corrosivité ISO 12944-2	Type de locaux, d'emplacements ou d'usages	Chemin de câbles	EZ	PG	GS	Époxy	Époxy	GC	1.4307	1.4404
				Accessoires	EZ	GS	EZ	GS	GC	DC	GC	DC
Sec et non corrosif	Intérieur	C1	Domestique, habitations, résidentiel, bureaux									
Momentanément humide et peu corrosif	Intérieur	C2	Ateliers de montage, magasins de vente, de stockage, théâtres, restaurants, salles collectives, dancing, hôpitaux									
Possiblement humide et/ou corrosif	Intérieur	C2	Ateliers de fabrication ou d'usinage, cuisines, sanitaires collectifs, caves...									
Humide et modérément corrosif	Intérieur	C3	Agroalimentaire, bâtiments d'élevage, abattoirs, halles de vente, criées									
	Extérieur		Extérieur rural humide et peu agressif									
Humide et corrosif Type mixte urbain/rural/industriel léger	Intérieur	C3	Processus sévères et corrosifs (traitements de surface, fonderies, machineries de navires)									
	Extérieur		Extérieur courant mixte urbain/rural									
Humide et corrosif Industriel sévère	Intérieur	C4	Processus agressifs type acides ou solvantés									
	Extérieur		Extérieur industriel sévère et/ou très humide type tropical									
Très humide et très corrosif type bord de mer	Intérieur	C5M	Processus très agressifs halogénés ou chlorurés									
	Extérieur		Extérieur marin, bord de mer et frange côtière sous embruns									
Très humide et extrêmement corrosif Pétrochimique	Intérieur	C5I	Processus industriels très sévères (pétrochimie)									
	Extérieur		Extérieur, pleine mer, offshore									

- Convient normalement pour la classe de corrosivité
- Sous conditions complémentaires de protection contre les précipitations directes ou les embruns par auvent ou abri couvert
- Sous réserve en présence d'agents agressifs en forte concentration : sel, chlore, vin, moutarde dans l'agroalimentaire, solvants chlorés, fluorés, cétones en forte concentration dans la chimie
- Ne convient pas pour la classe de corrosivité



## Compatibilité et sécurité agroalimentaire

Il n'existe pas de règles spécifiques liées aux cheminements de conducteurs dans l'industrie agroalimentaire. En revanche, comme pour tous les aménagements, appareils, et machines de ces locaux, une conception rationnelle doit identifier, évaluer et maîtriser les dangers significatifs au regard de la sécurité des aliments. C'est le système Qualité HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point)

En Europe, des règlements régissent les différents aspects propres à la sécurité des denrées (directive 852/2004/CE) et aux matériaux et objets destinés à entrer en contact avec ces denrées (directive 1935/2004/CE).



Une distinction essentielle doit être faite entre la problématique des matériaux et de leur contact avec les aliments et la problématique de l'hygiène et du nettoyage des appareils et des installations. Les chemins de câbles ne sont normalement pas destinés à entrer en contact avec les aliments, et si cela arrive accidentellement, les aliments concernés ne sont pas réintégrés dans le processus de fabrication. En revanche, les deux critères de nettoyabilité et de résistance aux agents de nettoyage sont très importants par rapport à l'hygiène. La norme française XP U 60-010 établit un certain nombre de règles de conception par rapport à l'aptitude au nettoyage des machines et des équipements. Se reporter si nécessaire au Livre 8 pour ce qui concerne les résistances aux agents chimiques et aux différents produits de nettoyage des matériaux.

La structure ouverte et aérée de Cablofil® et la conception de son bord sécurisé soudé en T minimisent les surfaces de rétention aux poussières et pollutions diverses. Elle est de fait adaptée aux besoins de cheminement de câbles des salles propres (salles blanches) selon EN ISO 14644.

Les chemins de câbles en fil peuvent être soufflés ou aspirés, voire lavés ; l'égouttage et le séchage sont faciles et naturels.

Cette même caractéristique est également appréciable pour les installations extérieures soumises à la pluie. Les chemins de câbles en acier inoxydable 1.4307 (304L) et 1.4404 (316L) constituent une réponse adaptée aux exigences de compatibilité alimentaire et de résistance chimique des industries agroalimentaires.



Un distancement minimal de 100 mm est recommandé entre les chemins de câbles et les parois environnantes, murs ou plafonds, de manière à permettre le passage facile d'appareils de nettoyage (source : Nestlé good Hygiene Engineering). Le nettoyage des chemins de câbles est facilité par la pose sur consoles en lyres ou sur pendants. Il est plus difficile sur balancelle ou en suspension (voir modes de fixation page 39).

# Précautions et contraintes complémentaires

Au-delà d'un choix pertinent du type de cheminement et de la nature de leurs matériaux constitutifs, un certain nombre d'autres contraintes complémentaires devront être prises en compte pour répondre à la totalité des exigences de service et de sécurité.

## LA RÉACTION AU FEU ET LES PRÉCAUTIONS DE CONSTRUCTION

Si la nature des câbles et des conducteurs constitue l'élément déterminant du comportement au feu des cheminements et des canalisations, il n'en reste pas moins que le choix des modèles de chemins de câbles et la mise en œuvre de ceux-ci dans le respect des précautions de pose sont aussi essentiels (voir page 40).

Les câbles sont très rarement à la source même des incendies. Pour ce faire, il faudrait qu'ils soient surchargés à tel point que leur isolation puisse fondre et enflammer des matériaux à proximité ou bien encore qu'ils soient en court-circuit suite à un endommagement mécanique. Les cheminements de câbles ne sont donc pas des sources potentielles d'incendie.

En revanche, les câbles et les canalisations peuvent participer à la propagation du feu si des précautions constructives ne sont pas prises. En cheminant dans les locaux, les plafonds ou les gaines techniques, en traversant les cloisons, ils favorisent l'apport d'air, forment d'éventuelles cheminées pour les gaz et fumées et représentent une source énergétique susceptible de provoquer des arcs et des courts-circuits secondaires pouvant raviver la propagation du feu. À ce stade de l'incendie, ils constituent alors une charge calorifique non négligeable.

### 1 L'ESTIMATION DU RISQUE FEU

Le risque potentiel d'atteinte par le feu des cheminements de câbles et la conséquence éventuelle de propagation qui en résulte doivent être estimés par rapport aux locaux.

Se reporter aux tableaux pages 14 à 19 pour une première approche.

La connaissance des conditions d'influences externes par rapport aux matières traitées ou entreposées (BE1 à BE4 suivant IEC 60364-5-51) qui définit entre autres le risque d'incendie, permet alors de choisir le type de câbles adaptés (voir Livre 4, tableau page 62).

### 2 LE COMPORTEMENT AU FEU DES CÂBLES ET CONDUCTEURS

#### 2.1 La réaction au feu

La classification du comportement au feu est basée sur un certain nombre de tests qui sont définis par des normes internationales (IEC 60331 et IEC 60332), européennes (EN 50200) ou nationales pour certains types de câbles (par exemple la norme NF C 32-070 pour la catégorie C1).

On distingue 3 catégories de "réaction au feu".

- C3 : pas de caractéristique spéciale
- C2 : non propagateur de flamme. La plupart des câbles utilisés dans les installations appartiennent à cette catégorie.
- C1 : ignifuge. L'utilisation de câbles de cette catégorie limite le risque de propagation du feu dans les nappes de câbles et les conduits. Les câbles de type FR-N1 X1... , FR-N05 G2 (U, R ou K) et FR-N07 X3 (U, R ou K) appartiennent à cette catégorie.

Lorsque le risque de propagation du feu est élevé (longs cheminements verticaux) ou lorsque la sécurité de l'installation est essentielle, il est nécessaire d'utiliser des câbles de catégorie C1.



#### Comportement au feu des nappes verticales de câbles

La vérification de la résistance au feu des câbles (catégorie C1 non-propagateurs de l'incendie) en nappe est faite selon la norme IEC 60332-3 (EN 32072) dans une cabine d'essai de hauteur 4 m où les câbles sont fixés sur une échelle verticale. Trois catégories A, B, C définissent le degré de sévérité selon le volume de matière isolante organique mis en jeu : respectivement 7 dm<sup>3</sup>, 3,5 dm<sup>3</sup> et 1,5 dm<sup>3</sup> par mètre de nappe. La flamme d'un brûleur est appliquée en partie basse pendant 30 minutes au terme desquelles la hauteur des câbles brûlés ne doit pas atteindre une limite fixée à 0,4 m de l'extrémité haute de la nappe.

## > Les câbles sans halogènes

La majorité des câbles utilisés aujourd'hui sont isolés en partie ou en totalité avec du polychlorure de vinyle ou PVC (U 1000 R2 V, H07 VVH2-F, H07 VU...). Ces conducteurs, sont naturellement ignifugés par la présence de chlore et présentent une bonne réaction au feu. Ils sont généralement classés C2 (non-propagateurs de la flamme) et participent à la sécurité intrinsèque des installations. Inconvénient du PVC : si les conducteurs sont pris dans un incendie, ils libèrent du chlorure d'hydrogène irritant sous sa forme gazeuse qui a néanmoins l'avantage de favoriser la détection olfactive d'un début d'incendie par son odeur piquante. À noter que le chlorure d'hydrogène n'est pas classé comme toxique par le rapport ISO 9122 (1<sup>re</sup> partie) ; le risque léthal majeur restant lié au monoxyde de carbone. Néanmoins, il est souvent prohibé dans les espaces clos et mal ventilés (souterrains, tunnels ferroviaires...) En fait, la restriction tient surtout au risque de corrosion liée à l'acide chlorhydrique issu de la condensation de ce gaz qui, en se répandant, peut attaquer, y compris avec un effet retard, des systèmes sophistiqués ou coûteux : appareils optiques complexes, appareils médicaux, appareils de métrologie et de conduite de procédés, machines de très haute précision, éléments d'aéronautique... La décontamination des lieux doit donc être effectuée le plus rapidement possible. On retiendra que la nécessité de protéger de tels systèmes et d'exclure le chlore, a abouti au développement de câbles C1 dits sans halogène, dont les ignifugeants sont à base de trihydrate d'aluminium ou de bihydrate de magnésium. Ces câbles libèrent peu de fumée et d'éléments corrosifs. On peut citer les types FR-N1X1X2, FR-N1X1G1, FR-N07X4X5-F, et en général les conducteurs conformes à la norme française NF C 32-310.

## 2.2 La résistance au feu

Les catégories de "réaction au feu" évaluent l'inflammabilité des câbles mais n'indiquent en rien leur aptitude à alimenter les installations en cas d'incendie. Pour que les circuits de sécurité continuent à fonctionner, il faut utiliser des câbles certifiés pour leur "résistance au feu".

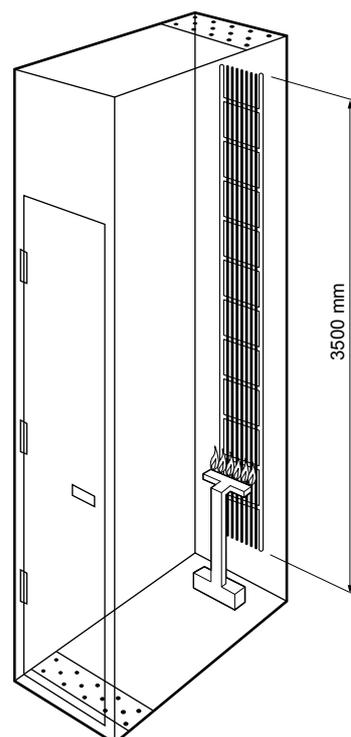
On distingue deux catégories de "résistance au feu".

- CR2 : pas de caractéristiques spéciales
- CR1 : résistant au feu.

Les conducteurs U500 X, U500 XV, 1000 X ou 1000 XV avec isolation minérale, "Lyonotox" et "Pyrolyon" type "résistant au feu", et certains câbles de puissance ou de signalisation appartiennent à cette catégorie.

Si la nature des câbles et des conducteurs constitue l'élément déterminant du comportement au feu des cheminements et des canalisations, il n'en reste pas moins que le choix des modèles de chemins de câbles et la mise en œuvre de ceux-ci dans le respect des précautions de pose sont aussi essentiels.

Dispositif d'essai de la résistance au feu des nappes de câbles verticales

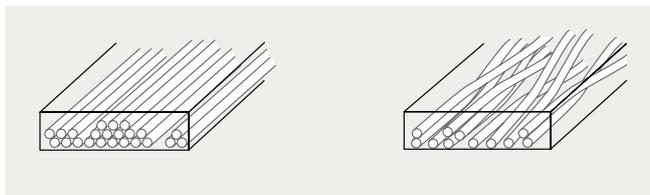


# Précautions et contraintes complémentaires (suite)

## 3 LES PRÉCAUTIONS DE POSE

### 3.1 La circulation et disposition des nappes de câbles

La disposition des nappes et groupements de câbles et des câbles eux-mêmes dans ces nappes jouent un rôle important dans le développement de l'incendie. Les câbles doivent être correctement rangés en limitant si possible les interstices entre eux de manière à éviter un effet "fagot" qui favoriserait l'embrassement.

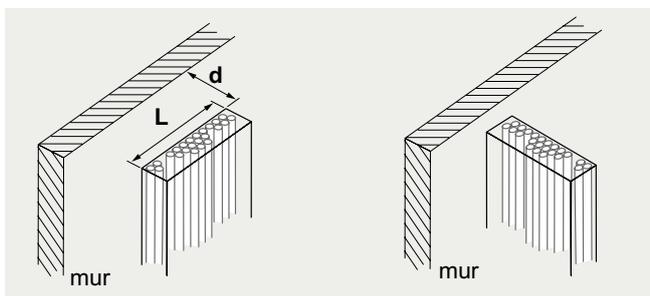


Les nappes denses, serrées et compactes sont plus difficiles à enflammer, mais en contrepartie, leur dissipation thermique est moins bonne, ce qui peut conduire à réduire le courant admissible.

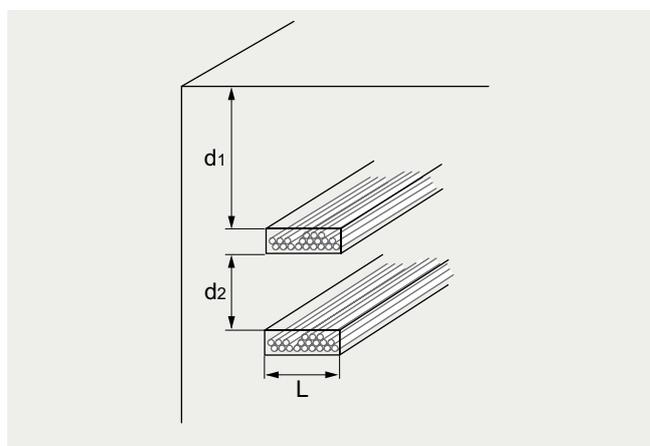
D'une manière générale, il faut éviter toute disposition qui constitue des "cheminées" naturelles, un principe à appliquer entre les conducteurs eux-mêmes mais également pour les nappes de câbles entre elles et pour les nappes avec les éléments environnants (murs, plafonds...).

### 3.2 La disposition des nappes verticales

La disposition verticale des nappes crée un effet de cheminée augmenté par la proximité d'un mur ou d'une structure parallèle à la nappe. Une distance  $d$ , au moins égale à la moitié de la largeur  $L$  de la nappe, doit être maintenue pour limiter cet effet ou alors préférer une disposition perpendiculaire.



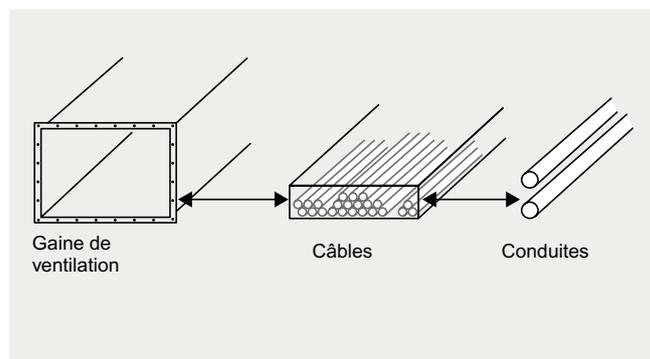
### 3.3 La disposition des nappes horizontales



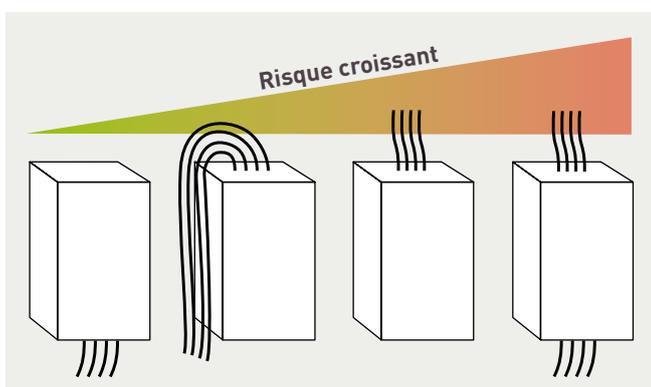
Il est recommandé de placer les nappes sous plafond à une distance  $d_1 > 2 \times L$  (au moins 2 fois la largeur du chemin de câbles). En cas d'incendie, cela évitera en partie que les câbles soient dans les couches de gaz les plus chaudes. Pour éviter la propagation d'une nappe à l'autre, une distance minimale  $d_2 > L$  est également recommandée.

### 3.4 Les dispositions particulières au voisinage de canalisations

Les canalisations électriques ne doivent pas risquer d'être portées à une température nuisible du fait de la proximité de sources de chaleur (conduites d'air, d'eau, de fumée...). Si les distances suffisantes ne peuvent être respectées, des écrans ou des calorifugeages doivent être interposés.



### 3.5 Les arrivées de câbles dans les enveloppes



Disposition des entrées de câbles, de la plus favorable à la moins favorable

Les amenées de câbles dans les armoires constituent à la fois des entrées susceptibles de transmettre le feu dans l'armoire (feu externe) ou de le propager à l'environnement (feu interne). Dans la pratique, on favorisera les entrées de câbles en partie basse des armoires ou coffrets. Le feu restera mieux confiné

dans l'enveloppe et en cas de feu, la zone au niveau du sol est généralement moins exposée. Si des adductions sont néanmoins nécessaires en partie haute, elles devront être soigneusement refermées; les passages de câbles devront être étanchés par des presse-étoupe ou dispositifs analogues (Cabstop Legrand). Ces précautions seront renforcées si l'enveloppe possède à la fois des entrées haute et basse qui pourraient provoquer une accélération du feu par effet de cheminée.



Entrée de câbles latérale Legrand



## Sécurité dans les infrastructures de transport et les tunnels

La pose de matériels électriques et de cheminements de conducteurs dans les installations ferroviaires fait l'objet de normes (série EN 50125-X) et réglementations strictes. Les contraintes spécifiques aux tunnels (pression locale, vibrations, poussières, mouvements dynamiques, propagation de l'incendie...) doivent être particulièrement étudiées. Dans le cas d'équipements pour la signalisation et les télécommunications, les exigences touchent également à la formation de glace, à la neige et à la grêle, à la foudre et au rayonnement solaire.

Dans les tunnels routiers, les prescriptions ont été renforcées suite à différents accidents. En France, par exemple, la circulaire N° 2000-63 du 25 août 2000 a précisé les exigences applicables aux équipements divers et notamment aux cheminements de conducteurs qui doivent être classés M1, les câbles étant eux-mêmes classés C1 à minima et CR1 pour les circuits de sécurité. Par ailleurs, pour protéger les secours des chutes d'éléments dangereux, les dispositifs de suspension portants des éléments lourds : panneaux indicateurs, ventilateurs, chemins de câbles... doivent résister à une température de 450 °C pendant 120 minutes selon une courbe normalisée CN 120 (type ISO 834). La prise en compte d'incendie de poids lourds, peut amener des exigences très supérieures avec des montées à 1 200 °C en 10 minutes. Autant d'éléments qu'il convient donc d'appréhender parfaitement dans ces installations particulières.





## Potentiel calorifique des cheminements de conducteurs

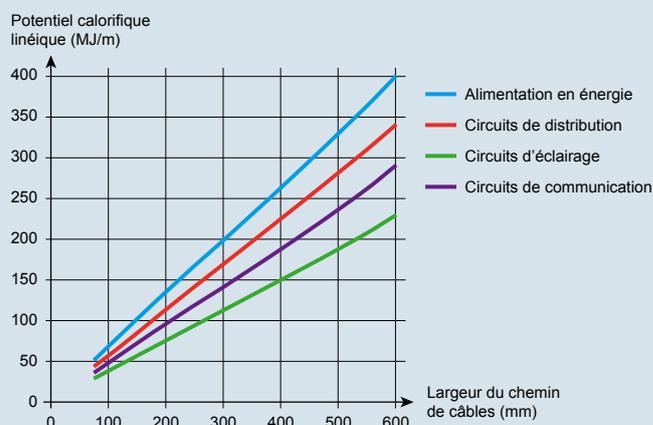
Les cheminements de conducteurs peuvent représenter des charges calorifiques élevées voire très élevées pour les grandes longueurs et les chemins de câbles importants ou multiples.

Le calcul du potentiel calorifique devrait être effectué précisément à partir des données des constructeurs, du nombre et du type de câbles.

Dans la pratique, ces calculs ne sont pas aisés et il peut être suffisant de considérer des valeurs forfaitaires à la condition d'un accord client-fournisseur.

Le graphique ci-contre propose à titre indicatif une valeur moyenne de potentiel calorifique linéique (en Megajoules par mètre de longueur de cheminement de câbles) en fonction de la largeur du chemin de câbles et de la nature des circuits.

Nota : on retiendra que les conducteurs de données (data informatiques, communication...) présentent une forte proportion de matériau isolant (70 %) au regard de la quantité de métal cuivre (30 %) ; un rapport pratiquement inverse à celui des conducteurs électriques d'énergie. Ces cheminements souvent très denses peuvent constituer des charges non négligeables.



## La certification E90 selon la norme DIN 4102-12

En l'absence d'autres textes européens ou internationaux de même portée, cette norme fait référence et permet de classer des systèmes de chemin de câbles en fonction de leur résistance en situation d'incendie : E30, E60, E90. Cette valeur désigne la durée de l'essai dans un four, la température atteignant 1 000 °C à l'issue de l'essai selon une courbe définie représentative du développement d'un incendie.

La particularité de cette certification de tenue au feu réside dans le fait qu'elle ne s'applique pas à des composants isolés mais à un système complet représentatif d'une situation d'usage normale avec fixations et chargement de câbles dont la nature est identifiée.

Par exemple les chemins de câbles Cablofil sont certifiés E90 pour de nombreuses configurations couvrant la majorité des cas de montage : en suspente, en corbeau, en pendard pour des charges légères, moyennes ou lourdes.



Chemins de câbles Cablofil à l'intérieur du four avant l'essai

### 3.6 Les traversées de parois

Le compartimentage est un moyen de s'opposer au développement de l'incendie en s'appuyant sur l'étanchéité des volumes en empêchant ainsi la propagation. La réglementation définit le plus souvent les conditions techniques d'exécution du compartimentage par des critères de durée de résistance au feu nommés "degrés coupe-feu" et exprimés en heures.

Lorsque des câbles ou des canalisations traversent des parois, planchers ou plafonds ayant un Degré coupe-feu prescrit (1/2 h, une heure...), il est impératif que ceux-ci conservent ce degré initial après percement afin que les performances de sécurité du bâtiment ne soient pas affectées.

À l'évidence, la meilleure manière de procéder est d'étudier et de prévoir les cheminements de conducteurs et leurs traversées de parois lors de la phase de conception des bâtiments. Mais la réalité d'exploitation conduit souvent à de multiples adaptations, remaniements ou déménagements qui entraînent des modifications plus ou moins profondes des installations qui vont du simple passage de conducteurs supplémentaires dans les cheminements existants à la réalisation de nouveaux cheminements.

Dans ces évolutions, l'attention est plus attirée par l'aspect électrique que par la sécurité incendie d'autant que dans ces opérations les contraintes des infrastructures existantes s'ajoutent aux exigences de continuité d'exploitation.

De nombreux sinistres ont pour cause l'absence de remise à niveau après des interventions multiples où les objectifs et les performances originelles ont été oubliés avec le temps et les changements.

La restitution du "degré coupe-feu" est donc une opération capitale.

#### ➤ Traversées des chemins de câbles et des goulottes

Par principe, il est nécessaire de reboucher extérieurement et intérieurement la canalisation. On peut néanmoins déroger à cette dernière obligation si la section intérieure n'excède pas 710 mm<sup>2</sup> et si la canalisation possède au moins un degré IP 33, y compris à son extrémité. Les câbles seront si possible, eux-mêmes protégés sur une distance d'au moins 20 cm de part et d'autre de la traversée.



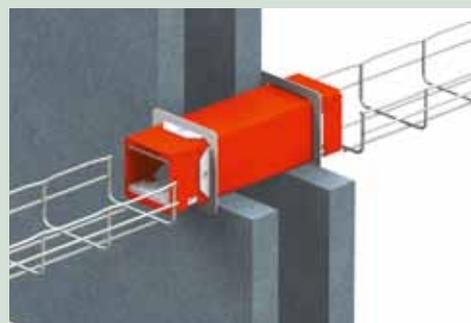
#### Le système EZ-Path®

**La traversée des cloisons, murs et plafonds, par des câbles exige de rétablir les niveaux initiaux de résistance au feu et d'étanchéité au gaz qui existaient avant percement. Des dispositions conventionnelles peuvent être prises (voir ci-contre) mais elles ne permettent pas une évolution aisée de l'installation : il n'est pas possible de "passer" un nouveau conducteur sans détruire le bouchage effectué.**

**Le module coupe-feu EZ-Path® constitue une réponse adaptée à cette double exigence.**

**Le module EZ-Path® contient une mousse intumescente qui réagit spontanément dès 177 °C ou en présence directe d'une flamme. En moins d'une minute, le volume de la mousse est multiplié par 16, obturant de manière sûre et durable le passage vis-à-vis du feu et des gaz de combustion.**

**Les modules EZ-Path® existent en trois tailles et sont démontables pour faire évoluer l'installation. Le degré coupe-feu est maintenu dans toutes les situations. Classifications coupe-feu selon les normes prises en référence pour les essais.**



Si le système EZ-Path est particulièrement performant (voir ci-dessus), d'autres solutions peuvent être utilisées. Ce sont souvent des moyens simples dont l'efficacité dépend pour large partie de la qualité de mise en œuvre.

#### • Les sacs de matériaux intumescents

Ils ont la particularité de gonfler sous l'effet de la température pour former une sorte de mousse incombustible et thermiquement isolante. Ils peuvent s'expanser jusqu'à 8 à 10 fois leur volume.

En obstruant la traversée de mur ou de paroi, ils s'opposent au passage de l'incendie. La réaction chimique d'intumescence s'accompagne d'une absorption de chaleur.

Les sacs sont faciles à mettre en œuvre, excepté pour les traversées verticales, permettant ainsi de rajouter aisément des câbles sans faire de nouveaux trous. Le risque subsiste toutefois d'omettre de reposer ou de mal reposer ces sacs après le passage des câbles. On peut également utiliser des pâtes malléables intumescentes ou des mastics en cartouches mais leur température maximale doit être bien considérée.



**Rebouchage d'une traversée de cloison coupe-feu avec plâtre et pâte intumescente**

- **Les laines minérales à haute densité (140 kg/m<sup>3</sup>)**  
Elles ont une bonne tenue à la température (de l'ordre de 1000 °C). Mais la mise en œuvre des panneaux est délicate dans le cas de trous irréguliers et leur relative fragilité mécanique ne permet pas toujours un réemploi correct après passage de nouveaux câbles.

Attention à ne pas utiliser de la laine de verre basse densité pour isolation dont le point de fusion est trop bas par rapport aux températures atteintes lors d'un incendie.

- **Les plâtres**

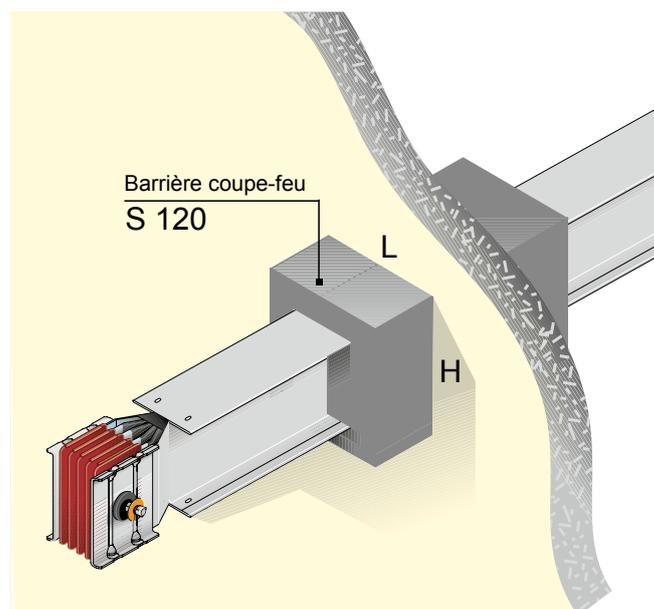
Ils sont à juste titre considérés comme l'une des meilleures protections contre l'incendie et l'élévation de température. Constitués de gypse et d'eau, ils sont non polluants et non toxiques.

Les plâtres sont utilisés en plaque de plâtre (pour les gaines coupe-feu, les cloisons...), en enduit de surface ou en rebouchage.

La qualité de la pose doit être irréprochable pour éviter les fissures et les modifications nécessitent de casser le plâtre. Le rebouchage en contact direct avec les câbles est déconseillé de par les risques de remplissage incomplet et d'adhérence insuffisante sur certains isolants de câbles.

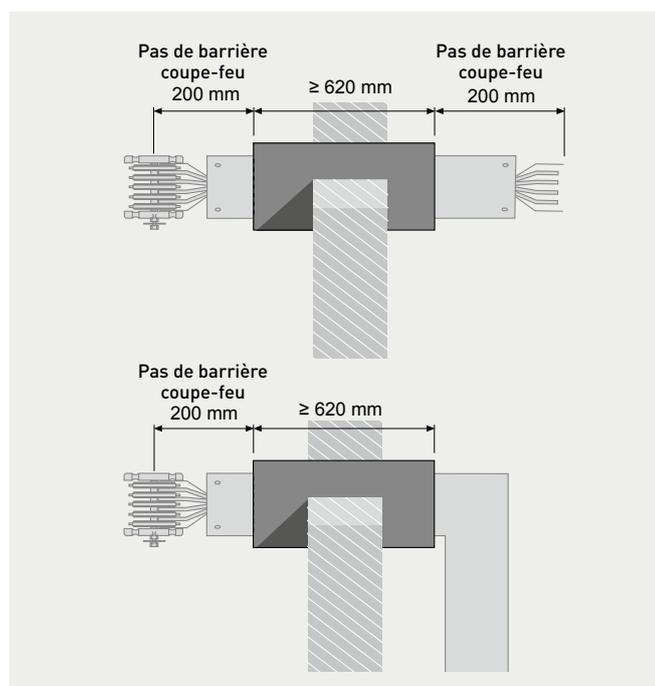
➤ **Traversées des canalisations préfabriquées**

Les canalisations préfabriquées dont le degré de protection est au moins égal à IP 54 assurent une traversée des cloisons non propagatrice des flammes dès lors que le rebouchage autour des gaines est correctement effectué (au plâtre par exemple). Mais attention, un tel rebouchage ne suffit pas à garantir un degré coupe-feu conforme à la réglementation. Il est en effet nécessaire de prévoir un calorifugeage soigné des parties émergentes de la canalisation sur une longueur suffisante de manière à ce que la température de l'enveloppe métallique du côté non exposé de la paroi n'excède pas les limites autorisées (140 °C). Sauf validation officielle d'une telle disposition par un organisme qualifié, il est recommandé d'utiliser les éléments coupe-feu prévus par le fabricant.



**Barrière coupe-feu classe S-120 pour canalisations SCP Legrand**

Les barrières coupe-feu Legrand répondent à la classe S 120 (selon la norme DIN 4102 partie 9), aussi bien pour les canalisations avec barres aluminium que pour celles avec barres cuivre. Elles peuvent être installées sur tous les éléments de canalisation (éléments droits et coudés) dès lors que les indications des schémas suivants sont respectées.



Les barrières coupe-feu font au minimum 620 mm de long et doivent toujours être centrées dans la cloison ou le plancher coupe-feu traversé. Après traversée d'une paroi ou d'un plancher coupe-feu, les ouvertures doivent être soigneusement rebouchées avec un matériau conforme à la réglementation incendie applicable au bâtiment.

Afin d'assurer un degré coupe-feu maximum, il est nécessaire pour certaines tailles de canalisation, d'installer en usine une barrière coupe-feu interne (voir tableau ci-dessous). Il faut donc indiquer à la commande, quels sont les éléments qui devront traverser des parois ou des planchers coupe-feu.

### Utilisation de barrières coupe-feu interne et externe

Barres aluminium			Barres cuivre		
In (A)	Interne	Externe	In (A)	Interne	Externe
630	•	•	800	•	•
800 - 2000	-	•	1000 - 2500	-	•
2500 - 4000	•	•	3200 - 5000	•	•

Pour faciliter la mise en œuvre des traversées de paroi et les opérations de rebouchage après installation de la canalisation, des dimensions minima sont recommandées pour les perçages (voir tableau ci-dessous)

### Dimensions recommandées pour le perçage des parois (mm)

Barres aluminium			Barres cuivre		
In (A)	Largeur	Hauteur	In (A)	Largeur	Hauteur
630 - 1250	280	270	630 - 1250	280	270
1600	280	310	1600 - 2000	280	310
2000	280	360	2500	280	360
2500	280	520	3200	280	520
3200	280	580	4000	280	580
4000	280	620	5000	280	620

# Précautions et contraintes complémentaires (suite)

## LA CONTINUITÉ ÉLECTRIQUE ET LA MISE À LA TERRE

Les chemins de câbles, les échelles et tous les éléments de supportage de conducteurs de même que les enveloppes des canalisations préfabriquées constituent des masses accessibles très importantes en dimensions. Bien que les câbles et éléments conducteurs qu'elles protègent présentent très souvent une double isolation (câbles U1000 R02 V par exemple), la règle est néanmoins de toujours considérer ces masses comme potentiellement dangereuses et de leur appliquer les règles de protection de la classe I.

Les masses doivent être électriquement reliées entre elles afin qu'aucun potentiel dangereux ne puisse naître entre des masses simultanément accessibles. L'ensemble équipotentiel ainsi constitué doit être relié à un circuit de protection dans le cadre d'un schéma de liaison à la terre (TT, TN, IT).

### 1 LES CHEMINS DE CÂBLES

La continuité des chemins de câbles peut être obtenue par construction ou par l'emploi de conducteurs de liaison équipotentielle.

Dans la pratique, les deux principes sont amenés à cohabiter : les courtes longueurs sont assemblées par des moyens mécaniques permettant d'assurer la continuité des éléments entre eux et le cheminement est régulièrement relié à un conducteur d'accompagnement, sur toute sa longueur, par des dispositifs appropriés.

### 1.1 Continuité électrique par construction

Dans le cadre des exigences réglementaires (voir encadré), les masses des chemins de câbles et gaines préfabriquées peuvent être utilisées à des fins de conducteur de protection lorsqu'on dispose d'une structure conductrice continue et fiable de dimensions suffisantes.

Des dispositifs de connexion ou des moyens de raccordement doivent donc être prévus en conséquence y compris pour les appareils qui pourraient être installés ultérieurement.

Les liaisons entre les différents éléments doivent être protégées des détériorations mécaniques, chimiques et électrodynamiques. Le risque de démontage d'un élément qui entraînerait l'interruption du circuit de protection doit être empêché.



**L'attention reste attirée sur le fait que la pratique qui consiste à utiliser les masses des chemins de câbles comme conducteur de protection pose de nombreuses difficultés dues aux incertitudes de dimensionnement (sections réelles des chemins de câbles, courants d'emploi...) et de mise en œuvre (modes de pose, assemblages, pérennité...).**



Les normes IEC 61537 (systèmes de chemins de câbles et d'échelles) et EN 50085 (conduits profilés et de goulottes) prévoient de classer et déclarer les produits selon leurs caractéristiques de continuité électrique. La nature métallique d'un produit n'implique pas qu'il assure une continuité électrique correcte. Il faut des dispositions et des essais propres à le démontrer (section de métal, valeurs de contact...). Selon les habitudes et les pays et sous réserve de précautions constructives,

la masse métallique des chemins de câbles, échelles ou profilés peut être utilisée pour constituer un conducteur continu équipotentiel ou un conducteur de protection. Cette pratique n'est pas admise en France (NF C 15-100 chapitre 543.2.3) et un conducteur supplémentaire dit "d'accompagnement" est requis pour garantir la sécurité et la pérennité de la liaison des différents éléments des cheminements de câbles ; le risque d'interruption ou de démontage d'un élément ne pouvant pas être totalement écarté.

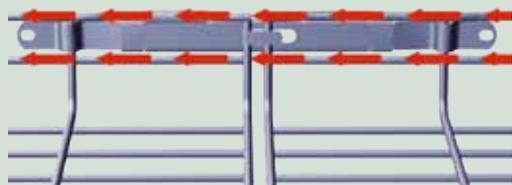
Les éléments conducteurs ainsi constitués doivent présenter une conductance suffisante et équivalente à celle qui résulterait de l'emploi de conducteurs. Cette caractéristique doit être vérifiée par des essais de continuité et de tenue aux courts-circuits.

### > Continuité électrique

La norme IEC 61537 prescrit un essai de continuité sous 25 A avec une mesure de résistance qui ne doit pas excéder 5 mΩ par mètre et 50 mΩ par jonction. Dans la pratique, ces essais vérifient un niveau minimal de continuité mais ne sont pas suffisamment exigeants pour garantir la circulation de courants de défaut importants (courts-circuits phases/terre). Ils ne constituent pas non plus des exigences suffisantes en termes d'impédance haute fréquence (HF) vis-à-vis de la compatibilité électromagnétique (voir page 59).



**Les systèmes d'éclisses Cablofil assurent l'assemblage mécanique et la continuité électrique en garantissant une résistance inférieure à 1 mΩ, très largement meilleure que les 50 mΩ exigés par la norme.**



### > Tenue aux courants de court-circuit

#### Vérification par calcul

La section réelle  $S$  du chemin de câbles doit permettre de conduire un éventuel courant de court-circuit calculé sur la base du courant maximal limité par le dispositif protégeant le circuit d'intensité maximale et du temps de coupure de ce dispositif.

$S$  est calculée par la formule :  $S = \sqrt{I^2 t / K}$

$S$  : section du chemin de câbles en  $\text{mm}^2$

$I$  : valeur efficace du courant de défaut en A

$t$  : temps de fonctionnement du dispositif de coupure en s

$K$  : coefficient dépendant des températures admises, du métal constituant et de l'isolation.

Pour une température maximale du cheminement de câbles de 200 °C en fin de court-circuit, prendre  $K = 58$  pour l'acier,  $K = 105$  pour l'aluminium.

Réduire respectivement ces valeurs à 50 et 90 en cas de risque d'incendie (température maxi 150 °C).

#### Vérification par analogie

En l'absence de la connaissance de la boucle éventuelle de défaut, voire du dispositif de protection, on vérifiera que la section conductrice du matériau constitutif du chemin de câbles est au moins égale à celle du conducteur de protection cuivre qui serait requis pour la puissance installée.

À titre d'approche pratique, on pourra vérifier la section équivalente au cuivre du matériau employé par la formule :  $S_{\text{matériau}} = n S_{\text{cuivre}}$  (uniquement valable pour des conditions de températures et d'installation similaires).

Avec  $n = 1,5$  pour l'aluminium,  $n = 2,8$  pour le fer,  $n = 5,4$  pour le plomb,  $n = 2$  pour le laiton (Cu Zn 36/40).

# Précautions et contraintes complémentaires (suite)

## 1.2 Continuité électrique par conducteur de liaison équipotentielle

L'installation d'un conducteur d'accompagnement du chemin de câbles permet de garantir l'interconnexion des éléments et la continuité électrique du système. Ce conducteur doit être raccordé à la liaison équipotentielle générale (origine de l'installation) ou à une borne collectrice des conducteurs de protection (tableau principal de distribution) ou à tout autre emplacement permettant de respecter les conditions de protection (voir Livre 3 : structure des systèmes de protection).

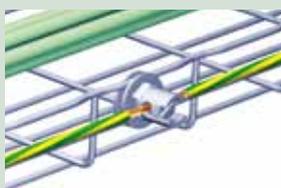
### + Accessoires de raccordement pour conducteurs de liaison équipotentielle



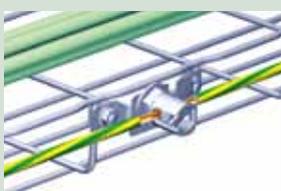
**Grifequip** : connecteur en aluminium permettant une mise à la terre simple et économique pour un conducteur de protection de section 6 à 35 mm<sup>2</sup>.



**Grifequip 2** : facile à installer et muni d'une double sécurité pour des conducteurs de protection de section 6 à 35 mm<sup>2</sup>.



**Borne bi-métal** : connecteur bimétallique pour une mise à la terre sûre et durable pour des conducteurs de protection de section 16, 35 et 50 mm<sup>2</sup>.



**Support de borne + borne bi-métal** : pour une mise à la terre suivant les cahier des charges les plus exigeants.

Attention, l'installation d'un conducteur d'accompagnement n'a pas pour but de constituer un conducteur de protection associé aux circuits de conducteurs dans le cheminement de câbles mais à permettre, outre l'équipotentialité entre les différents éléments, l'écoulement d'un courant de défaut qui résulterait du détachement accidentel ou de la blessure de l'isolement d'un conducteur. Bien qu'une telle probabilité soit faible, elle doit néanmoins être considérée pour les équipements alimentés par un réseau de distribution en schéma TN ou IT sans protection différentielle complémentaire. Cette situation peut entraîner en cas de défaut entre phase(s) et partie métallique reliée au conducteur de protection la circulation d'un courant de court-circuit uniquement limité par les dispositifs de protection contre les surintensités. En régime IT, ce risque ne survient qu'au 2<sup>e</sup> défaut sur une autre phase et le courant de court-circuit reste plus faible qu'en régime TN.

On doit dans ces conditions vérifier que les masses concernées, les liaisons équipotentielles, et leur raccordement au circuit de protection sont capable d'écouler le courant de court-circuit limité par l'appareil de protection pour une valeur égale à 60 % de l' $I_{cc}$  triphasé présumé ( $I_{k3}$ ).

Il est nécessaire de vérifier l'adéquation entre la contrainte thermique limitée  $I^2t$  par l'appareil de protection et celle admissible par le conducteur de liaison équipotentielle.



**Les liaisons équipotentielles réalisées par des conducteurs sont généralement indépendantes des fonctions mécaniques. Pour limiter le risque qu'elles soient interrompues après une intervention de maintenance, les connexions seront si possible situées près des fixations et elles devront être repérées sans équivoque : conducteurs nu ou ayant la double coloration vert/jaune ou repérés à chacune de leurs extrémités par ces couleurs et marquage à proximité des connexions.**

**Sections indicatives des conducteurs de liaison équipotentielle en fonction de l'intensité nominale la plus élevée dans le cheminement, de l'appareil de protection correspondant et de la valeur de court-circuit présumée**

Type d'appareil de protection	Intensité nominale maxi (A)	Courant de court-circuit présumé Ik3 (kA)	Section mini du conducteur de liaison équipotentielle (mm <sup>2</sup> )	
			Cuivre isolé PVC	Cuivre nu
Disjoncteur modulaire DX <sup>3</sup>	63	3	4	2,5
	125	6	6	4
Disjoncteur boîtier moulé DPX <sup>3</sup> ou DPX	400	15	10	6
	1600	20	16	16
		35	25	25
Disjoncteur non limiteur DMX <sup>3</sup>	≤ 6300	≤ 10	50	35
		> 10		50

## 2 LES CANALISATIONS ÉLECTRIQUES PRÉFABRIQUÉES



La continuité des masses des canalisations électriques préfabriquées et leur raccordement au circuit de protection sont assurés par construction et assemblage des différents éléments en respectant les prescriptions de montage. Sauf sur demande, il n'y a pas de barre spécifique constituant le conducteur PE. C'est l'enveloppe métallique de la canalisation qui constitue ce conducteur.

Les canalisations électriques préfabriquées sont conçues pour une intensité donnée et les conducteurs sont dimensionnés en conséquence. Les masses conductrices utilisées comme conducteur de protection répondent à cette même logique et les tableaux des caractéristiques (voir pages 78 à 103) peuvent ainsi donner avec précision les valeurs de résistance du conducteur de protection, sa réactance, de même que les valeurs des boucles de défaut entre phase(s) et conducteur de protection.

# Précautions et contraintes complémentaires (suite)

## LE COURANT D'EMPLOI ET LES CHUTES DE TENSION

### 1 LES CANALISATIONS ÉLECTRIQUES PRÉFABRIQUÉES

Pour calculer le courant réel qui permettra de choisir la canalisation électrique, un certain nombre de données doivent être connues :

- le type d'alimentation : triphasé ou monophasé
- la configuration de l'alimentation de la canalisation : par une seule extrémité, par les deux extrémités, par le milieu, etc.
- la tension nominale d'alimentation
- le nombre, la puissance et le  $\cos \varphi$  des charges qui doivent être alimentées par la canalisation
- le facteur de simultanéité des charges
- le facteur d'utilisation des charges
- le courant de court-circuit présumé au point d'alimentation
- la température ambiante
- la disposition des barres dans la canalisation (à chant, à plat, verticale).

Dans le cas d'une alimentation triphasée, le courant d'emploi réel est déterminé par la formule :

$$I_B = \frac{P_{TOT} \cdot Kc \cdot Ku \cdot d}{\sqrt{3} \cdot Ue \cdot \cos \varphi_{moy}}$$

avec :

$I_B$  = courant d'emploi (en A)

$P_{TOT}$  = puissance active totale installée (en W)

$Kc$  = facteur de simultanéité

$Ku$  = facteur d'utilisation

$d$  = facteur d'alimentation, déterminé comme suit :

- 1 lorsque la canalisation est alimentée par une seule extrémité ;
- 0,5 si elle est alimentée à partir du milieu ou des deux extrémités

$Ue$  = tension de fonctionnement (en V)

$\cos \varphi_{moy}$  : facteur de puissance moyen.

La canalisation sera choisie avec un courant assigné immédiatement supérieur au courant calculé.

Le courant assigné s'applique pour une orientation spécifique de la canalisation. Cependant l'influence de l'orientation peut être négligée pour de courtes sections verticales d'une canalisation horizontale (moins de 3 m de long, par exemple).

Le courant assigné des canalisations Legrand est donné pour une température ambiante de 40 °C. Pour une utilisation à des températures différentes, un coefficient  $K_1$  devra être appliqué au courant assigné.

Coefficient de correction  $K_1$  en fonction de la température ambiante

Température (°C)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Coefficient $K_1$	1,15	1,12	1,08	1,05	1,025	1	0,975	0,95	0,93	0,89

### > Pertes par effet Joule

Les pertes par effet Joule sont essentiellement dues à la résistance électrique des barres. L'énergie perdue est transformée en chaleur et contribue à l'échauffement de la canalisation.

En triphasé :  $P = 3 \cdot R_t \cdot I_B^2 \cdot 10^{-3}$

En monophasé :  $P = 2 \cdot R_t \cdot I_B^2 \cdot 10^{-3}$

avec :

$P$  = puissance dissipée par unité de longueur (en W/m)

$R_t$  = Résistance linéique des barres de phase mesurée à l'équilibre thermique (en mΩ/m)

$I_B$  = courant d'emploi (en A)

Pour un calcul précis, les pertes par effet Joule doivent être calculées pour chaque tronçon entre les dérives en prenant en compte le courant réel qui y circule.



### Norme IEC 61439-6

La norme IEC 61439-6 s'applique aux systèmes de canalisations préfabriquées dont la tension ne dépasse pas 1 000 V AC ou 1 500 V DC.

Elle concerne toutes les canalisations pouvant servir à des fins de production, de transport, de distribution ou de conversion d'énergie électrique.

Cette norme décrit uniquement les essais relatifs aux canalisations et doit être lue conjointement avec la norme IEC 61439-1. Tout comme cette dernière, elle reconnaît aussi l'assembleur ou le fabricant qui peut être différent du constructeur d'origine (voir art. 3.10.1 et 3.10.2 de la partie 1).

## > Chute de tension

Si la canalisation est particulièrement longue ( $\geq 100$  m) il est nécessaire de vérifier la chute de tension.

Selon la norme IEC 61439-6, la chute de tension dans une canalisation triphasée peut être calculée par la formule suivante :

$$u = k \cdot \sqrt{3} \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) \cdot I_B \cdot L$$

avec :

$u$  = chute de tension composée du système (en V)

$R$  et  $X$  = moyennes de la résistance et de la réactance, (en  $\Omega/m$ )

$I_B$  = courant du circuit considéré (en A)

$L$  = longueur du circuit considéré (en m)

$\cos \varphi$  = facteur de puissance du circuit considéré

$k$  = facteur de répartition des charges, calculé comme suit :

- pour calculer la chute de tension à l'extrémité de la canalisation :

$k = 1$  si la charge est concentrée à l'extrémité

$k = \frac{n+1}{2n}$  si la charge est uniformément répartie entre  $n$  dérivation

- pour calculer la chute de tension au droit d'une dérivation située à une distance  $d$  de l'origine de la canalisation :

$k = \frac{(2n+1) - \frac{n \cdot d}{L}}{2n}$  si la charge est uniformément répartie entre  $n$  dérivation.

Pour simplifier les calculs, Legrand indique dans les tableaux de caractéristiques, la chute tension unitaire  $K$ , en fonction des valeurs de  $\cos \varphi$ .

La chute de tension en bout de canalisation peut alors être calculée par la formule suivante :

$$u = b \cdot K \cdot L \cdot I_B \cdot 10^{-6}$$

avec :

$u$  = chute de tension (en V)

$b$  = facteur de répartition du courant dépendant de la façon dont le circuit est alimenté et de la distribution des charges électriques le long de la canalisation (voir tableau ci-dessous)

$K$  = chute de tension unitaire (en  $\mu V/m/A$ ) pour un  $\cos \varphi$  donné (voir tableau des données techniques)

$I_B$  = courant d'emploi de la canalisation (en A)

$L$  = longueur de la canalisation (en m)

### Facteur de répartition du courant "b"

Alimentation par une seule extrémité et charge en bout de canalisation	$b = 2$
Alimentation par une seule extrémité et charges uniformément réparties	$b = 1$
Alimentation par les deux extrémités et charges uniformément réparties	$b = 0,5$
Alimentation par le milieu de la canalisation et charges en bout de canalisation	$b = 0,5$
Alimentation par le milieu de la canalisation et charges uniformément réparties	$b = 0,25$

### Exemple :

- Canalisation Legrand SCP aluminium 3P+N

- Courant assigné  $I_n = 2000$  A

- Alimentation par une seule extrémité

- Charges uniformément réparties

- Longueur  $L = 100$  m

- Courant d'emploi  $I_B = 1600$  A

-  $\cos \varphi = 0,85$

D'après le tableau ci-dessus, le facteur de répartition du courant "b" est égal à 1

Le tableau des caractéristiques page 84 donne une valeur de chute de tension unitaire  $K = 28,7$  (V/m/A)  $10^{-6}$

La chute de tension à l'extrémité de la canalisation sera donc :

$$u = 1 \times 28,7 \times 100 \times 1600 \times 10^{-6} \approx 4,6 \text{ V}$$

Soit une chute de tension relative sous 400 V :

$$\Delta u = 100 \times \frac{4,6}{400} = 1,15 \%$$



# Précautions et contraintes complémentaires (suite)

## 2 LES CÂBLES POSÉS EN CHEMINS DE CÂBLES OU GOULOTTES

L'utilisation des systèmes de chemins de câbles pour distribution de puissance nécessite de connaître en détail les caractéristiques de l'installation électrique. Le Livre 4 donne toutes les informations techniques pour déterminer le courant admissible des câbles en fonction des conditions de pose selon la norme IEC 60364-5-52.

Pour les installations de grande longueur, il est particulièrement important de vérifier les chutes de tension.

Si la chute de tension est supérieure à la valeur limite admise, il y a lieu d'augmenter la section des conducteurs jusqu'à ce que la chute de tension soit inférieure à la valeur prescrite. Lorsque les câbles principaux de l'installation ont une longueur supérieure à 100 m, les valeurs limites admises peuvent être augmentées de 0,005 % par mètre au-dessus de 100 m, sans que ce supplément ne dépasse lui-même 0,5 %. La valeur de la chute de tension unitaire  $v$  (en volts par ampère et pour 100 m), peut être lue directement dans les tableaux (voir Livre 4).



### Alimentation des moteurs

Dans le cas où l'installation alimente des moteurs, il est recommandé de vérifier la chute de tension dans les conditions de démarrage. Pour cela, il suffit de remplacer, dans la formule ci-contre, le courant  $I_B$  par le courant de démarrage du moteur et d'utiliser le facteur de puissance au démarrage. En l'absence de données plus précises, le courant de démarrage peut être pris égal à  $6 \cdot I_n$ . La chute de tension, en tenant compte de tous les moteurs pouvant démarrer en même temps, ne doit pas dépasser 15 %. Outre le fait qu'une chute de tension trop élevée peut gêner les autres utilisateurs de l'installation, elle risque aussi d'empêcher le démarrage du moteur.



### Valeurs limites admises de chutes de tension dans les câbles et les canalisations

La norme IEC 60364-5-52 recommande une valeur standard maximale de 4 %.

Cette valeur s'applique en fonctionnement normal et ne prend pas en compte les appareils pouvant générer des courants d'appel importants et des chutes de tension au démarrage comme les moteurs. Des valeurs plus ou moins restrictives peuvent être exigées (circuits d'éclairage, liaison entre le transformateur et l'appareil général de coupure et de protection).



### Calcul des chutes de tension

La chute de tension  $u$  (en V) dans les câbles se calcule par la formule suivante :

$$u = b \cdot \left( \rho_1 \frac{L}{S} \cos \varphi + \lambda \cdot L \cdot \sin \varphi \right) \cdot I_B$$

avec :

$b$  : coefficient de valeur 1 pour les circuits triphasés et 2 pour les circuits monophasés

$\rho_1$  : résistivité des conducteurs (en  $\Omega \text{mm}^2/\text{m}$ )  
0,023 pour le cuivre et 0,037 pour l'aluminium

$L$  : longueur de la canalisation (en m)

$S$  : section de la canalisation (en  $\text{mm}^2$ )

$\lambda$  : réactance linéique des conducteurs (en  $\text{m}\Omega/\text{m}$ )  
0,08 pour les câbles multi ou monoconducteurs en trèfle, 0,09 pour les câbles monoconducteurs jointifs en nappe et 0,13 pour les monoconducteurs séparés

$\cos \varphi$  : facteur de puissance  
0,8 en l'absence d'information

$I_B$  : courant d'emploi de la canalisation (en A)

La chute de tension relative (en %) se calcule de la manière suivante :

$$\Delta u = 100 \frac{u}{U_0}$$

$u$  : chute de tension (en V)

$U_0$  : tension entre phase et neutre (en V)

## LE GROUPEMENT DE CONDUCTEURS EN PARALLÈLE

À partir d'une certaine intensité (quelques centaines d'ampères en général), l'utilisation de plusieurs conducteurs en parallèle permet de limiter leur section et de faciliter ainsi leur manipulation. Cette technique, très souvent utilisée pour les conducteurs situés entre le transformateur et le tableau principal (TGBT), l'est aussi pour des départs de forte puissance. L'utilisation de canalisations électriques préfabriquées est toutefois recommandée. La disposition des conducteurs en triangle (ou en trèfle) permet le meilleur équilibre, mais on la limite généralement à 2 voire 3 conducteurs par phase. Au-delà, la superposition des couches limite le refroidissement et la pose en nappe est préférée.



Canalisations préfabriquées Legrand jusqu'à 5 000 A



Disposition soignée des câbles respectant à la fois les règles de groupement et les précautions vis-à-vis de l'incendie



### Règles de base

Si plusieurs conducteurs sont disposés en parallèle, ils doivent être disposés en autant de groupes qu'il existe de conducteurs en parallèle, chaque groupe comprenant un conducteur de chaque phase. Les groupes de conducteurs devront eux-mêmes être posés à proximité les uns des autres. Cette règle de proximité s'applique également aux monoconducteurs (phases, neutre et conducteur de protection).



La distribution triphasée par des conducteurs en parallèle doit répondre à des règles strictes de disposition géométrique. Cela suppose également que tous les conducteurs soient de même nature, même section, même longueur, qu'ils ne comportent aucune dérivation sur leur parcours et ne puissent être alimentés individuellement. En cas de non-respect de l'une de ces conditions, la protection globale du faisceau de conducteurs en parallèle par un seul appareil ne serait pas possible, un dispositif de protection par conducteur serait alors nécessaire. Il est recommandé de limiter autant que possible le nombre de conducteurs en parallèle. Au-delà de 4 câbles, il est préférable d'utiliser des canalisations préfabriquées assurant une meilleure répartition des courants.

# Précautions et contraintes complémentaires (suite)

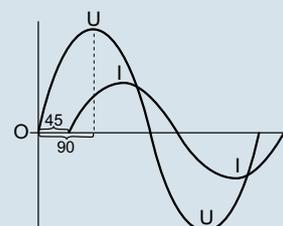
Disposition des conducteurs en parallèle et coefficient de correction suivant IEC 60364					
Type de pose	Nombre de conducteurs par phase	fs(1)	Sans neutre	Nb de conducteurs de neutre	Avec neutre
En trèfle	2	1		1	
				2	
	3	1		2	
				3	
	4	1		2	
				4	
5	1		3		
			5		
6	0,8		3		
			6		
En nappe	2	1		1	
				2	
	3	0,8		2	
				3	
	4	1		2	
				4	
	5	0,8		3	
				5	
	6	0,7		3	
				6	



Les conducteurs électriques présentent en courant alternatif une impédance (exprimée en ohms) qui est la fonction complexe de trois éléments : la résistance  $R$  (dite aussi résistance ohmique), la réactance  $L\omega$  due à la self-induction du conducteur, et la capacité  $\frac{1}{C\omega}$  (ou réactance capacitive) due au cheminement jointif des conducteurs qui crée un condensateur.

On considère qu'au-delà de  $240 \text{ mm}^2$ , la contribution de la réactance  $L\omega$  devient prépondérante dans l'impédance.

Le conducteur se comporte donc comme un récepteur, déphasant courant et tension. L'illustration ci-contre est donnée pour un déphasage de  $45^\circ$  ( $\cos \varphi = 0,5$ ). Résistance et réactance égales. À noter que, pour ces courants, la part de la capacité peut être négligée.



• Coefficient de self-induction ou inductance propre ( $L$ )

Il détermine la force électromotrice "e" qui circule dans un conducteur suite à la variation du flux magnétique ( $\Phi$ ) qui entoure ce conducteur.

L'inductance du conducteur dépend des caractéristiques magnétiques du matériau, du milieu et de sa géométrie (longueur, nombre de spires) :  $e = -L \frac{d\Phi}{dt}$

• Inductance mutuelle

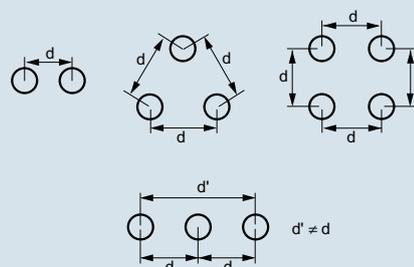
Pour une liaison symétrique le coefficient de self-induction est sensiblement identique pour chaque conducteur, il vaut :

$$L = (0,05 + 0,46 \log \frac{d}{r}) \text{ en mH/km.}$$

$d$  est la distance moyenne de l'axe entre les conducteurs,  $r$  est le rayon de l'âme du conducteur.

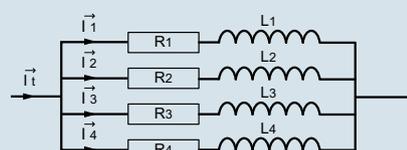
Dans une disposition non symétrique, les distances  $d$  étant différentes, les inductances mutuelles entre conducteurs seront également différentes.

Il s'en suivra une répartition non symétrique du courant.



• Application aux conducteurs en parallèle

L'équirépartition des courants dans plusieurs conducteurs identiques en parallèle est uniquement liée à l'égalité des impédances de chacun des conducteurs. La part de l'inductance devenant prépondérante avec l'accroissement de la section, la disposition géométrique des conducteurs sera prépondérante (valeurs des distances  $d$  identiques entre chacun).



• Disposition en triphasé

Dans un câble ou un faisceau de conducteurs en triphasé (avec ou sans neutre), la somme vectorielle des courants est nulle et l'induction magnétique résultante créée par les conducteurs reste très faible si ceux-ci sont regroupés et régulièrement disposés. Si tel n'est pas le cas, le coefficient de self-induction des conducteurs sera modifié par l'interaction du champ magnétique créé. Les inductances propres et mutuelles et la répartition des courants seront alors déséquilibrées.

# Précautions et contraintes complémentaires (suite)

## LES PRÉCAUTIONS VIS-À-VIS DES COURTS-CIRCUITS

Deux effets destructeurs peuvent affecter les conducteurs en cas de court-circuit :

- la contrainte thermique dont la protection est normalement assurée par le pouvoir de limitation des dispositifs de protection (fusibles, disjoncteurs)
- les contraintes électrodynamiques dont les efforts entre conducteurs peuvent avoir des effets destructeurs.

Les indications données ci-après, destinées à attirer l'attention sur l'importance du maintien des conducteurs, ne peuvent garantir à elles seules la tenue aux conditions de court-circuit que seuls des essais peuvent simuler.

### 1 LES CONDUCTEURS DANS LES CHEMINS DE CÂBLES

Lors d'un court-circuit entre deux conducteurs actifs (le plus vraisemblable), les conducteurs parcourus par le courant intense du court-circuit vont tendre à se repousser avec un effort proportionnel au carré de l'intensité. S'ils sont mal maintenus, ils vont se mettre à battre (comme un fouet) avec le risque de s'arracher de leur connexion et de toucher un autre conducteur ou une masse provoquant un nouveau court-circuit avec un effet d'arc très destructeur.

Les câbles multiconducteurs sont conçus pour résister aux efforts pouvant s'exercer entre conducteurs. C'est l'utilisation de câbles monoconducteurs qui nécessite plus particulièrement des précautions.



Valeur de court-circuit présumé	Précautions de câblage
$I_{cc} \leq 10 \text{ kA}$	Pas de précaution particulière.
$10 \text{ kA} < I_{cc} \leq 25 \text{ kA}$	Les conducteurs doivent être attachés par des colliers. Ils peuvent être regroupés en toron d'un même circuit.
$25 \text{ kA} < I_{cc} \leq 35 \text{ kA}$	Les conducteurs d'un même circuit doivent être maintenus séparés et attachés unitairement. S'ils sont regroupés en toron, le nombre de colliers doit être augmenté (un par longueur de 50 mm).
$35 < I_{cc} \leq 50 \text{ kA}$	Les conducteurs d'un même circuit doivent être attachés unitairement sur un support rigide (traverse, profil) non blessant. Ils sont physiquement séparés. Chaque attache est constituée par deux colliers croisés.
$I_{cc} > 50 \text{ kA}$	À ces valeurs de court-circuit, les efforts deviennent tels que les moyens de maintien doivent spécifiquement être étudiés : traverses usinées et tiges filetées par exemple. Les profilés et brides inox Legrand peuvent être utilisés dans ces cas extrêmes.

## 2 LES CANALISATIONS ÉLECTRIQUES PRÉFABRIQUÉES

Même s'il y a peu de limitation dans l'utilisation des canalisations électriques préfabriquées, il reste important de vérifier que leurs caractéristiques de tenue en court-circuit sont effectivement coordonnées avec les dispositifs protections qui leur sont associés en amont.

Les canalisations doivent être en mesure de supporter la contrainte thermique liée au courant de court-circuit pendant toute la durée du défaut, c'est-à-dire pendant la durée nécessaire au déclenchement du dispositif de protection (disjoncteur).

De la même manière, les efforts électrodynamiques admissibles par les canalisations doivent être compatibles avec le courant de crête limité par la protection en amont. La valeur crête présumée ( $I_{pk}$ ), peut être déterminée par la lecture des courbes de limitation des appareils (voir livre 12) ou en en l'absence de donnée, en appliquant un facteur d'asymétrie  $n$  (voir tableau ci-dessous) à la valeur efficace du courant de court-circuit ( $I_{cc}$ ).

Valeur efficace du courant de court-circuit	$\cos \varphi$	$n = I_{pk}/I$
$I \leq 5 \text{ kA}$	0,7	1,5
$5 \text{ kA} < I \leq 10 \text{ kA}$	0,5	1,7
$10 \text{ kA} < I < 20 \text{ kA}$	0,3	2
$20 \text{ kA} < I \leq 50 \text{ kA}$	0,25	2,1
$I > 50 \text{ kA}$	0,2	2,2

Comme pour les canalisations constituées de conducteurs et câbles, les calculs des courants de court-circuits présumés et la détermination des protections doivent être effectués au préalable de toute installation (voir livre 4).



**Les canalisations préfabriquées sont prévues à la construction pour supporter les contraintes électrodynamiques provoquées par les courts-circuits dans les limites indiquées par le constructeur.**



**Les canalisations préfabriquées Legrand Easybar, LBplus et MS jusqu'à 100 A, sont parfaitement protégées contre les courts-circuits par l'installation d'un disjoncteur de calibre inférieur ou égal au courant assigné de la canalisation. Cette protection est garantie dans les limites du pouvoir de coupure du disjoncteur.**



# Précautions et contraintes complémentaires (suite)

## LES PRÉCAUTIONS VIS-À-VIS DES EFFETS MAGNÉTIQUES

Le passage de courants élevés dans des conducteurs induit dans les masses métalliques environnantes des effets magnétiques qui peuvent se traduire par un échauffement inacceptable des matériaux.

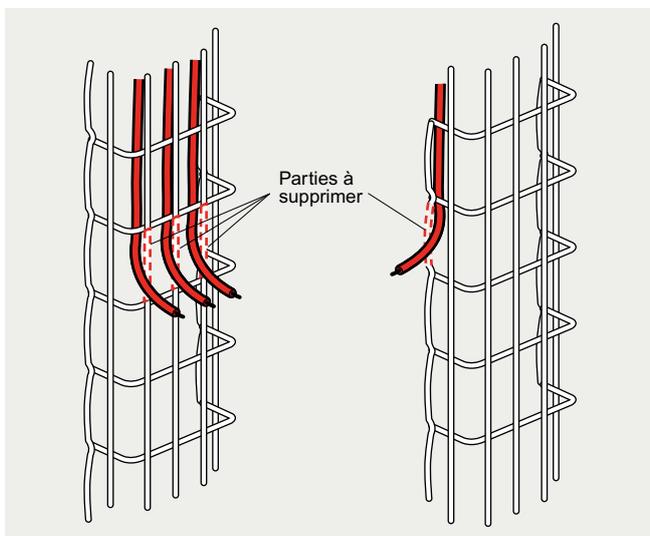
Quelques précautions de câblage sont alors impératives. Pour réduire l'induction créée, il est nécessaire de disposer les conducteurs de manière à ce que le champ soit le plus faible possible.

Dans la mesure du possible, les conducteurs seront disposés en trèfle pour réduire les champs induits (voir schéma de groupements de conducteurs en parallèle page 54).

Pour éviter des échauffements importants des éléments de chemins de câbles, il est conseillé de supprimer les parties qui créent des cadres autour d'un conducteur.

La rupture du cadre magnétique par suppression des éléments est également possible.

Dans tous les cas, vérifier que la tenue mécanique reste acceptable.

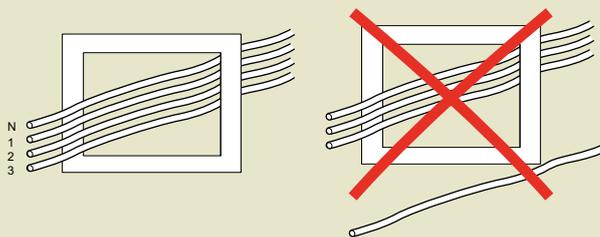


Découpe des chemins de câbles en fil afin d'éviter les cadres magnétiques susceptibles de provoquer des échauffements.

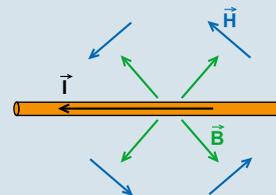


### Cadres magnétiques

Afin de minimiser l'induction créée dans les boucles magnétiques, il est toujours recommandé de disposer tous les conducteurs actifs d'un même circuit (phases et neutre) dans les mêmes cadres métalliques (en acier). La somme vectorielle des courants étant nulle, celle des champs créés l'est aussi.



La circulation d'un courant  $\vec{I}$  dans un conducteur crée un champ proportionnel  $\vec{H}$  dont l'effet est de créer une induction  $\vec{B}$  dans le milieu environnant.



La valeur de  $\vec{B}$  dépend de la valeur du champ (donc de celle du courant) mais aussi des caractéristiques magnétiques du milieu ou du matériau ; c'est la perméabilité magnétique  $\mu$  exprimée en henry par mètre (H/m). Plus la perméabilité du matériau croît, plus les lignes de champ sont concentrées et plus l'induction est élevée.

Au-delà d'une certaine valeur, il y a saturation et échauffement.

Les matériaux ferreux (acier), étant magnétiques par nature, sont particulièrement aptes à conduire les champs mais aussi à saturer si ces champs sont trop élevés.

## LA COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE

La recherche d'une optimisation globale de l'installation vis-à-vis de la compatibilité électromagnétique (CEM), sa capacité à fonctionner sans être perturbée et sans perturber de manière inadmissible, passent par un ensemble de bonnes pratiques, souvent simples et de bon sens. Elles s'appliquent aux conducteurs d'énergie ou à ceux de communication, voire aux deux quand ils doivent cohabiter.

Pour une approche plus complète des phénomènes de CEM, on se reportera utilement au chapitre correspondant du Livre 8.

Composants essentiels de l'installation, les chemins de câbles métalliques et les canalisations préfabriquées participent à la maîtrise de la CEM par plusieurs aspects :

- ils constituent une référence de potentiel commune, continue et répartie en s'intégrant dans le réseau de masse de l'installation,

- ils apportent un effet de réduction des perturbations par la diminution des couplages grâce à la proximité ou à l'interposition d'éléments conducteurs,

- ils permettent de séparer géométriquement les circuits et les fonctions et ainsi de respecter des distances minimales de cohabitation entre courants forts et courants faibles, entre circuits polluants et circuits sensibles. À noter que les goulottes et les cheminements isolants présentent également cet avantage,

- ils peuvent limiter par effet de blindage les rayonnements électromagnétiques reçus par les conducteurs ou rayonnés vers le milieu environnant. Cette caractéristique est largement dépendante du modèle ; les chemins en fil n'ayant pas de performance de blindage intrinsèques alors que les gaines préfabriquées Legrand sont particulièrement efficaces sur ce point.



**Les chemins de câbles, les canalisations et plus généralement les produits destinés au transport et à la distribution de l'énergie et des communications dans les installations sont considérés comme des éléments passifs vis-à-vis de la CEM.**

**C'est sans doute une vision un peu simpliste quand on sait que les conducteurs constituent des antennes qui rayonnent et qui reçoivent et qu'ils sont sujets à de multiples couplages. Mais en même temps, les phénomènes de CEM sont très complexes à analyser dans la globalité de l'installation ; les parcours et l'exposition des conducteurs sont divers et variables.**

**La dernière Directive européenne CEM (2004/108/CE), entrée en vigueur le 20 janvier 2005, a perçu cette réalité en étendant son champ d'application à toute l'installation et non plus seulement aux produits même si les tests de vérification applicables dans ce cadre restent à ce jour très insuffisants. Des outils numériques performants de simulation existent mais ils sont complexes et peu accessibles.**

### 1 LA CONTINUITÉ ÉLECTRIQUE DES CHEMINS DE CÂBLES

Lorsqu'ils sont correctement interconnectés et raccordés à la liaison équipotentielle générale de l'installation, les chemins de câbles métalliques participent à la constitution d'une référence de potentiel commune et répartie, à basse impédance, qui améliore la qualité du réseau de masse général de l'installation.

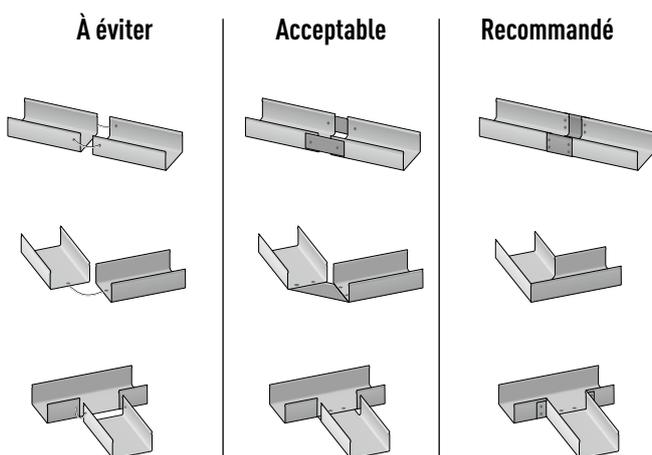
Outre participer à la sécurité (voir page 46), une continuité soignée des cheminements permet de limiter la propagation des perturbations à haute fréquence (HF) dans l'installation ; celles-ci circulant naturellement vers la terre via le chemin de moindre impédance que représentent les masses métalliques et canalisations conductrices.

La norme IEC 61537 impose la continuité électrique des chemins de câbles déclarés conducteurs. Les valeurs de résistance électrique maximales sont 5 mΩ par mètre et de 50 mΩ par contact de jonction. Si la première valeur est compatible avec une conductivité correcte des perturbations HF, la seconde est beaucoup trop élevée ; une valeur objective maximale de 1 mΩ doit être recherchée et une valeur de 5 mΩ ne doit en aucun cas être dépassée.

# Précautions et contraintes complémentaires (suite)

## 1.1 Continuité physique des chemins de câbles

Les jonctions filaires sont à éviter du fait de leur impédance élevée en haute fréquence. Il est recommandé de réaliser la continuité à l'aide d'éléments appropriés qui établissent des contacts larges et plats beaucoup plus efficaces.



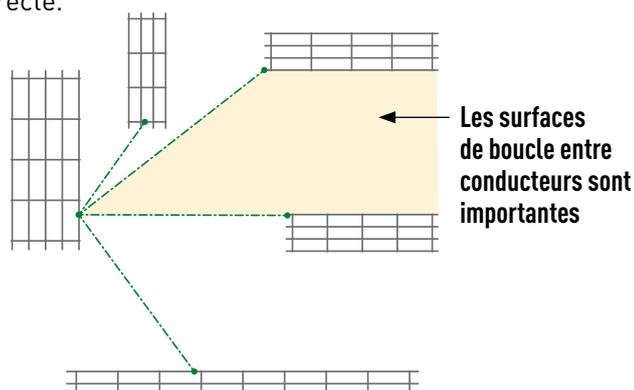
**+** Les coudes, tés et accessoires de jonction ou de changement de plan, de même que les systèmes d'éclisses des goulottes tôle P31 et des chemins de câbles Cablofil sont étudiés pour assurer une continuité équipotentielle optimale qui favorise les performances CEM.

## 1.2 Réseau de masses en étoile et réseau à maillage commun

La norme EN 50174-2 donne quelques indications sur trois niveaux de réalisation des réseaux d'équipotentialité et de mise à la terre dans le cadre des installations de communication. La recherche d'un maillage maximal permet de réduire l'impédance commune des différents circuits et équipements. Le réseau de masse en étoile est généralement appliqué aux petites installations. Il ne concerne que les conducteurs de protection distribués, en étoile, depuis l'origine de l'installation. Les appareils ne communiquent pas entre eux ou, s'ils le font, ce n'est que localement ; on parle alors de réseau à mailles multiples en étoile (voir schéma page suivante). Dans le réseau à maillage commun, c'est toute l'installation qui fait l'objet d'un maillage des éléments conducteurs, masses et conducteurs de protection. Les détails pratiques de réalisation des réseaux d'équipotentialité sont décrits au chapitre CEM du Livre 8.

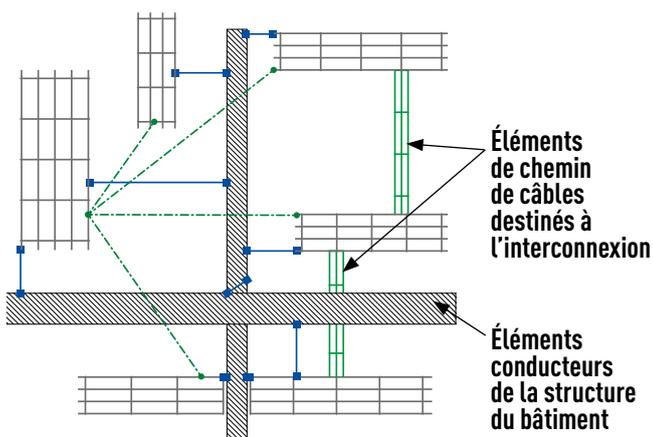
### > Structure de réseau de masse en étoile

En règle générale, lorsque les équipements, mais cela est vrai aussi pour les chemins de câbles, sont éloignés les uns des autres et interconnectés par des conducteurs de protection, le réseau de masse créé présente une équipotentialité médiocre associée à une impédance commune élevée entre les différents éléments. La nature même des conducteurs de protection et leur section n'a que peu d'influence. De par la structure en étoile de l'installation, leur longueur est trop importante et entraîne une impédance en haute fréquence trop élevée pour une équipotentialité correcte.



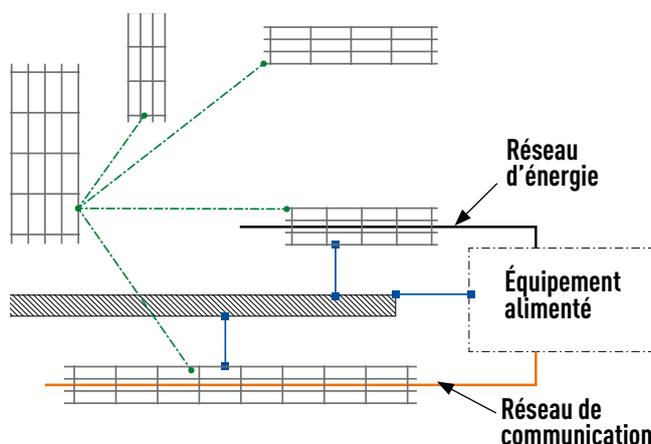
### > Structure de réseau de masse à maillage commun

Dans la structure de réseau de masse à maillage commun, les chemins de câbles métalliques sont interconnectés à tous les éléments disponibles de la structure du bâtiment (charpentes, suspentes...). Une recherche de la continuité électrique des cheminements doit également être réalisée en ajoutant, si nécessaire, quelques éléments de liaison (suspentes, traverses, éléments de chemin de câbles...) permettant une meilleure interconnexion.



### > Structure de réseau de masse en étoile à mailles multiples (variante du réseau en étoile)

La réalisation d'un maillage commun complet peut être difficile (étendue ou complexité du site, absence d'éléments conducteurs) et il est parfois préférable de traiter l'équipotentialité localement (maille unitaire) par rapport aux réseaux alimentant certains équipements. Dans l'exemple du schéma ci-dessous, les deux cheminements distincts de réseaux d'énergie et de communication alimentant un même équipement sont rendus équipotentiels par un raccordement aux masses locales accessibles et à l'équipement lui-même.



Les éléments de connexion entre masses sont préférentiellement constitués par un boulonnage direct (peinture ôtée, contact métal/métal et restitution de la protection) ou par des systèmes de connexion homologués par les fabricants (éléments de jonction, éclisses, dispositifs perforants...). Des conducteurs larges et courts (tresses, feuillards) peuvent être utilisés pour des longueurs réduites (typiquement 0,5 à 1 mètre) ou pour les dispositions géométriques complexes. Les conducteurs filaires ronds sont à proscrire au-delà de quelques dizaines de centimètres. En pratique, tout élément conducteur peut contribuer à l'équipotentialité du réseau de masse : conducteurs de protection avec leurs limites (impédance HF élevée), conduites métalliques, poutres, charpentes, structures et huisseries métalliques, ferrallages, caillebotis, planchers conducteurs et bien sûr cheminements de câbles, goulottes et gaines préfabriquées. L'attention est néanmoins attirée sur la nécessaire pérennité de ces éléments, sur leur rôle réel et leur incompatibilité éventuelle à les intégrer dans un réseau de masse global. Certaines situations requièrent une analyse particulière : présence de courants vagabonds, courant retour d'alimentation, présence de courants de foudre ou de perturbations particulières, haute immunité pour appareillage hospitalier... Une expertise préalable est alors nécessaire pour évaluer l'impact des dispositions prises.



# Précautions et contraintes complémentaires (suite)

## 2 LES EFFETS RÉDUCTEURS

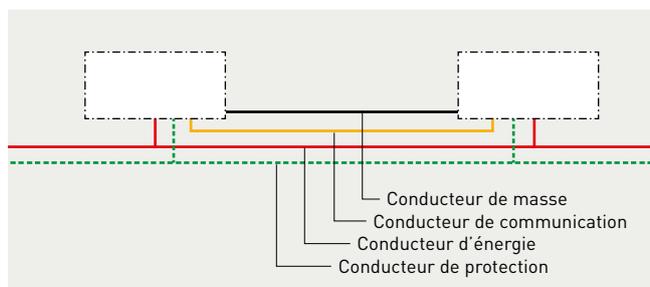
Les règles de bonne pratique de la CEM recommandent très souvent de disposer les conducteurs au plus près des masses ou même de les plaquer sur celles-ci sans toutefois préciser les mécanismes électromagnétiques mis en jeu ; on parle d'effet réducteur ou de diminution des couplages. Dans la pratique, ce sont surtout les conducteurs de communication qui peuvent bénéficier de cet effet.

Cet effet réducteur a deux aspects :

- un aspect inductif en modifiant l'impédance propre des conducteurs par réduction de la composante d'autoinduction qui augmente avec la fréquence (voir page suivante),
- un aspect capacitif en réduisant la diaphonie avec les autres conducteurs par modification du couplage capacitif ; l'élément métallique introduit une troisième armature dans les condensateurs que constituent les conducteurs entre eux.

Encore plus que pour le modèle inductif, il est très difficile de quantifier la valeur de la capacité que représentent ces éléments conducteurs qui sont des impédances complexes (à la fois armatures de condensateurs et inductances).

### 2.1 Règle de groupement des conducteurs



La cohabitation trop proche des conducteurs conduit à des couplages et à la transmission des perturbations. Inversement, leur éloignement trop important conduit à une mauvaise équipotentialité et à la création de boucles de surface élevée.

Dans un souci de compromis, il est toutefois préférable de faire cheminer dans une certaine proximité tous les conducteurs alimentant un même système ou des appareils communicants entre eux. C'est notamment très important pour le conducteur de protection qui participe à l'effet réducteur de couplage capacitif. Il ne doit notamment pas être séparé des conducteurs actifs par des éléments ferromagnétiques.

Les conducteurs actifs unitaires doivent être disposés de manière à réduire leur rayonnement et leur influence mutuelle avec les autres conducteurs. Ils sont également eux-mêmes moins sensibles aux perturbations extérieures puisque celles-ci se couplent alors en mode commun plutôt qu'en mode différentiel. Pour ce faire, les dispositions juxtaposées (circuits monophasés) ou en trèfle (circuits triphasés) sont recommandées ; celles en nappe pour les conducteurs en parallèle doivent respecter des règles strictes (voir pages 53-54).

Il est recommandé de faire cheminer les conducteurs de toutes natures (signaux, commandes, puissance, mais aussi liaisons équipotentielle et conducteurs de protection) au plus près des structures, des charpentes, des conduits, des poteaux, et autres plans de masse pour bénéficier d'un effet réducteur d'autant plus efficace que ces éléments de masse seront reliés au réseau équipotentiel.

Si des câbles multiconducteurs sont utilisés, les conducteurs non raccordés pourront être reliés ensemble et connectés au circuit équipotentiel. Ils constitueront un plan de masse qui réduira les couplages capacitifs.

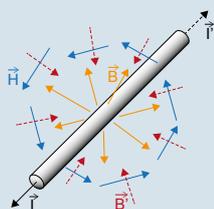


## L'impédance réelle HF d'un conducteur

Ce terme comprend en fait deux aspects : l'impédance apparente du conducteur et l'impédance du champ dans lequel il se trouve (qu'il ait d'ailleurs été généré ou pas par ce conducteur).

- La première notion est uniquement liée aux caractéristiques du conducteur : sa géométrie (effet de peau), le matériau conducteur constituant (conductivité et perméabilité magnétique) mais aussi le milieu environnant (permittivité de l'air) qui vont déterminer son impédance caractéristique qui est une fonction complexe de ces éléments mais qu'on peut simplifier à :  $Z = L / C$  en HF.

Pour un conducteur filaire unitaire l'impédance se réduit à son inductance linéique et dans l'air, celle-ci vaut sensiblement  $1 \mu\text{H/m}$  (1 microHenry par mètre) mais il ne faut pas oublier qu'en fait cette valeur est liée à une notion de self induction du conducteur et qu'elle n'existe que parce que le conducteur est parcouru par un courant. Contrairement au champ électrique, le magnétisme n'existe que s'il y a déplacement de charges (équations de Maxwell).



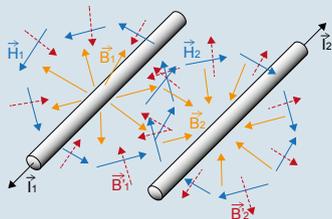
Dans le schéma ci-contre, l'induction  $\vec{B}$  générée par le champ  $\vec{H}$  induit un courant  $I'$  d'auto-induction qui s'oppose au courant  $I$  qui lui a donné naissance. Rien ne s'oppose à l'effet de self induction (ou d'induction mutuelle propre).  $L$  vaut environ  $1 \mu\text{H/m}$ .

NB :  $\vec{I}'$  représente l'extracourant de rupture qui rend difficile la coupure des circuits inductifs.

Le phénomène d'inductance est comme un frein. Le champ créé par le conducteur génère une induction sur ce même conducteur qui va s'opposer au courant qui l'a créé (loi de Lenz), ce qui explique bien pourquoi une inductance retarde le courant ( $\varphi < 0$ ).

- La seconde notion est liée la propagation des ondes électromagnétiques dans le milieu environnant qui va directement influencer sur la self induction du conducteur et donc sur son inductance. Si le champ est modifié par le milieu de propagation (écran magnétique, autre conducteur, autre champ,...), la valeur de self-induction sera différente et la valeur d'inductance réelle également. C'est ce qui se passe lorsque le conducteur retour jouxte le conducteur aller mais aussi et plus globalement dans toute proximité d'autres éléments conducteurs, fils ou éléments de masse.

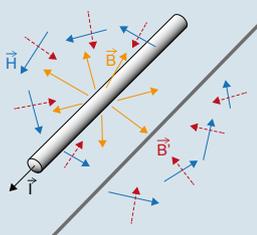
L'inductance d'un conducteur n'est donc pas une valeur absolue mais c'est toujours une valeur positive ; elle dépend pour large partie des influences réciproques que ce conducteur subit.



Dans le schéma ci-contre est illustrée l'influence mutuelle de deux conducteurs parcourus par le même courant mais de sens inverse. Dans une portion d'espace d'influence mutuelle, les champs générés se contrarient, les inductions  $\vec{B}$  et  $\vec{B}'$  s'opposent voire s'annulent, la self induction du conducteur est réduite.

A la vue de ce schéma, on comprend aussi très bien que les effets mutuels d'induction, propres ou réciproques sont liés à la forme des conducteurs notamment à leur 'surface en regard' dans le cas de conducteurs aller/retour.

Dans les circuits monophasés (deux conducteurs), il est relativement facile de maintenir cette disposition favorable, soit par l'utilisation de câbles, soit par leur positionnement cote à cote. Dans les circuits polyphasés, qui plus est avec plusieurs conducteurs en parallèle, il est difficile de maîtriser l'ensemble des effets mutuels ; c'est pourquoi, il est nécessaire de respecter des règles de pose précises (voir pages 53-54).



### Effet réducteur par proximité d'une masse métallique

Dans le schéma ci-contre, le champ  $\vec{H}$  doit contourner l'obstacle métallique (en HF, le fer sature très rapidement et seule la peau permet réellement la passage d'un champ). Le circuit magnétique (un volume d'air en l'occurrence) est allongé, sa résistance magnétique est augmentée d'autant. La valeur de l'induction  $\vec{B}$  qui se couplera sur le conducteur sera diminuée. Attention, cela qui ne signifie pas que la valeur du champ généré  $\vec{H}$  est modifiée, c'est simplement l'effet d'auto-induction  $\vec{B}$  qui est contrarié.

# Précautions et contraintes complémentaires (suite)

## 3 LA SÉPARATION GÉOMÉTRIQUE DES CONDUCTEURS ET DES CIRCUITS

En termes de compatibilité électromagnétique, le chemins de câbles peut être comparé au routage des pistes conductrices d'un circuit imprimé ; un parallèle qui permet de comprendre qu'il n'y a pas de règles constantes et universelles et que le plus souvent, il est nécessaire de considérer un ensemble de contraintes, parfois contradictoires, pour déterminer le meilleur compromis.

De même que la séparation électrique des alimentations serait un moyen de limiter les couplages galvaniques entre circuits destinés à des usages différents, une séparation géométrique large serait idéalement le moyen d'éviter les couplages capacitifs et inductifs entre les conducteurs. Mais dans la pratique, ni l'une ni l'autre ne sont réellement applicables et dans toutes les installations, il existe de nombreux couplages ou "points communs électromagnétiques".

### 3.1 La séparation géométrique des circuits : entre théorie et bon sens

Dans la mesure où il n'est pas possible d'isoler galvaniquement les circuits au niveau de leur source (l'arrivée en énergie est généralement commune) ou au niveau de leur utilisation (à l'exemple des appareils communicants), la séparation trop systématique des conducteurs peut conduire à la création de boucles de surface importante ; le remède peut alors être pire que le mal. Il convient donc de maintenir des distances suffisantes entre certains circuits tout en respectant les règles de

regroupement des conducteurs constituant ces circuits (voir page 62)

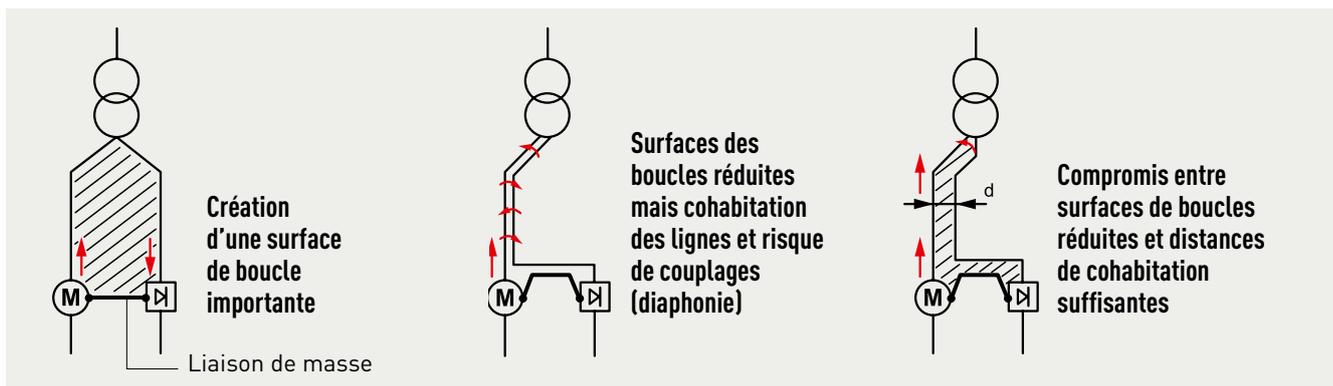
Les conducteurs dans les chemins de câbles sont soumis à un ensemble de perturbations ou sont eux-mêmes la source de perturbations qui dépendent de la fréquence du signal perturbateur, de la longueur de cheminement commun, de la distance entre les conducteurs.

Le couplage entre conducteurs, nommé de manière générique diaphonie, est la résultante de plusieurs phénomènes de CEM associés (voir Livre 8). S'y ajoutent des phénomènes extérieurs dus aux rayonnements magnétiques (champ à boucle), électriques (champ à fil) et mutuels.

Par ailleurs, la nature des conducteurs influence directement le couplage :

- paire torsadée (type UTP) pour limiter la composante inductive de couplage,
- écran (type FTP) pour limiter en la composante capacitive,
- blindage et écran (type SFTP) pour protéger des rayonnements électromagnétiques extérieurs.

Les normes EN 50174-2 préconisent des distances de séparation physique relative à la cohabitation des réseaux de puissance et des réseaux de communication. On peut leur reprocher de ne pas tenir compte de la nature du support chemin de câbles, métallique ou isolant, ni du niveau de pollution du circuit électrique. Le tableau ci-après, basé sur l'expérience, donne des valeurs guides pour les principaux cas d'installation et de pollution électromagnétique.



### Distances minimales conseillées de cohabitation d (en mm)

Conducteurs d'énergie		Conducteurs de communication			
		Sans écran		Avec écran	
Peu polluant	Sans écran	<b>100</b>	50	0	0
	Avec écran	50	0	0	0
Polluant	Sans écran	<b>300</b>	200	100	50
	Avec écran	150	100	50	0
Très polluant	Sans écran	<b>500</b>	300	150	100
	Avec écran	200	150	100	50
Nature du support de cheminement		Non métallique	Métallique	Non métallique	Métallique

### 3.2 Longueurs de cohabitation

Dans la pratique, la distance minimale de cohabitation dépend de la longueur de cheminement commun. Plus les circuits cohabitent sur une grande longueur (plusieurs dizaines de mètres), plus le respect de cette distance est important. En effet, la bande passante en fréquences qui va caractériser le couplage entre conducteurs est directement proportionnelle à la longueur d'onde des fréquences considérées et donc à la longueur de cohabitation.

Pour des perturbations à fréquence moyenne (typiquement < 100 MHz), la longueur critique de cohabitation sera de l'ordre d'une dizaine de mètres ; elle tombera à un mètre pour des perturbations à un gigahertz. De plus les perturbations à fréquence élevée sont à prédominance électrique et s'atténuent beaucoup moins vite (en  $1/d^2$ ) que les perturbations à fréquence basse à prédominance magnétique (en  $1/d^3$ ).

### 3.3 Éloignement de certains appareils

Certains appareils (éclairage à fluorescence, moteurs, postes à souder, fours à arc, à induction...) constituent des sources ponctuelles de pollution dont il est préférable d'éloigner les chemins de câbles et les canalisations et réciproquement. Contrairement à l'affirmation de certaines publications, il n'y a pas de distance idéale d'éloignement ; tout dépend du niveau de pollution, de la sensibilité des circuits et des fréquences mises en jeu.

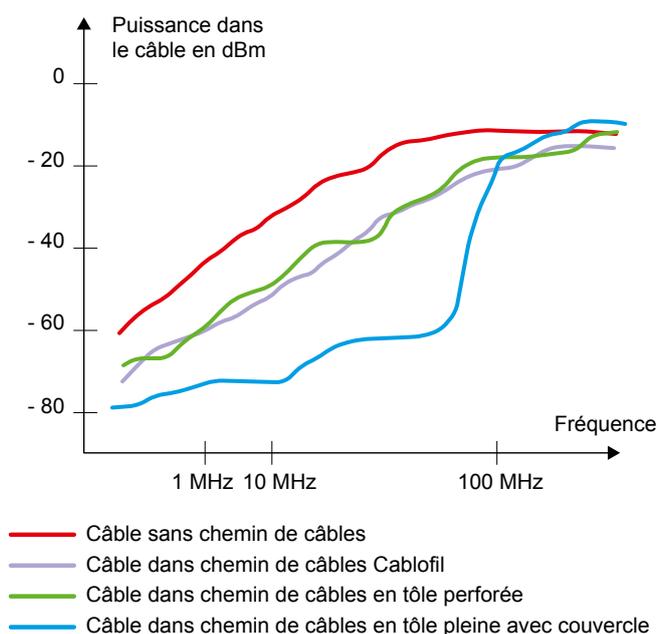
Les valeurs en gras dans tableau ci-contre peuvent être prises à titre de guide.

## 4 LE BLINDAGE ÉLECTROMAGNÉTIQUE DES CHEMINS DE CÂBLES ET DES GAINES PRÉFABRIQUÉES

Les chemins de câbles ne constituent pas par nature des cages de Faraday idéales. Et, il est sans doute un peu illusoire de vouloir garantir des performances de blindage électromagnétique pour ces produits. Il faudrait en effet que leur enveloppe métallique soit complète et continue, que les sorties de câbles soient elles-mêmes en continuité de cette enveloppe et que les assemblages entre éléments soient totalement étanches aux fuites électromagnétiques.

Le bon sens doit donc plutôt conduire à utiliser des conducteurs écrantés ou blindés lorsque cela est nécessaire. La nature du support de cheminement n'a plus alors qu'une importance limitée. Dans tous les cas, les dispositions des conducteurs propres à limiter les couplages restent bien entendu applicables (voir page 62).

# Précautions et contraintes complémentaires (suite)



Les goulottes métalliques avec couvercle apportent une certaine protection contre les champs rayonnés mais celle-ci reste limitée (environ 40 dB) et n'excède pas le domaine des fréquences inférieures à 100 MHz. Il reste néanmoins intéressant de les utiliser pour une protection complémentaire localisée (traversée d'une zone polluée, à proximité d'une machine). Excepté avec les conduits fermés ou les gaines métalliques l'obtention d'un niveau de blindage constant sur toute une installation est pratiquement impossible.

## 4.1 Les émissions de champ magnétique

Les cheminements de câbles constituent des sources d'émission de champ magnétique d'autant plus significatives que les courants transportés sont élevés. Dans la majorité des installations sur chemins de câbles traditionnels en fil ou en tôle, il n'y a pas de disposition volontaire pour limiter les champs magnétiques associés. Dans les faits, ceux-ci le sont néanmoins par la disposition des conducteurs qui doivent respecter certaines règles de positionnement vis-à-vis des aspects électriques (courant admissible en fonction des inductances mutuelles) ou des aspects électromagnétiques (couplages).

Dans la pratique, on constate que ces dispositions ne sont pas suffisantes et qu'elles présentent des limites techniques ; les champs magnétiques associés à un chemin de câble transportant des centaines d'ampères peuvent atteindre plusieurs centaines de microteslas. Certes, ces valeurs décroissent très vite avec l'éloignement ( $1/d^3$ ) mais elles peuvent demeurer au-delà des seuils fixés par les réglementations de nombreux pays (voir encadré).

Contrairement aux appareils ou aux machines qui sont localisés et dont on peut limiter l'accès à des personnels qualifiés, les transports d'énergie sillonnent les bâtiments et rayonnent tout au long de leur parcours y compris dans des zones non protégées voire accessibles au public. Les champs magnétiques rayonnés doivent désormais être maîtrisés, ce qui constitue une nouvelle dimension du choix des moyens de transport d'énergie. Entre chemins de câbles et gaines préfabriquées, ce peut être un critère déterminant.



**Les valeurs de champ magnétique sont couramment exprimées par deux unités.**

- **Le tesla (T)** représente la valeur de l'induction magnétique qui, dirigée perpendiculairement à une surface de  $1 \text{ m}^2$ , produit à travers cette surface un flux de 1 weber. Le tesla exprime une valeur très élevée, aussi utilise-t-on le plus souvent ses sous-unités : le millitesla (mT) et le microtesla ( $\mu\text{T}$ ).

Ancienne unité, le gauss (G) ne doit plus être utilisé ( $1 \text{ T} = 10000 \text{ G}$ ).

- **L'ampère par mètre (A/m)**, unité non S.I. anciennement nommée "ampèretour par mètre", désigne l'intensité du champ magnétique créé au centre d'un circuit circulaire de 1 m de diamètre parcouru par un courant constant de 1 ampère.

L'induction  $B$  (en T) et le champ  $H$  (en A/m) sont liés par la formule :

$B = \mu_0 \mu_r H$  avec :

- $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  (perméabilité magnétique de l'air ou du vide)

- $\mu_r = 1$  (perméabilité relative du fer)

d'où :  $1 \mu\text{T} = 1,25 \text{ A/m}$  ou  $1 \text{ A/m} = 0,8 \mu\text{T}$



## La réglementation difficile des niveaux de champ magnétique

Depuis de nombreuses années Legrand étudie les phénomènes d'émissions de puissance électromagnétiques des systèmes des barres et de conducteurs. En anticipation des directives et règlements à venir, Zucchini a collaboré depuis 1994 avec l'Université de technologie Chalmers de Göteborg pour concevoir et qualifier des gaines préfabriquées dont les émissions rayonnées sont particulièrement réduites et conformes aux exigences les plus sévères.

Plusieurs documents de portée internationale ont orienté les réglementations nationales sur les niveaux d'exposition admissible des personnes vis-à-vis des champs électromagnétiques :

- "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)." de l'ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection),

- IEEE C95.6-2002 de l'IEEE (institute of electrical and electronics engineers) ,

- Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz) (1999/519/EC) de Council of the European Union,

- Document Reference : Directive 2004/40/EC of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) de Council of the European Union.

L'ensemble de ces textes stipulent des valeurs pour les lieux de travail et pour les lieux publics (plus restrictifs) jusqu'à des fréquences très élevées (300 GHz). Les valeurs de champ magnétique (à 50 ou 60Hz) sont plutôt cohérentes avec des valeurs maximales de 100  $\mu$ T (Public) et 500  $\mu$ T (Travailleurs) mais il est vrai que les conditions exactes de mesure ne sont pas parfaitement définies.

Certaines réglementations nationales ont introduit des exigences plus sévères (Argentine : 25  $\mu$ T, Italie : 10  $\mu$ T voire moins : 3  $\mu$ T en niveau objectif) alors que d'autres ont modulé ces valeurs en fonction du temps d'exposition (Australie : 1000  $\mu$ T pour quelques heures par jour !). Dans les locaux où il y a présence d'enfants, les niveaux maxi peuvent descendre à 0,2  $\mu$ T (certaines régions d'Italie) ou 0,4  $\mu$ T (Pays Bas). Selon les états américains, les valeurs sont très variables, avec pour certains des maxis tolérés très élevés selon les parties du corps ou pour d'autres des valeurs proches des valeurs européennes.

## 4.2 Le rayonnement magnétique des canalisations préfabriquées

La canalisation préfabriquée Legrand minimise les émissions électromagnétiques qui sont beaucoup plus faibles que ceux générés par des câbles à une intensité du courant équivalente.

La composante de champ électrique est limitée par le boîtier métallique du système de canalisation, tandis que la composante de champ magnétique reste très faible en raison de la disposition des conducteurs dans la canalisation.

Malgré les courants possibles très élevés (jusqu'à 5000 A), les conducteurs sont toujours placés très près les uns des autres. Ainsi, pour les trois barres, le courant reste équilibré et décalé de 120°. Les champs magnétiques décalés des mêmes angles s'annulent ainsi les uns les autres ; les émissions magnétiques mesurées en dehors du jeu de barres demeurent extrêmement faibles.



À noter que même en conditions difficiles d'équilibrage des courants, la structure métallique du boîtier de barres participera à réduire une grande partie du champ magnétique éventuellement présent.

# Précautions et contraintes complémentaires (suite)

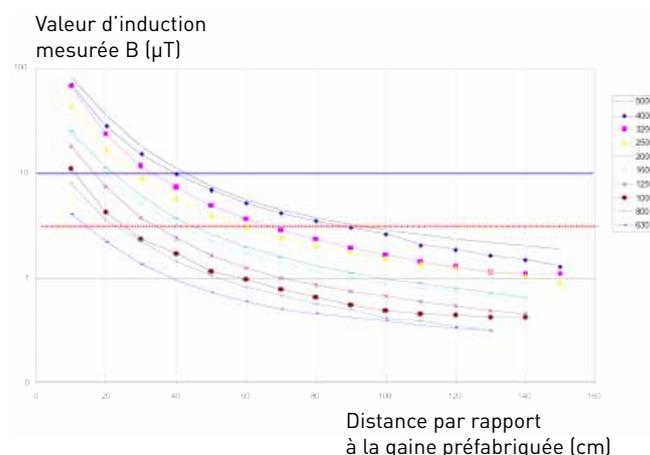
Le laboratoire interne Legrand Zucchini certifié LOVAG-ACAE (Associazione per la Certificazione delle Misure Elettriche - Associazione pour la Certification de mesures électriques) est capable d'effectuer des mesures sur l'émissivité électromagnétique des gaines préfabriquées. Comme le montrent les tests de laboratoire effectués sur les produits, l'induction magnétique émise par les systèmes de canalisations préfabriquées SCP est bien en deçà de la valeur de 3  $\mu\text{T}$  mesurée à une distance de un mètre de la barre.



## Exemples informatifs de quelques niveaux d'exposition aux champs magnétiques à la fréquence du réseau (extrait de la norme italienne CEI 211-6)

Source	Induction magnétique ( $\mu\text{T}$ )	Distance (cm)
Rasoir électrique	150 - 240	Au contact
Sèche-cheveux	1 - 13	10 à 20
Lampe Halogene 12 V, 20 W	0,5	30
Appareil d'aérosolthérapie	20 - 50	20 à 30 cm
Couverture électrique	2	Au contact
Téléviseur	0,3	50 cm
Machine à laver	3,4	50 cm
Lave vaisselle	0,05	50 cm
Four électrique	0,4	20 cm
Perceuse 600 W	2	Sur la poitrine
Fer à souder 100 W	15,4	A la main
Meule 225 W	0,8	40 cm
Compresseur 1100 W	8,2	40 cm
Soudure à l'arc 2150 W	23,2	40 cm
Four à arc 75 MW, 55-65 kA, 150 t	100 - 270	A proximité
Scalpel électrique	2,9	A proximité
Chargeur de batterie	22,9	A proximité
Echographe	0,8	A proximité

Les mesures réalisées à un mètre de la barre en conformité avec la norme IEC EN 61439-2, démontrent que, dans les conditions les plus sévères (à proximité du raccordement), l'induction magnétique générée par le jeu de barres est inférieure à 3  $\mu\text{T}$ .



Les études menées sur l'ensemble de la gamme montrent un très faible niveau d'émission, conforme aux spécifications les plus strictes, même à des distances réduites : valeur pour 10  $\mu\text{T}$  (ligne bleue) et valeur objective à 3  $\mu\text{T}$  (ligne rouge).

## LES CHARGES MÉCANIQUES ADMISSIBLES

La norme IEC 61537 définit une série d'essais obligatoires qui permettent de déterminer la charge maximale que peut supporter le chemin de câbles en usage normal (CPS : charge pratique de sécurité). Cette valeur est fonction de la distance entre les supports et de la position des éclisses de jonction. Elle correspond à la plus faible des deux valeurs suivantes :

- charge uniformément répartie causant une flèche égale au  $1/100^{\text{e}}$  de la portée entre les supports
- charge de rupture divisée par un facteur de sécurité de 1,7 si la flèche n'est pas atteinte.

Les fabricants sont tenus de communiquer ces valeurs à leurs clients. Ceci est généralement fait sous forme de diagrammes.

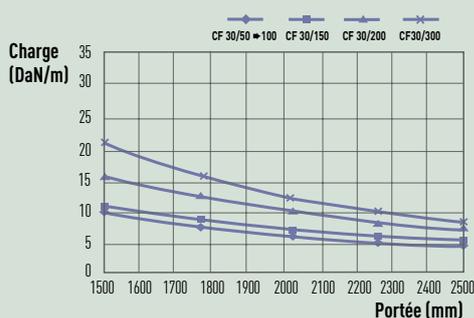
Toutefois, le volume utile du chemin de câbles permet d'estimer la charge maximale qu'il est susceptible de recevoir. On évalue cette charge à  $2,5 \text{ N/m}$  par  $\text{cm}^2$  de section de chemin de câble.

**Exemple** : un chemin de câble de  $60 \times 200 \text{ mm}$ , dont la section est donc :  $6 \times 20 = 120 \text{ cm}^2$ , pourrait être amené à supporter une charge de  $120 \times 2,5 = 300 \text{ N/m}$ . La consultation des données fournies par le fabricant permettra de déterminer la distance maximale entre supports qui donne une CPS supérieure à cette valeur.

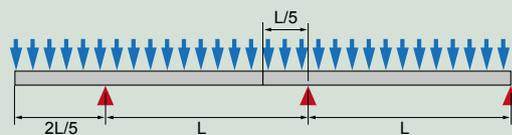
Les accessoires de supportage (consoles, pendards) sont également soumis à un test de charge selon la norme IEC 61537. La CPS déclarée d'un accessoire doit couvrir l'utilisation de la largeur maximale du chemin de câbles pour lequel il est conçu. Pour des conditions de charge différentes, le fabricant ou le vendeur responsable doit être consulté.



**La charge admissible des chemins de câbles Cablofil est donnée pour une flèche de  $1/200^{\text{e}}$  de la portée, au lieu de  $1/100^{\text{e}}$  exigé par la norme.**



**Exemple : diagramme pour les chemins de câbles Cablofil hauteur 30 mm.**



**Configuration de test : éclissage au  $1/5^{\text{e}}$  de la portée L**

En pratique, la charge finale que devra supporter le chemin de câbles n'est pas toujours connue et risque de changer en fonction des évolutions de l'installation.



**Il n'est pas autorisé :**

- d'appuyer échelles, échafaudages ou autres objets contre un chemin de câbles monté
- de marcher sur un chemin de câbles monté



**La norme IEC 61537 définit quatre types d'essai pour les chemins de câbles montés. Le type d'essai applicable est fonction des recommandations d'installation données par le fabricant.**

- Essai de type I : lorsque le fabricant ne donne pas d'indication sur une quelconque restriction concernant la travée d'extrémité ni sur la position des jonctions.
- Essai de type II : lorsque le fabricant déclare qu'il ne doit y avoir aucune jonction en travée d'extrémité lors de l'installation.
- Essai de type III : lorsque le fabricant impose une position de la jonction par rapport au support d'extrémité pour toute installation.
- Essai de type IV : lorsque des produits présentent une zone localisée de plus faible résistance.

# Les canalisations électriques préfabriquées

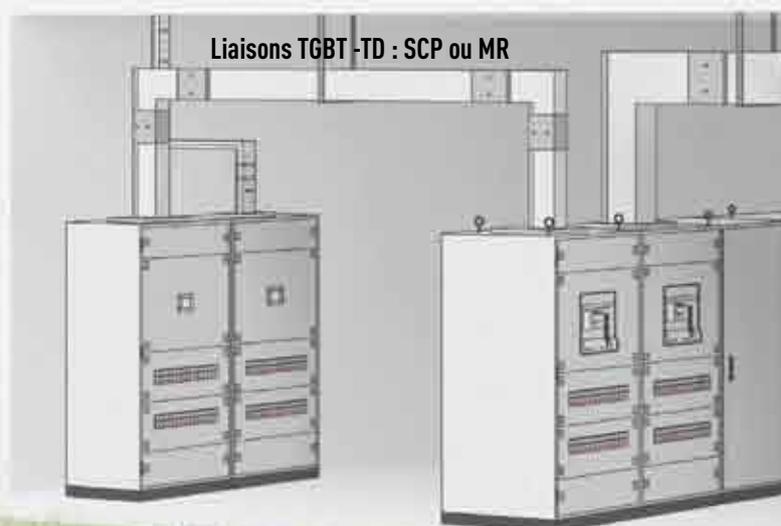
Les canalisations électriques préfabriquées constituent une solution sûre pour distribuer les fortes puissances. C'est aussi une solution idéale pour alimenter les luminaires, lorsque la rapidité d'installation est un critère important. Mais les canalisations électriques préfabriquées peuvent également être utilisées pour réaliser l'infrastructure électrique complète des bâtiments tertiaires en procurant des avantages techniques décisifs par rapport à une installation classique.

## L'ARCHITECTURE D'UNE INSTALLATION ET LE CHOIX DES GAMMES

Les canalisations électriques préfabriquées Legrand se répartissent en plusieurs gammes selon la puissance à transporter et trouvent leur emploi dans l'ensemble de l'installation.

### > Canalisations de forte puissance

- HR (High Rating) : de 1000 à 5000 A
- SCP (Super Compact Painted) : de 630 à 5000 A



### > Canalisations de moyenne puissance

- MR (Medium Rating) : de 160 à 1 000 A
- TS (Trolley System) : de 63 à 250 A
- MS (Mini System) : de 63 à 160 A

### > Canalisations de petite puissance

- LBplus (Lighting Busway) : de 25 à 63 A
- Easybar : de 25 à 40 A

Éclairage : LBplus

Alimentation des bureaux : Easybar

Distribution de puissance, alimentation  
des postes de production, manutention :  
SCP, MR, MS ou TS

Choix des canalisations préfabriquées Legrand

Type de canalisation	Courant assigné In (A)	Degré de protection	Applications					
			Liaison transfo-TGBT	Liaison TGBT-ID Colonne montante	Machines	Petit outillage	Postes bureautiques	Éclairage
<b>HR</b> 	1 000 à 5 000	IP 30 IP 31	●					
<b>SCP</b> 	630 à 5 000	IP 55	●	●	●			
<b>MR</b> 	160 à 1 000	IP 40 IP 52 IP 55		●	●			
<b>MS</b> 	63 100 160	IP 40 IP 55			●	●		
<b>TS</b> 	63 125 160 250	IP 20			●			
<b>LBplus</b> 	25 40 63	IP 55				●	●	●
<b>Easybar</b> 	25 40	IP 55					●	●

	Alimentation		Dérivations																
	Monophasé	Triphasé	Type		Densité		Intensité (A)							Type de protection					
			Monophasé	Triphasé	Forte	Faible	10	16	32	40	50	63	125 à 160	630 à 1250	Sans	Fusibles	Disjoncteurs modulaires	Disjoncteurs boîtier moulé	
		●		●		●							●	●			●		
		●		●	●	●							●	●	●		●	●	●
		●		●	●	●				●			●	●			●	●	●
		●		●	●								●				●	●	
	●	●	●	●	●	●	●	●									●	●	
	●	●	●	●	●	●	●	●									●	●	



## Norme IEC 61439-6

La norme IEC 61439-6 s'applique aux systèmes de canalisations préfabriquées (SCP) de tension ne dépassant pas 1 000 V AC ou 1 500 V DC.

Elle concerne tous les SCP pouvant servir à des fins de production, de transport, de distribution ou de conversion d'énergie électrique.

Cette norme décrit uniquement les essais relatifs aux SCP et doit être lu conjointement avec la norme IEC 61439-1. Cette dernière définit les règles générales référencées dans la partie 6.

La norme IEC 61439-1, définit les rôles du constructeur d'origine et du constructeur d'ensemble (voir ci-contre).

Le constructeur d'ensemble peut être un organisme différent du constructeur d'origine.

Il s'ensuit une liste de vérifications pouvant être réalisées par essai, par comparaison ou évaluation, par satisfaction aux règles de conception sous la responsabilité du constructeur d'origine ou du constructeur d'ensemble.

Les principales vérifications sont : limites d'échauffement, propriétés diélectriques, tenue aux courants de court-circuit, efficacité du circuit de protection, lignes de fuite et distances d'isolement, fonctionnement mécanique, degré de protection, résistance mécanique, tenue à la corrosion, tenue au feu, compatibilité électromagnétique, connexions et bornes, continuité du circuit de protection.

En complément et afin d'obtenir la conformité à la norme IEC 61439-6, des exigences spécifiques aux SCP sont ajoutées, sous forme d'essais visant à définir l'aptitude des SCP à supporter les charges mécaniques, à résister à des cycles thermiques, à évaluer la résistance au feu en traversée de cloison, à ne pas propager la flamme et à rester dans les limites d'échauffement du domaine des SCP.

Une attention particulière est portée aux calculs des chutes de tension, critère pénalisant pour la distribution d'énergie. Les calculs d'impédances homopolaires, résistances et réactances sont cités en annexes de la IEC 61439-6, tout comme la détermination des champs magnétiques liés aux SCP.

### Définitions

- **Constructeur d'origine :** entité qui a réalisé la conception d'origine et la vérification associée d'un ensemble conformément à la présente norme (exemple : Legrand)
- **Constructeur d'ensemble :** entité assurant l'assemblage, le câblage et prenant la responsabilité de l'ensemble fini (exemple : installateur ou tableautier)

### Les rôles de chacun

- Le constructeur d'origine fabrique les différents éléments qui entrent dans la composition des systèmes de canalisations préfabriquées : éléments de transport, boîtiers d'alimentation, boîtiers de dérivations et/ou de couplages, accessoires. Tous ces éléments bénéficient de certificats de conformité produits.
- Le constructeur d'ensemble réalise l'assemblage des éléments constituant la distribution par canalisations préfabriquées en respectant les règles essentielles de mise en œuvre citées dans la IEC 61439-6 (traversée de paroi, contraintes mécaniques...). Il en est le garant et doit certifier l'ensemble fini.

### La conformité

Le respect complet de cette démarche peut alors être attesté par une déclaration de conformité et l'ensemble être marqué en conséquence.

## LES CANALISATIONS DE FORTE PUISSANCE

Legrand propose deux gammes de canalisations de forte puissance :

– **HR** : canalisations IP 30-31, utilisées pour le transport de fortes puissances (liaison Transfo-TGBT par exemple)

– **SCP** : canalisations IP 55 compactes, utilisées pour toutes les applications de transport et de distribution de forte puissance.

Elles sont toutes les deux conformes aux normes IEC 60439-1 et 60439-2 et offrent rapidité, simplicité et flexibilité, tant pour l'étude de l'installation que pour sa mise en œuvre. Elles sont disponibles avec des conducteurs en cuivre ou en aluminium.

Un test unitaire d'isolement est effectué en usine sur chaque élément par application d'une tension de 5 kV entre chaque barre conductrice et entre les barres et la gaine.

Les deux types de canalisations utilisent le même système de connexion électrique par monoblocs de jonction offrant à la fois rapidité et sécurité :

– plages de contact en cuivre recouvert d'argent  
– boulons de serrage sécable (la tête se rompt au couple prédéterminé)

– rondelles pour assurer la distribution correcte de la pression de contact et son maintien, même en cas de variations de température.



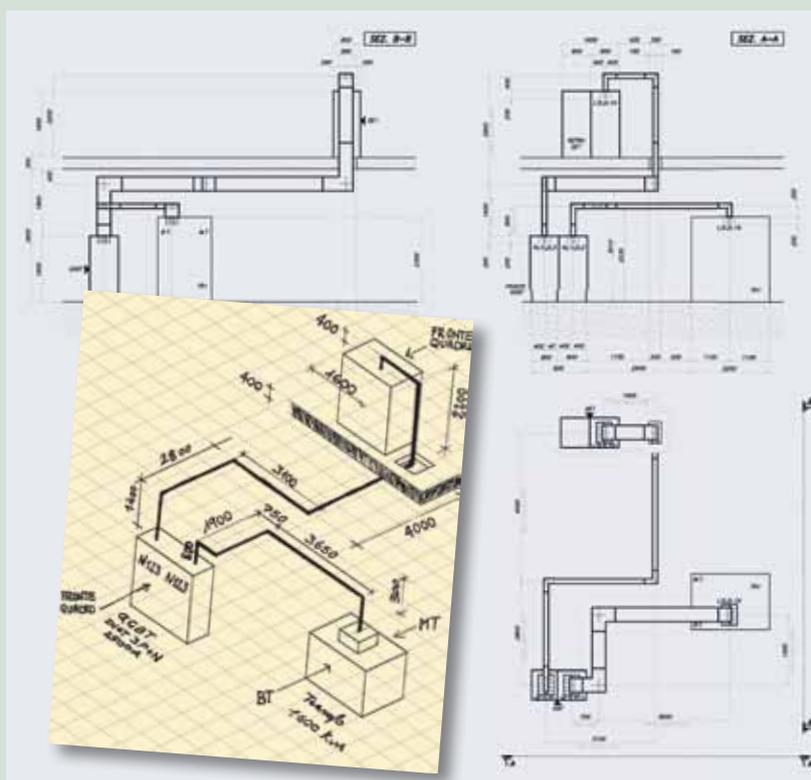
### Études personnalisées

Legrand peut réaliser gratuitement une étude complète des projets de canalisations préfabriquées :

- chiffrage complet pour la fourniture des éléments de canalisation standards et sur mesure, et des accessoires nécessaires
- plan d'implantation mécanique
- étude des raccordements avec le transformateur et avec les armoires des tableaux de distribution
- recommandations concernant les types de fixation et la prise des mesures
- assistance téléphonique durant toute la durée de l'installation.

• Éléments à fournir pour la réalisation d'une étude personnalisée :

- courant d'emploi
- type d'application : transport ou distribution
- nombre de dérivations
- barres cuivre ou aluminium
- degré de protection
- teinte RAL pour les canalisations peintes
- section du neutre
- température ambiante de fonctionnement
- implantation avec cotes : croquis ou fichier



# Les canalisations électriques préfabriquées (suite)

## 1 LES CANALISATIONS HR

### 1.1 Applications

Ces canalisations sont généralement utilisées pour réaliser la liaison entre le transformateur HT/BT et le tableau général basse tension et pour toutes les liaisons de forte puissance dans les bâtiments industriels et tertiaires.

### 1.2 Caractéristiques générales

- Deux versions disponibles selon la nature des barres conductrices :
  - cuivre électrolytique ETP 99,9 UNI EN 13601 ;
  - alliage d'aluminium traité sur toute la surface par procédés galvaniques (plaquage cuivre + étamage).
- Courant assigné de 1000 à 4500 A avec conducteurs aluminium et de 1000 à 5000 A avec conducteurs cuivre (les courants assignés sont donnés pour une température ambiante moyenne de 40 °C).
- Enveloppes constituées de quatre profils en acier galvanisé à chaud, de 2 mm d'épaisseur.
- Enveloppes perforées pour permettre à l'air de circuler à travers le jeu de barres et assurer ainsi une dissipation thermique efficace.
- Degré de protection IP 30 (IP 31 avec accessoires spéciaux). La liaison mécanique entre les éléments est complétée par des couvercles munis de joints pour garantir l'IP.
- Isolation des barres par un double ruban de film isolant non dessiccatif à très grande rigidité diélectrique.
- Maintien et espacement des barres par des supports isolants en résine renforcée de fibres de verre.
- Section du neutre : 100 % ou 50 % de la section des phases selon les calibres.
- Raccordement électrique entre les éléments par monoblocs de jonction munis de boulons sécables à couple prédéterminé.
- Conducteur de protection (PE) assuré par l'enveloppe. La continuité électrique au niveau des jonctions est garantie.
- Auto-extinguibilité V1 selon la norme UL94 et compatibilité avec l'essai au fil incandescent selon la norme EN 60695-2-1 pour tous les composants en matériau isolant.

### 1.3 Composition du système

Le large choix d'éléments qui composent le système de canalisations HR permet de s'adapter à toutes les configurations d'installation.

#### > Éléments de transport

Éléments droits, coudes verticaux et horizontaux, doubles coudes (toutes orientations), éléments en T permettent de réaliser tous les cheminements, même les plus complexes.

Tous ces éléments peuvent être réalisés sur mesure en fonction du plan de l'installation.



Coude à 90° à plat



#### Monoblocs de jonction intégrés et éléments droits

Les éléments droits sont livrés avec leur monobloc de jonction pré-installé.

La longueur standard des éléments droits est de 3 m. Des éléments sur mesure, de 500 à 2999 mm, peuvent être fabriqués spécialement pour répondre aux besoins spécifiques des installations.



### > Éléments spéciaux

- Éléments avec barrière coupe-feu S120 pour la traversée des parois coupe-feu (voir page 43).
- Éléments droits avec compensation de dilatation. Ils doivent être insérés dans les cheminements longs, tous les 35-40 m, pour compenser la dilatation thermique du bâtiment ou de la canalisation.
- Éléments droits avec rotation des phases ou rotation du neutre. Ces éléments sont utiles pour changer la position des phases ou la position du neutre. Ils permettent également d'équilibrer la réactance mutuelle entre les phases et donc d'équilibrer les courants dans les canalisations de grande longueur (100 à 150 m et plus).

### > Interfaces de raccordement



Épanouisseur de raccordement avec coude à 90°

Les épanouisseurs et boîtiers d'alimentation se montent à l'extrémité de la canalisation et permettent le raccordement du système avec les autres éléments de l'installation.

Les plages de raccordement permettent la connexion de câbles équipés de cosses ou le raccordement sur un jeu de barres dans une armoire électrique. L'entraxe des plages de raccordement est de 120 mm.

### > Boîtiers de dérivation (de 125 à 1 250 A)

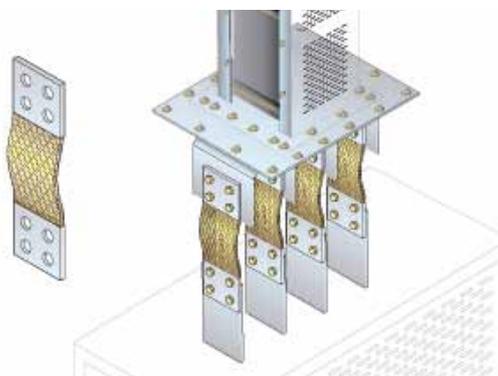
Ils permettent l'alimentation d'une charge ponctuelle ou d'un circuit secondaire.

Ils se raccordent à la jonction entre deux éléments et sont boulonnés sur la canalisation. Leur mise en place ne peut se faire que lorsque la canalisation est hors tension.

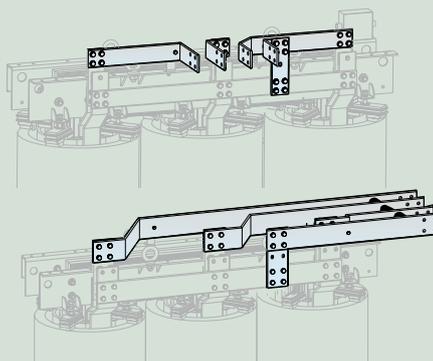
Ils sont disponibles avec interrupteur sectionneur AC 23 et porte-fusibles ou avec disjoncteur boîtier moulé.

### > Soufflets de protection et tresses flexibles

Ils permettent de dissocier les canalisations des équipements générant des vibrations (transformateurs, groupes électrogènes...).

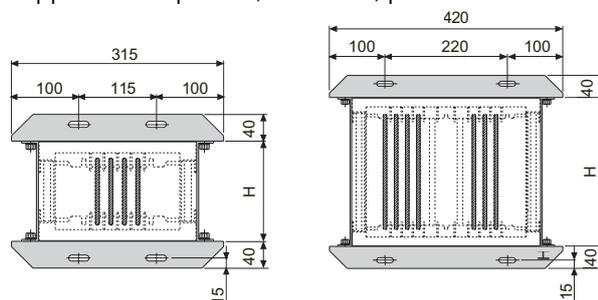


Les transformateurs secs Legrand disposent de kits connexions spécialement prévus pour les canalisations HR et SCP.



### > Accessoires de fixation

Des brides de fixation adaptées à la taille des canalisations permettent l'installation avec tous types de supports : suspentes, consoles, poutrelles...



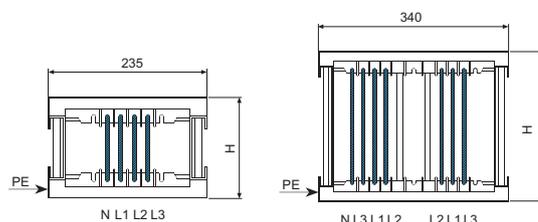
# Les canalisations électriques préfabriquées (suite)

## 1.4 Caractéristiques techniques

Canalisations HR aluminium										
Courant assigné (installation standard)	 In (A)	HR C1 3P + N 100 % + PE (gaine) barres simples				HR C2 3P + N 50 % + PE (gaine) barres doubles				
		1 000	1 250	1 600	2 000	2 250	2 500	3 200	4 000	4 500
Courant assigné pour mode d'installation différent	 In (A)	700	875	1 120	1 400	1 575	2 100	2 240	2 800	3 500
Dimensions extérieures	L x H (mm)	235x171	235x221	235x221	235x251	340x171	340x221	340x221	340x251	340x271
Tension d'utilisation/d'isolement	U <sub>e</sub> (V)	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Fréquence d'utilisation	f (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Courant de courte durée admissible en défaut triphasé (1s)	I <sub>CW</sub> (kA) <sub>eff</sub>	40	50	50	60	70	90	90	90	100
Courant de crête admissible en défaut triphasé	I <sub>pk</sub> (kA)	84	105	105	132	154	198	198	198	220
Courant de courte durée admissible en défaut sur 1 phase (1s)	I <sub>CW</sub> (kA) <sub>eff</sub>	24	30	30	36	42	54	54	54	60
Courant de crête admissible en défaut sur 1 phase	I <sub>pk</sub> (kA)	50	63	63	76	88	119	119	119	132
Contrainte thermique admissible en défaut triphasé	I <sup>2</sup> t (MA <sup>2</sup> s)	1 600	2 500	2 500	3 600	4 900	8 100	8 100	8 100	10 000
Résistance des phases à 20 °C	R <sub>20</sub> (mΩ/m)	0,056	0,037	0,034	0,029	0,027	0,018	0,017	0,014	0,012
Résistance du neutre à 20 °C	R <sub>20</sub> (mΩ/m)	0,056	0,037	0,034	0,029	0,054	0,037	0,034	0,029	0,024
Réactance des phases	X (mΩ/m)	0,087	0,066	0,066	0,053	0,049	0,034	0,034	0,024	0,024
Réactance du neutre	X <sub>n</sub> (mΩ/m)	0,087	0,066	0,066	0,053	0,098	0,068	0,068	0,048	0,048
Résistance des phases à l'équilibre thermique	R <sub>t</sub> (mΩ/m)	0,076	0,050	0,046	0,038	0,036	0,025	0,023	0,019	0,016
Résistance du conducteur de protection	R <sub>PE</sub> (mΩ/m)	0,113	0,099	0,099	0,092	0,095	0,085	0,085	0,080	0,076
Réactance du conducteur de protection	X <sub>PE</sub> (mΩ/m)	0,130	0,130	0,130	0,130	0,110	0,110	0,110	0,110	0,110
Résistance de la boucle de défaut phase-PE	R <sub>0</sub> (mΩ/m)	0,189	0,149	0,145	0,131	0,031	0,110	0,107	0,099	0,093
Réactance de la boucle de défaut phase-PE (50 Hz)	X <sub>0</sub> (mΩ/m)	0,217	0,196	0,196	0,183	0,159	0,144	0,144	0,134	0,134
Résistance de la boucle de défaut phase-neutre	R <sub>0</sub> (mΩ/m)	0,132	0,087	0,080	0,067	0,090	0,062	0,057	0,048	0,040
Réactance de la boucle de défaut phase-neutre (50 Hz)	X <sub>0</sub> (mΩ/m)	0,217	0,196	0,196	0,183	0,208	0,178	0,178	0,158	0,158
Chute de tension avec charges uniformément réparties u = K · L · I <sub>B</sub> · 10 <sup>-6</sup> (V)	cos φ = 0,70	99,9	71,1	68,5	56,1	50,3	36,2	34,9	26,5	24,6
	cos φ = 0,75	99,2	70,2	65,7	55,4	51,8	35,7	34,3	26,3	24,2
	cos φ = 0,80	97,9	68,9	65,9	54,2	50,6	35,0	34,5	25,8	23,6
	cos φ = 0,85	95,6	65,8	63,8	52,5	49,1	33,9	32,4	25,1	22,8
	cos φ = 0,90	92,0	63,7	60,6	50,0	46,7	32,8	30,7	24,1	21,6
	cos φ = 0,95	86,1	58,9	55,4	46,0	43,1	28,7	23,0	22,3	18,7
	cos φ = 1,00	65,8	43,2	39,6	33,0	31,4	21,6	18,8	16,6	13,9
Poids	(kg/m)	21,2	26,2	27,1	30,0	30,8	37,9	39,5	44,0	49,0
Pouvoir calorifique vis-à-vis du feu	(kWh/m)	4,1	4,1	4,1	4,1	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6
Degré de protection (IEC EN 60529)	IP	30-31	30-31	30-31	30-31	30-31	30-31	30-31	30-31	30-31
Pertes par effet Joule à intensité nominale	P (W/m)	228	234	351	462	551	467	702	924	976

Conforme aux normes : IEC 60439-1 et 60439-2 [évolution vers IEC 61439-6, voir page 74], DIN VDE 0660 partie 500 et 502  
Produit utilisable en ambiance humide (IEC 60068-2-3, IEC 60068-2-30)

In : courant assigné pour une température ambiante de 40 °C  
Pour une utilisation à une température ambiante différente, voir page 50



## Canalisations HR cuivre

Courant assigné (installation standard)		In (A)	HR C1 3P + N 100 % + PE (gaine) barres simples					HR C2 3P + N 50 % + PE (gaine) barres doubles			
			1 000	1 250	1 600	2 000	2 500	3 000	3 200	4 000	5 000
Courant assigné pour mode d'installation différent		In (A)	700	875	1 120	1 400	1 575	2 100	2 240	2 800	3 500
Dimensions extérieures	L x H (mm)		235x151	235x171	235x181	235x221	235x251	340x181	340x181	340x221	340x271
Tension d'utilisation/d'isolement	U <sub>e</sub> (V)		1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Fréquence d'utilisation	f (Hz)		50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Courant de courte durée admissible en défaut triphasé (1s)	I <sub>CW</sub> (kA)eff		40	50	50	60	70	90	90	90	100
Courant de crête admissible en défaut triphasé	I <sub>pk</sub> (kA)		84	105	105	132	154	198	198	198	220
Courant de courte durée admissible en défaut sur 1 phase (1s)	I <sub>CW</sub> (kA)eff		24	30	30	36	42	54	54	54	60
Courant de crête admissible en défaut sur 1 phase	I <sub>pk</sub> (kA)		50	63	63	76	88	119	119	119	132
Contrainte thermique admissible en défaut triphasé	I <sup>2</sup> t (MA <sup>2</sup> s)		1 600	2 500	2 500	3 600	4 900	8 100	8 100	8 100	10 000
Résistance des phases à 20 °C	R <sub>20</sub> (mΩ/m)		0,032	0,029	0,028	0,021	0,016	0,014	0,012	0,009	0,007
Résistance du neutre à 20 °C	R <sub>20</sub> (mΩ/m)		0,032	0,029	0,028	0,021	0,016	0,028	0,025	0,019	0,013
Réactance des phases	X (mΩ/m)		0,097	0,076	0,074	0,074	0,040	0,031	0,031	0,026	0,023
Réactance du neutre	X <sub>n</sub> (mΩ/m)		0,097	0,076	0,074	0,074	0,040	0,062	0,062	0,052	0,046
Résistance des phases à l'équilibre thermique	R <sub>t</sub> (mΩ/m)		0,043	0,040	0,038	0,029	0,021	0,019	0,017	0,013	0,009
Résistance du conducteur de protection	R <sub>PE</sub> (mΩ/m)		0,119	0,112	0,109	0,098	0,078	0,091	0,091	0,084	0,075
Réactance du conducteur de protection	X <sub>PE</sub> (mΩ/m)		0,130	0,130	0,130	0,130	0,130	0,110	0,110	0,110	0,110
Résistance de la boucle de défaut phase-PE	R <sub>0</sub> (mΩ/m)		0,161	0,152	0,147	0,126	0,099	0,110	0,108	0,096	0,084
Réactance de la boucle de défaut phase-PE (50 Hz)	X <sub>0</sub> (mΩ/m)		0,227	0,206	0,204	0,204	0,170	0,141	0,141	0,136	0,133
Résistance de la boucle de défaut phase-neutre	R <sub>0</sub> (mΩ/m)		0,074	0,069	0,066	0,050	0,037	0,047	0,041	0,031	0,022
Réactance de la boucle de défaut phase-neutre (50 Hz)	X <sub>0</sub> (mΩ/m)		0,227	0,206	0,204	0,204	0,170	0,172	0,172	0,162	0,156
Chute de tension avec charges uniformément réparties u = K · L · I <sub>e</sub> · 10 <sup>-6</sup> (V)	K (V/m/A)10 <sup>-6</sup>	cos φ = 0,70	85,5	71,1	68,9	63,1	37,5	30,7	29,3	23,6	19,6
		cos φ = 0,75	83,3	69,3	67,2	60,9	36,6	30,2	26,6	23,0	18,9
		cos φ = 0,80	80,0	67,0	64,9	58,3	35,4	29,3	27,7	22,2	18,0
		cos φ = 0,85	75,7	63,9	61,8	54,8	33,7	28,2	26,4	21,0	16,9
		cos φ = 0,90	68,9	59,6	57,6	50,2	31,5	26,6	24,7	18,6	15,6
		cos φ = 0,95	61,4	53,2	51,4	43,5	28,2	24,0	22,1	17,3	13,4
		cos φ = 1,00	37,0	34,4	33,0	24,7	18,2	16,5	14,5	10,8	7,6
Poids	(kg/m)		34,2	36,4	37,7	46,5	60,3	59,0	64,6	81,0	108,2
Pouvoir calorifique vis-à-vis du feu	(kWh/m)		4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	6,6	6,6	6,6	6,6
Degré de protection (IEC EN 60529)	IP		30-31	30-31	30-31	30-31	30-31	30-31	30-31	30-31	30-31
Pertes par effet Joule à intensité nominale	P (W/m)		128	186	293	343	395	515	513	601	660

Conforme aux normes : IEC 60439-1 et 60439-2 (évolution vers IEC 61439-6, voir page 74), DIN VDE 0660 partie 500 et 502  
Produit utilisable en ambiance humide (IEC 60068-2-3, IEC 60068-2-30)

In : courant assigné pour une température ambiante de 40 °C  
Pour une utilisation à une température ambiante différente, voir page 50

Contactez Legrand pour les caractéristiques des autres versions

# Les canalisations électriques préfabriquées (suite)

## 2 LES CANALISATIONS SCP

### 2.1 Applications

Ces canalisations sont utilisées pour le transport et la distribution de forte puissance et se prêtent très bien aux réseaux verticaux (colonnes montantes). Elles peuvent s'employer aussi bien dans les locaux industriels que dans les bâtiments tertiaires (usines, banques, centres commerciaux et d'affaires...).



Les dimensions compactes des canalisations SCP autorisent leur installation même dans les espaces confinés.

### 2.2 Caractéristiques générales

- Profil compact apportant une meilleure tenue aux contraintes de court-circuit et une maîtrise de l'impédance et de la chute de tension.
- Deux versions disponibles selon la nature des barres conductrices :
  - cuivre électrolytique ETP 99,9 UNI EN 13601 ;
  - alliage d'aluminium traité sur toute la surface par procédés galvaniques (plaquage cuivre + étamage).

- Courant assigné de 630 à 4 000 A avec conducteurs aluminium et de 800 à 5 000 A avec conducteurs cuivre (les courants assignés sont donnés pour une température ambiante moyenne de 40 °C).
- Enveloppe constituée de profils rivetés en acier galvanisé à chaud, de 1,5 mm d'épaisseur (épaisseur 2 mm ou inox sur demande).
- Peinture résine RAL 7035 (autres couleurs sur demande) présentant une résistance élevée aux agents chimiques.
- Degré de protection IP 55. En utilisant un capot de protection disponible en accessoire, il est possible d'utiliser la canalisation SCP en extérieur.
- Isolation des barres par une double gaine en film polyester de classe B (130 °C) – classe F (155 °C) sur demande.
- Conducteur de protection (PE) assuré par l'enveloppe. Des versions avec conducteur de protection renforcé, en cuivre ou en aluminium, sont disponibles sur demande.
- Version avec un conducteur supplémentaire pour terre fonctionnelle (3P+N+PE+FE)
- Section du neutre : 100 % (3P+N+PE) ou 200 % de la section des phases (3P+2N+PE).
- Raccordement électrique entre les éléments par monoblocs de jonction munis de boulons sécables à couple prédéterminé.
- Auto-extinguibilité V1 selon la norme UL94 et compatibilité avec l'essai au fil incandescent selon la norme EN 60695-2-1 pour tous les composants en matériau isolant.

Les larges rondelles des monoblocs de jonction assurent la distribution et le maintien de la pression de contact



## 2.3 Composition du système

Legrand propose une grande variété de solutions techniques pour répondre à tous les besoins des installations.



La variété des composants de canalisation SCP permet tous les changements de direction.

### > Éléments de transport

Tous les éléments se raccordent entre eux par monoblocs de jonction. Les éléments droits sont livrés avec monobloc de jonction pré-installé.

- Éléments droits sans fenêtre de dérivation, longueur standard 3 m (de 1 à 3 m sur mesure).
- Éléments droits avec fenêtres de dérivation disposées tous les 850 mm des deux côtés de la canalisation pour recevoir les coffrets de dérivation.
- Coudes à 90° horizontaux et verticaux.
- Éléments en T, en X, en Z (coudes doubles avec toutes les combinaisons d'orientation possibles).

### > Éléments spéciaux

- Éléments droits avec barrière coupe-feu S120 pour la traversée des parois coupe-feu (voir page 43).
- Éléments droits avec compensation de dilatation. à insérer dans les cheminements longs, tous les 35-40 m, pour compenser la dilatation thermique du bâtiment ou de la canalisation.

- Éléments droits avec rotation des phases ou rotation du neutre. Ces éléments sont utiles pour changer la position des phases ou la position du neutre. Ils permettent de réduire et d'équilibrer la réactance mutuelle des phases et donc d'équilibrer les courants pour les canalisations dépassant 100 à 150 m.
- Embouts de fermeture pour assurer le degré de protection IP 55 à l'extrémité de la canalisation.

### > Interfaces de raccordement

Les épanouisseurs et boîtiers d'alimentation se montent à l'extrémité de la canalisation et permettent le raccordement du système sur les armoires ou les transformateurs. Les plages de raccordement permettent la connexion par câbles équipés de cosses ou par barres. L'entraxe standard des plages de raccordement est de 100 mm. Il est possible d'obtenir sur demande des configurations avec un entraxe différent.

## + Kits de liaison pour armoires XL<sup>3</sup>

Les canalisations SCP peuvent être facilement raccordées aux armoires Legrand XL<sup>3</sup> 4 000. Un kit de renfort permet de fixer tous types d'épanouisseurs sur le toit de l'enveloppe de façon rapide et simple. Sur demande, des raccords spécifiques peuvent être fournis pour réaliser la liaison entre l'épanouisseur et un disjoncteur ouvert DMX<sup>3</sup>.

La sécurité et l'efficacité du système sont garanties par une certification obtenue après les tests rigoureux effectués dans les plus grands laboratoires internationaux.

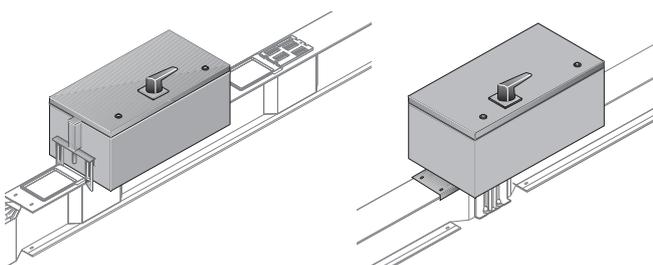


# Les canalisations électriques préfabriquées (suite)

## > Coffrets de dérivation

Les coffrets de dérivation sont disponibles pour les canalisations SCP jusqu'à 1250 A. Ils sont de deux types : les coffrets débrochables et les coffrets fixes.

- Coffrets débrochables ou plug-in (de 63 à 630 A)
  - ils peuvent être connectés et déconnectés sous tension à condition d'être hors charge
  - ils sont équipés d'un coupe-circuit intégré à la porte
  - la porte peut être condamnée par un cadenas en position "ouvert-déconnecté" pour assurer la sécurité des opérations de maintenance
  - le conducteur de protection est le premier connecté lorsqu'on insère le coffret sur la canalisation et c'est le dernier déconnecté lorsqu'on le débroche
  - tous les composants isolants sont conformes au test du fil incandescent IEC 60695-2-10 et sont classés V1 selon la norme UL94
  - le degré IP 55 est garanti sans utilisation d'accessoire complémentaire
  - les boîtiers sont disponibles dans les versions suivantes :
    - avec porte-fusibles
    - avec interrupteur sectionneur et porte-fusibles
    - avec disjoncteur DPX<sup>3</sup> ou DPX.
- Coffrets fixes boulonnés sur la canalisation (125 à 1250 A)
  - connexion rigide par utilisation d'un monobloc de jonction identique aux autres éléments
  - mise en place et dépose du coffret uniquement lorsque la canalisation est hors tension
  - versions disponibles avec interrupteur sectionneur et porte-fusibles ou avec disjoncteur DPX<sup>3</sup> ou DPX.



**Coffret débrochable :**  
montage sur fenêtre  
de dérivation

**Coffret boulonné :**  
montage à la jonction  
des éléments droits

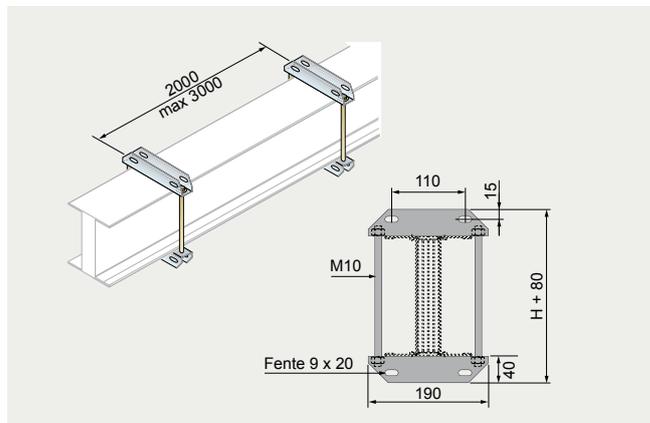
## > Soufflets de protection et tresses flexibles

Ils permettent de dissocier les canalisations des équipements générant des vibrations (transformateurs, groupes électrogènes...).

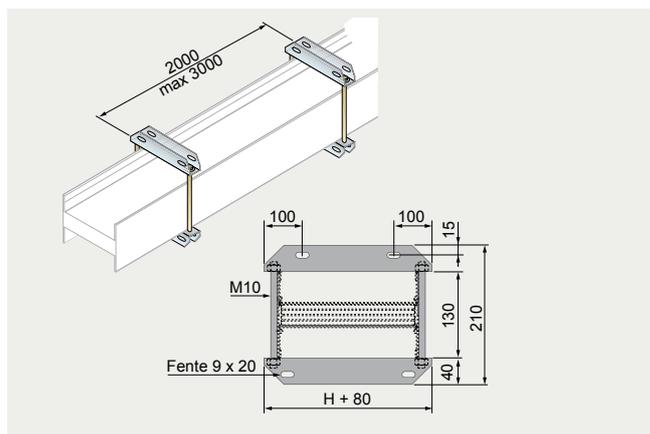
Les transformateurs secs Legrand disposent de kits connexions spécialement prévus pour les canalisations SCP.

## > Accessoires de fixation

- Brides de fixation permettant l'installation avec tous types de supports : suspentes, équerres, poutrelles...
- Supports de suspension spéciaux pour colonne montante.



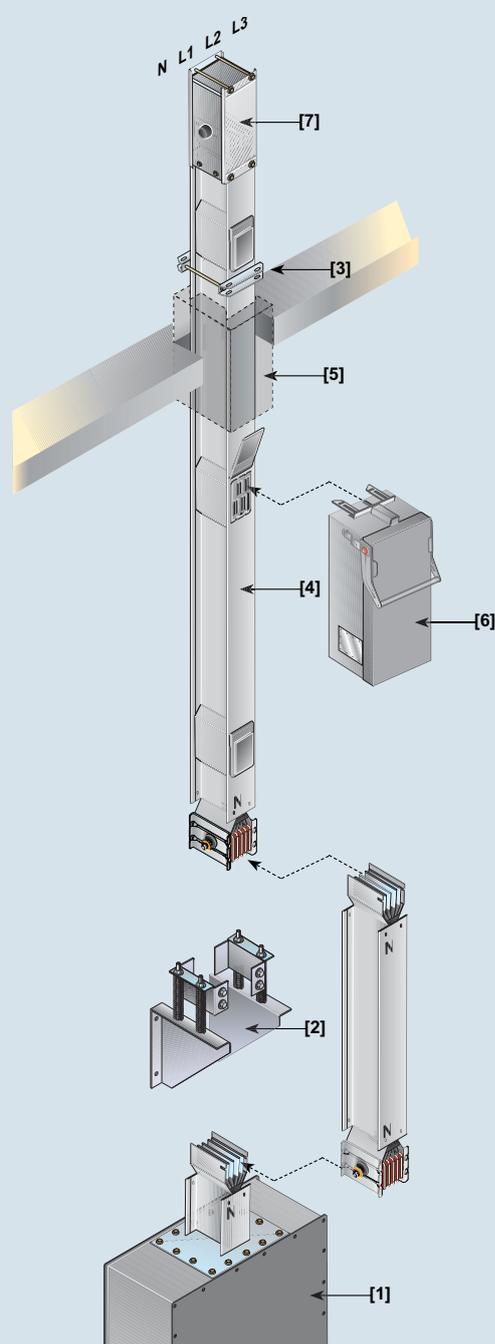
**Bride de fixation pour éléments sur champ**



**Bride de fixation pour éléments à plat**



## Colonnes montantes



Les canalisations de forte et moyenne puissance peuvent être utilisées en colonne montante pour assurer la distribution d'énergie verticale dans les bâtiments.

Pour réaliser une colonne montante avec les canalisations SCP il faut suivre quelques règles simples.

**1 – Utiliser un boîtier d'alimentation sans monobloc de jonction. Afin de placer correctement les coffrets de dérivation, le conducteur de neutre doit se situer du côté gauche de l'élément.**

**2 – Utiliser un ou plusieurs supports de suspension pour éléments verticaux en fonction du poids total de la colonne montante. Pour les colonnes montantes de plus de 4 m, utiliser un support avec ressorts pour chaque tronçon de 300 kg (y compris le poids des coffrets).**

**3 – Utiliser des brides de fixation standard pour suspendre la canalisation tous les 2 mètres.**

**4 – Utiliser des éléments droits avec fenêtres de dérivation.**

**5 – Utiliser une barrière coupe-feu S120 à chaque traversée de plancher séparateur.**

**6 – Les boîtiers de dérivation peuvent être installés sur les fenêtres de dérivation ou sur les jonctions entre les éléments. Dans les 2 cas les coffrets sont orientés vers le bas**

**7 – Installer une fermeture IP 55 à l'extrémité de la colonne montante.**

# Les canalisations électriques préfabriquées (suite)

## 2.4 Caractéristiques techniques

Canalisations SCP aluminium (3P + N + PE)										
		Barres simples						Barres doubles		
Courant assigné	$I_n$ (A)	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000
Dimensions extérieures	L x H (mm)	130x130	130x130	130x130	130x130	130x170	130x220	130x380	130x440	130x480
Tension d'utilisation	$U_e$ (V)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Tension d'isolement	$U_i$ (V)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Fréquence d'utilisation	f (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Courant de courte durée admissible en défaut triphasé (1 s)	$I_{CW}$ (kA)rms	36	42	50	75	80	80	150	160	160
Courant de crête admissible en défaut triphasé	$I_{pk}$ (kA)	76	88	110	165	176	176	330	352	352
Courant de courte durée admissible en défaut sur 1 phase (1s)	$I_{CW}$ (kA)rms	22	25	30	45	48	48	90	96	96
Courant de crête admissible en défaut sur 1 phase	$I_{pk}$ (kA)	48	55	66	99	106	106	198	211	211
Contrainte thermique admissible en défaut triphasé	$I^2t$ [MA <sup>2</sup> s]	1296	1764	2500	5625	6400	6400	22500	25600	25600
Résistance des phases	$R_{20}$ (mΩ/m)	0,077	0,058	0,058	0,047	0,035	0,027	0,022	0,017	0,014
Réactance des phases (50 Hz)	X (mΩ/m)	0,023	0,017	0,017	0,015	0,014	0,011	0,006	0,006	0,006
Impédance des phases	Z (mΩ/m)	0,080	0,060	0,060	0,049	0,037	0,029	0,022	0,018	0,015
Résistance des phases à l'équilibre thermique	$R_t$ (mΩ/m)	0,084	0,064	0,069	0,056	0,041	0,032	0,025	0,020	0,017
Impédance des phases à l'équilibre thermique	Z (mΩ/m)	0,087	0,066	0,071	0,058	0,043	0,034	0,026	0,021	0,018
Résistance du neutre	$R_{20}$ (mΩ/m)	0,077	0,058	0,058	0,047	0,035	0,027	0,022	0,017	0,014
Résistance du conducteur de protection (PE 1)	$R_{PE}$ (mΩ/m)	0,125	0,125	0,125	0,125	0,113	0,101	0,075	0,069	0,065
Résistance du conducteur de protection (PE 2)	$R_{PE}$ (mΩ/m)	0,036	0,036	0,036	0,036	0,028	0,023	0,014	0,012	0,011
Résistance du conducteur de protection (PE 3)	$R_{PE}$ (mΩ/m)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,041	0,033	0,021	0,018	0,017
Réactance du conducteur de protection (50 Hz)	$X_{PE}$ (mΩ/m)	0,080	0,078	0,078	0,048	0,039	0,028	0,020	0,015	0,016
Résistance de la boucle de défaut (PE 1)	$R_o$ (mΩ/m)	0,209	0,189	0,194	0,181	0,154	0,133	0,100	0,089	0,082
Résistance de la boucle de défaut (PE 2)	$R_o$ (mΩ/m)	0,120	0,100	0,105	0,092	0,069	0,055	0,039	0,032	0,028
Résistance de la boucle de défaut (PE 3)	$R_o$ (mΩ/m)	0,134	0,114	0,119	0,106	0,082	0,065	0,046	0,038	0,034
Réactance de la boucle de défaut (50 Hz)	$X_o$ (mΩ/m)	0,10	0,10	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02
Impédance de la boucle de défaut (PE 1)	$Z_o$ (mΩ/m)	0,233	0,212	0,216	0,192	0,163	0,139	0,103	0,092	0,085
Impédance de la boucle de défaut (PE 2)	$Z_o$ (mΩ/m)	0,158	0,138	0,142	0,112	0,087	0,068	0,047	0,038	0,036
Impédance de la boucle de défaut (PE 3)	$Z_o$ (mΩ/m)	0,169	0,149	0,152	0,123	0,098	0,076	0,053	0,044	0,041
Résistance homopolaire phase - N	$R_o$ (mΩ/m)	0,306	0,257	0,257	0,238	0,172	0,140	0,107	0,080	0,070
Réactance homopolaire phase - N	$X_o$ (mΩ/m)	0,174	0,160	0,160	0,128	0,106	0,108	0,083	0,073	0,060
Impédance homopolaire phase - N	$Z_o$ (mΩ/m)	0,352	0,303	0,303	0,270	0,202	0,177	0,135	0,108	0,092
Résistance homopolaire phase - PE	$R_o$ (mΩ/m)	0,581	0,519	0,519	0,369	0,321	0,270	0,217	0,196	0,164
Réactance homopolaire phase - PE	$X_o$ (mΩ/m)	0,263	0,229	0,229	0,191	0,175	0,212	0,155	0,148	0,146
Impédance homopolaire phase - PE	$Z_o$ (mΩ/m)	0,638	0,567	0,567	0,416	0,366	0,343	0,267	0,246	0,22
Chute de tension avec charges uniformément réparties $u = K \cdot L \cdot I_B \cdot 10^{-4}$ (V)	$\cos\varphi = 0,70$	65,1	49,5	52,5	43,3	33,6	26,3	18,8	15,9	14,2
	$\cos\varphi = 0,75$	67,7	51,5	54,7	45,1	34,7	27,2	19,6	16,5	14,6
	$\cos\varphi = 0,80$	70,1	53,3	56,8	46,7	35,7	28,0	20,4	17,1	15,1
	$\cos\varphi = 0,85$	72,3	55,1	58,7	48,2	36,6	28,7	21,1	17,6	15,4
	$\cos\varphi = 0,90$	74,1	56,5	60,4	49,4	37,3	29,2	21,7	18,0	15,7
	$\cos\varphi = 0,95$	75,3	57,5	61,6	50,3	37,6	29,4	22,1	18,2	15,8
	$\cos\varphi = 1,00$	72,7	55,6	60,0	48,6	35,6	27,8	21,6	17,4	14,9
Poids (PE 1)	p (kg/m)	17,3	17,0	17,0	18,7	20,3	30,7	43,7	52,3	62,7
Poids (PE 2)	p (kg/m)	20,8	20,5	20,5	23,2	24,9	36,7	53,9	64,3	75,7
Poids (PE 3)	p (kg/m)	18,4	18,1	18,1	20,8	21,8	32,6	46,9	56,1	66,8
Pouvoir calorifique vis-à-vis du feu	(kWh/m)	4,5	5,5	5,5	6,0	8,5	10,5	16,0	19,0	21,0
Degré de protection (IEC EN 60529)	IP	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Classe de résistance thermique des matériaux isolants		B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*
Pertes par effet Joule à intensité nominale	P (W/m)	100	123	208	263	315	386	468	618	827
Température ambiante min/max	(°C)	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50

\* Classe F (155 °C) disponible sur demande



PE 1

Version standard



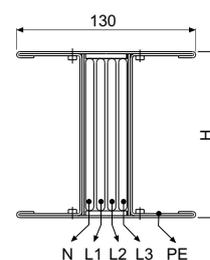
PE 2

Terre renforcée cuivre



PE 3

Terre renforcée alu



## Canalisations SCP cuivre (3P + N + PE)

Courant assigné	$I_n$ (A)	Barres simples						Barres doubles		
		800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000
Dimensions extérieures	L x H (mm)	130x130	130x130	130x130	130x170	130x170	130x220	130x380	130x440	130x480
Tension d'utilisation	$U_e$ (V)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Tension d'isolement	$U_i$ (V)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Fréquence d'utilisation	f (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Courant de courte durée admissible en défaut triphasé (1s)	$I_{CW}$ (kA)rms	45	50	60	85	88	88	170	176	176
Courant de crête admissible en défaut triphasé	$I_{pk}$ (kA)	95	110	132	187	194	194	374	387	387
Courant de courte durée admissible en défaut sur 1 phase (1s)	$I_{CW}$ (kA)rms	27	30	36	51	53	53	102	106	106
Courant de crête admissible en défaut sur 1 phase	$I_{pk}$ (kA)	57	66	79	112	116	116	224	232	232
Contrainte thermique admissible en défaut triphasé	$I^2t$ (MA <sup>2</sup> s)	2025	2500	3600	7225	7744	7744	28900	30976	30976
Résistance des phases	$R_{20}$ (mΩ/m)	0,041	0,032	0,032	0,024	0,020	0,016	0,012	0,010	0,008
Réactance des phases (50 Hz)	X (mΩ/m)	0,023	0,017	0,017	0,015	0,014	0,011	0,007	0,006	0,006
Impédance des phases	Z (mΩ/m)	0,047	0,037	0,037	0,028	0,024	0,019	0,014	0,012	0,010
Résistance des phases à l'équilibre thermique	$R_t$ (mΩ/m)	0,045	0,037	0,040	0,029	0,024	0,019	0,015	0,013	0,010
Impédance des phases à l'équilibre thermique	$R_{20}$ (mΩ/m)	0,023	0,017	0,017	0,015	0,014	0,011	0,007	0,006	0,006
Résistance du neutre	Z (mΩ/m)	0,050	0,041	0,043	0,033	0,028	0,022	0,016	0,014	0,012
Résistance du conducteur de protection (PE 1)	$R_{PE}$ (mΩ/m)	0,125	0,125	0,125	0,113	0,113	0,101	0,075	0,069	0,065
Résistance du conducteur de protection (PE 2)	$R_{PE}$ (mΩ/m)	0,036	0,036	0,036	0,028	0,028	0,023	0,014	0,012	0,011
Résistance du conducteur de protection (PE 3)	$R_{PE}$ (mΩ/m)	0,050	0,050	0,050	0,041	0,041	0,033	0,021	0,018	0,017
Réactance du conducteur de protection (50 Hz)	$X_{PE}$ (mΩ/m)	0,054	0,054	0,054	0,044	0,044	0,032	0,022	0,017	0,016
Résistance de la boucle de défaut (PE 1)	$R_o$ (mΩ/m)	0,170	0,162	0,165	0,142	0,137	0,120	0,090	0,082	0,075
Résistance de la boucle de défaut (PE 2)	$R_o$ (mΩ/m)	0,081	0,073	0,076	0,057	0,052	0,042	0,029	0,025	0,021
Résistance de la boucle de défaut (PE 3)	$R_o$ (mΩ/m)	0,095	0,087	0,090	0,070	0,065	0,052	0,036	0,031	0,027
Réactance de la boucle de défaut (50 Hz)	$X_o$ (mΩ/m)	0,077	0,071	0,071	0,059	0,058	0,043	0,029	0,023	0,022
Impédance de la boucle de défaut (PE 1)	$Z_o$ (mΩ/m)	0,186	0,177	0,179	0,154	0,149	0,128	0,094	0,085	0,078
Impédance de la boucle de défaut (PE 2)	$Z_o$ (mΩ/m)	0,111	0,102	0,104	0,082	0,078	0,060	0,041	0,034	0,030
Impédance de la boucle de défaut (PE 3)	$Z_o$ (mΩ/m)	0,122	0,112	0,114	0,092	0,087	0,068	0,046	0,039	0,035
Résistance homopolaire phase - N	$R_o$ (mΩ/m)	0,170	0,155	0,155	0,115	0,120	0,098	0,083	0,071	0,062
Réactance homopolaire phase - N	$X_o$ (mΩ/m)	0,159	0,151	0,151	0,114	0,098	0,065	0,056	0,055	0,042
Impédance homopolaire phase - N	$Z_o$ (mΩ/m)	0,233	0,216	0,216	0,162	0,155	0,118	0,100	0,090	0,075
Résistance homopolaire phase - PE	$R_o$ (mΩ/m)	0,507	0,429	0,429	0,331	0,283	0,221	0,177	0,178	0,144
Réactance homopolaire phase - PE	$X_o$ (mΩ/m)	0,201	0,177	0,177	0,143	0,150	0,124	0,111	0,094	0,086
Impédance homopolaire phase - PE	$Z_o$ (mΩ/m)	0,545	0,464	0,464	0,361	0,320	0,253	0,209	0,201	0,168
Chute de tension avec charges uniformément réparties $u = K \cdot L \cdot I_B \cdot 10^{-4}$ (V)	$\cos\phi = 0,70$	41,3	33,0	34,6	27,1	23,5	18,5	13,2	11,5	9,8
	$\cos\phi = 0,75$	42,1	33,8	35,5	27,7	23,9	18,8	13,5	11,8	9,9
	$\cos\phi = 0,80$	42,8	34,5	36,3	28,1	24,2	19,1	13,8	12,1	10,0
	$\cos\phi = 0,85$	43,3	35,0	37,0	28,4	24,4	19,2	14,0	12,2	10,1
	$\cos\phi = 0,90$	43,4	35,3	37,3	28,5	24,4	19,2	14,1	12,3	10,1
	$\cos\phi = 0,95$	42,9	35,1	37,2	28,2	23,9	18,8	14,0	12,2	9,8
$\cos\phi = 1,00$	38,6	32,1	34,4	25,4	21,2	16,7	12,7	11,2	8,7	
Poids (PE 1)	p (kg/m)	31	31	31	42	46	69	84	101	126
Poids (PE 2)	p (kg/m)	35	35	35	47	51	70	94	114	139
Poids (PE 3)	p (kg/m)	33	32	32	44	48	66	87	105	130
Pouvoir calorifique vis-à-vis du feu	(kWh/m)	4,5	5,5	5,5	8	8,2	10,5	16	19	21
Degré de protection (IEC EN 60529)	IP	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Classe de résistance thermique des matériaux isolants		B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*
Pertes par effet Joule à intensité nominale	P (W/m)	86	111	186	225	294	361	451	619	750
Température ambiante min/max	(°C)	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50

\* Classe F (155 °C) disponible sur demande



PE 1

Version standard



PE 2

Terre renforcée cuivre



PE 3

Terre renforcée alu

# Les canalisations électriques préfabriquées (suite)

## Canalisations SCP aluminium (3P + N + PE + FE)

Courant assigné	In (A)	Barres simples						Barres doubles		
		630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500	3 200	4 000
Dimensions extérieures	L x H (mm)	140x130	140x130	140x130	140x130	140x170	140x220	140x380	140x440	140x480
Tension d'utilisation	U <sub>e</sub> (V)	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Tension d'isolement	U <sub>i</sub> (V)	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Fréquence d'utilisation	f (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Courant de courte durée admissible en défaut triphasé (1s)	I <sub>CW</sub> (kA)rms	36	42	50	75	80	80	150	160	160
Courant de crête admissible en défaut triphasé	I <sub>pk</sub> (kA)	76	88	110	165	176	176	330	352	352
Courant de courte durée admissible en défaut sur 1 phase (1s)	I <sub>CW</sub> (kA)rms	22	25	30	45	48	48	90	96	96
Courant de crête admissible en défaut sur 1 phase	I <sub>pk</sub> (kA)	48	55	66	99	106	106	198	211	211
Contrainte thermique admissible en défaut triphasé	I <sup>2</sup> t (MA <sup>2</sup> s)	1 296	1 764	2 500	5 625	6 400	6 400	22 500	25 600	25 600
Résistance des phases	R <sub>20</sub> (mΩ/m)	0,077	0,058	0,058	0,047	0,035	0,027	0,022	0,017	0,014
Réactance des phases (50 Hz)	X (mΩ/m)	0,023	0,017	0,017	0,015	0,014	0,011	0,006	0,006	0,006
Impédance des phases	Z (mΩ/m)	0,080	0,060	0,060	0,049	0,037	0,029	0,022	0,018	0,015
Résistance des phases à l'équilibre thermique	R <sub>t</sub> (mΩ/m)	0,084	0,064	0,069	0,056	0,041	0,032	0,025	0,020	0,017
Impédance des phases à l'équilibre thermique	Z (mΩ/m)	0,087	0,066	0,071	0,058	0,043	0,034	0,026	0,021	0,018
Résistance du neutre	R <sub>20</sub> (mΩ/m)	0,077	0,058	0,058	0,047	0,035	0,027	0,022	0,017	0,014
Résistance de la terre fonctionnelle (FE)	R <sub>20</sub> (mΩ/m)	0,077	0,058	0,058	0,047	0,035	0,027	0,022	0,017	0,014
Réactance de la terre fonctionnelle (FE)	X (mΩ/m)	0,023	0,017	0,017	0,015	0,014	0,011	0,006	0,006	0,006
Résistance du conducteur de protection (PE 1)	R <sub>PE</sub> (mΩ/m)	0,121	0,121	0,121	0,121	0,110	0,098	0,074	0,068	0,064
Résistance du conducteur de protection (PE 2)	R <sub>PE</sub> (mΩ/m)	0,035	0,035	0,035	0,035	0,028	0,023	0,014	0,012	0,011
Résistance du conducteur de protection (PE 3)	R <sub>PE</sub> (mΩ/m)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,040	0,033	0,020	0,018	0,017
Réactance du conducteur de protection (50 Hz)	X <sub>PE</sub> (mΩ/m)	0,080	0,078	0,078	0,048	0,039	0,028	0,020	0,015	0,016
Résistance de la boucle de défaut (PE 1)	R <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,131	0,103	0,108	0,090	0,067	0,053	0,042	0,034	0,028
Résistance de la boucle de défaut (PE 2)	R <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,108	0,086	0,091	0,076	0,057	0,044	0,033	0,027	0,023
Résistance de la boucle de défaut (PE 3)	R <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,114	0,091	0,096	0,080	0,060	0,047	0,035	0,029	0,025
Réactance de la boucle de défaut (50 Hz)	X <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,10	0,10	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02
Impédance de la boucle de défaut (PE 1)	Z <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,167	0,140	0,144	0,110	0,086	0,066	0,049	0,040	0,036
Impédance de la boucle de défaut (PE 2)	Z <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,149	0,128	0,132	0,099	0,078	0,059	0,042	0,034	0,032
Impédance de la boucle de défaut (PE 3)	Z <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,154	0,132	0,135	0,102	0,080	0,061	0,044	0,036	0,033
Résistance homopolaire phase - N	R <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,306	0,257	0,257	0,238	0,172	0,140	0,107	0,080	0,070
Réactance homopolaire phase - N	X <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,174	0,160	0,160	0,128	0,106	0,108	0,083	0,073	0,060
Impédance homopolaire phase - N	Z <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,352	0,303	0,303	0,270	0,202	0,177	0,135	0,108	0,092
Résistance homopolaire phase - PE	R <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,468	0,387	0,387	0,246	0,213	0,173	0,113	0,107	0,070
Réactance homopolaire phase - PE	X <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,263	0,229	0,229	0,191	0,175	0,212	0,155	0,148	0,146
Impédance homopolaire phase - PE	Z <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,537	0,450	0,450	0,311	0,276	0,274	0,192	0,183	0,162
Chute de tension avec charges uniformément réparties u = K · L · I <sub>g</sub> · 10 <sup>-6</sup> (V)	cosφ = 0,70	65,1	49,5	52,5	43,3	33,6	26,3	18,8	15,9	14,2
	cosφ = 0,75	67,7	51,5	54,7	45,1	34,7	27,2	19,6	16,5	14,6
	cosφ = 0,80	70,1	53,3	56,8	46,7	35,7	28,0	20,4	17,1	15,1
	cosφ = 0,85	72,3	55,1	58,7	48,2	36,6	28,7	21,1	17,6	15,4
	cosφ = 0,90	74,1	56,5	60,4	49,4	37,3	29,2	21,7	18,0	15,7
	cosφ = 0,95	75,3	57,5	61,6	50,3	37,6	29,4	22,1	18,2	15,8
cosφ = 1,00	72,7	55,6	60,0	48,6	35,6	27,8	21,6	17,4	14,9	
Poids (PE 1)	p (kg/m)	21,6	21,3	21,3	23,4	25,4	38,4	54,6	65,4	78,4
Poids (PE 2)	p (kg/m)	23,0	22,8	22,8	26,4	28,6	41,4	60,1	72,1	84,9
Poids (PE 3)	p (kg/m)	20,6	20,4	20,4	24,0	25,5	37,4	53,1	64,0	76,0
Pouvoir calorifique vis-à-vis du feu	(kWh/m)	5,6	6,9	6,9	7,5	10,6	13,1	20,0	23,8	26,3
Degré de protection (IEC EN 60529)	IP	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Classe de résistance thermique des matériaux isolants	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*
Pertes par effet Joule à intensité nominale	P (W/m)	100	123	208	263	315	386	468	618	827
Température ambiante min/max	(°C)	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50

\* Classe F (155 °C) disponible sur demande



PE 1

Version standard



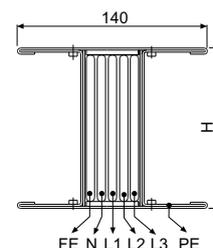
PE 2

Terre renforcée cuivre



PE 3

Terre renforcée alu



## Canalisations SCP cuivre (3P + N + PE + FE)

Courant assigné	$I_n$ (A)	Barres simples						Barres doubles		
		800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000
Dimensions extérieures	L x H (mm)	140x130	140x130	140x130	140x170	140x170	140x220	140x380	140x480	130x480
Tension d'utilisation	$U_e$ (V)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Tension d'isolement	$U_i$ (V)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Fréquence d'utilisation	f (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Courant de courte durée admissible en défaut triphasé (1s)	$I_{CW}$ (kA)rms	45	50	60	85	88	88	170	176	176
Courant de crête admissible en défaut triphasé	$I_{pk}$ (kA)	95	110	132	187	194	194	374	387	387
Courant de courte durée admissible en défaut sur 1 phase (1s)	$I_{CW}$ (kA)rms	27	30	36	51	53	53	102	106	106
Courant de crête admissible en défaut sur 1 phase	$I_{pk}$ (kA)	57	66	79	112	116	116	224	232	232
Contrainte thermique admissible en défaut triphasé	$I^2t$ (MA <sup>2</sup> s)	2025	2500	3600	7225	7744	7744	28900	30976	30976
Résistance des phases	$R_{20}$ (mΩ/m)	0,041	0,032	0,032	0,024	0,020	0,016	0,012	0,010	0,008
Réactance des phases (50 Hz)	X (mΩ/m)	0,023	0,017	0,017	0,015	0,014	0,011	0,007	0,006	0,006
Impédance des phases	Z (mΩ/m)	0,047	0,037	0,037	0,028	0,024	0,019	0,014	0,012	0,010
Résistance des phases à l'équilibre thermique	$R_t$ (mΩ/m)	0,045	0,037	0,040	0,029	0,024	0,019	0,015	0,013	0,010
Impédance des phases à l'équilibre thermique	$R_{20}$ (mΩ/m)	0,023	0,017	0,017	0,015	0,014	0,011	0,007	0,006	0,006
Résistance du neutre	Z (mΩ/m)	0,041	0,032	0,032	0,024	0,020	0,016	0,012	0,010	0,008
Résistance de la terre fonctionnelle (FE)	$R_{20}$ (mΩ/m)	0,041	0,032	0,032	0,024	0,020	0,016	0,012	0,010	0,008
Réactance de la terre fonctionnelle (FE)	X (mΩ/m)	0,023	0,017	0,017	0,015	0,014	0,011	0,007	0,006	0,006
Résistance du conducteur de protection (PE 1)	$R_{PE}$ (mΩ/m)	0,125	0,125	0,125	0,113	0,113	0,101	0,075	0,069	0,065
Résistance du conducteur de protection (PE 2)	$R_{PE}$ (mΩ/m)	0,036	0,036	0,036	0,028	0,028	0,023	0,014	0,012	0,011
Résistance du conducteur de protection (PE 3)	$R_{PE}$ (mΩ/m)	0,050	0,050	0,050	0,041	0,041	0,033	0,021	0,018	0,017
Réactance du conducteur de protection (50 Hz)	$X_{PE}$ (mΩ/m)	0,054	0,054	0,054	0,044	0,044	0,032	0,022	0,017	0,016
Résistance de la boucle de défaut (PE 1)	$R_o$ (mΩ/m)	0,170	0,162	0,165	0,142	0,137	0,120	0,090	0,082	0,075
Résistance de la boucle de défaut (PE 2)	$R_o$ (mΩ/m)	0,081	0,073	0,076	0,057	0,052	0,042	0,029	0,025	0,021
Résistance de la boucle de défaut (PE 3)	$R_o$ (mΩ/m)	0,095	0,087	0,090	0,070	0,065	0,052	0,036	0,031	0,027
Réactance de la boucle de défaut (50 Hz)	$X_o$ (mΩ/m)	0,077	0,071	0,071	0,059	0,058	0,043	0,029	0,023	0,022
Impédance de la boucle de défaut (PE 1)	$Z_o$ (mΩ/m)	0,186	0,177	0,179	0,154	0,149	0,128	0,094	0,085	0,078
Impédance de la boucle de défaut (PE 2)	$Z_o$ (mΩ/m)	0,111	0,102	0,104	0,082	0,078	0,060	0,041	0,034	0,030
Impédance de la boucle de défaut (PE 3)	$Z_o$ (mΩ/m)	0,122	0,112	0,114	0,092	0,087	0,068	0,046	0,039	0,035
Résistance homopolaire phase - N	$R_o$ (mΩ/m)	0,170	0,155	0,155	0,115	0,120	0,098	0,083	0,071	0,062
Réactance homopolaire phase - N	$X_o$ (mΩ/m)	0,159	0,151	0,151	0,114	0,098	0,065	0,056	0,055	0,042
Impédance homopolaire phase - N	$Z_o$ (mΩ/m)	0,233	0,216	0,216	0,162	0,155	0,118	0,100	0,090	0,075
Résistance homopolaire phase - PE	$R_o$ (mΩ/m)	0,507	0,429	0,429	0,331	0,283	0,221	0,177	0,178	0,144
Réactance homopolaire phase - PE	$X_o$ (mΩ/m)	0,201	0,177	0,177	0,143	0,150	0,124	0,111	0,094	0,086
Impédance homopolaire phase - PE	$Z_o$ (mΩ/m)	0,545	0,464	0,464	0,361	0,320	0,253	0,209	0,201	0,168
Chute de tension avec charges uniformément réparties $u = K \cdot L \cdot I_B \cdot 10^{-4}$ (V)	$\cos\phi = 0,70$	41,3	33,0	34,6	27,1	23,5	18,5	13,2	11,5	9,8
	$\cos\phi = 0,75$	42,1	33,8	35,5	27,7	23,9	18,8	13,5	11,8	9,9
	$\cos\phi = 0,80$	42,8	34,5	36,3	28,1	24,2	19,1	13,8	12,1	10,0
	$\cos\phi = 0,85$	43,3	35,0	37,0	28,4	24,4	19,2	14,0	12,2	10,1
	$\cos\phi = 0,90$	43,4	35,3	37,3	28,5	24,4	19,2	14,1	12,3	10,1
	$\cos\phi = 0,95$	42,9	35,1	37,2	28,2	23,9	18,8	14,0	12,2	9,8
$\cos\phi = 1,00$	38,6	32,1	34,4	25,4	21,2	16,7	12,7	11,2	8,7	
Poids (PE 1)	p (kg/m)	31	31	31	42	46	69	84	101	126
Poids (PE 2)	p (kg/m)	35	35	35	47	51	70	94	114	139
Poids (PE 3)	p (kg/m)	33	32	32	44	48	66	87	105	130
Pouvoir calorifique vis-à-vis du feu	(kWh/m)	5,6	6,9	6,9	7,5	10,6	13,1	20,0	23,8	26,3
Degré de protection (IEC EN 60529)	IP	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Classe de résistance thermique des matériaux isolants		B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*
Pertes par effet Joule à intensité nominale	P (W/m)	86	111	186	225	294	361	451	619	750
Température ambiante min/max	(°C)	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50

\* Classe F (155 °C) disponible sur demande



PE 1

Version standard



PE 2

Terre renforcée cuivre



PE 3

Terre renforcée alu

# Les canalisations électriques préfabriquées (suite)

## Canalisations SCP aluminium "double neutre" (3P + 2N + PE)

Courant assigné	In (A)	Barres simples						Barres doubles		
		630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000
Dimensions extérieures	L x H (mm)	140x130	140x130	140x130	140x130	140x170	140x220	140x380	140x440	140x480
Tension d'utilisation	U <sub>e</sub> (V)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Tension d'isolement	U <sub>i</sub> (V)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Fréquence d'utilisation	f (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Courant de courte durée admissible en défaut triphasé (1s)	I <sub>CW</sub> (kA)rms	36	42	50	75	80	80	150	160	160
Courant de crête admissible en défaut triphasé	I <sub>pk</sub> (kA)	76	88	110	165	176	176	330	352	352
Courant de courte durée admissible en défaut sur 1 phase (1s)	I <sub>CW</sub> (kA)rms	22	25	30	45	48	48	90	96	96
Courant de crête admissible en défaut sur 1 phase	I <sub>pk</sub> (kA)	48	55	66	99	106	106	198	211	211
Courant de protection de courte durée admissible (1 s)	I <sub>CW</sub> (kA)rms	22	25	30	45	48	48	90	96	96
Courant de crête admissible pour le circuit de protection	I <sub>pk</sub> (kA)	48	55	66	99	106	106	198	211	211
Contrainte thermique admissible en défaut triphasé	I <sup>2</sup> t (MA <sup>2</sup> s)	1296	1764	2500	5625	6400	6400	22500	25600	25600
Résistance des phases	R <sub>20</sub> (mΩ/m)	0,077	0,058	0,058	0,047	0,035	0,027	0,022	0,017	0,014
Réactance des phases (50 Hz)	X (mΩ/m)	0,023	0,017	0,017	0,015	0,014	0,011	0,006	0,006	0,006
Impédance des phases	Z (mΩ/m)	0,080	0,060	0,060	0,049	0,037	0,029	0,022	0,018	0,015
Résistance des phases à l'équilibre thermique	R <sub>t</sub> (mΩ/m)	0,084	0,064	0,069	0,056	0,041	0,032	0,025	0,020	0,017
Impédance des phases à l'équilibre thermique	Z (mΩ/m)	0,087	0,066	0,071	0,058	0,043	0,034	0,026	0,021	0,018
Résistance du neutre	R <sub>20</sub> (mΩ/m)	0,038	0,029	0,029	0,023	0,017	0,013	0,011	0,008	0,007
Résistance du conducteur de protection (PE 1)	R <sub>PE</sub> (mΩ/m)	0,121	0,121	0,121	0,121	0,110	0,098	0,074	0,068	0,064
Résistance du conducteur de protection (PE 2)	R <sub>PE</sub> (mΩ/m)	0,035	0,035	0,035	0,035	0,028	0,023	0,014	0,012	0,011
Résistance du conducteur de protection (PE 3)	R <sub>PE</sub> (mΩ/m)	0,050	0,050	0,050	0,050	0,040	0,033	0,020	0,018	0,017
Réactance du conducteur de protection (50 Hz)	X <sub>PE</sub> (mΩ/m)	0,080	0,078	0,078	0,048	0,039	0,028	0,020	0,015	0,016
Résistance de la boucle de défaut (PE 1)	R <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,205	0,185	0,190	0,177	0,151	0,130	0,099	0,088	0,081
Résistance de la boucle de défaut (PE 2)	R <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,119	0,099	0,104	0,091	0,069	0,055	0,039	0,032	0,028
Résistance de la boucle de défaut (PE 3)	R <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,134	0,114	0,119	0,106	0,081	0,065	0,045	0,038	0,034
Réactance de la boucle de défaut (50 Hz)	X <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,10	0,10	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02
Impédance de la boucle de défaut (PE 1)	Z <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,229	0,208	0,213	0,188	0,160	0,136	0,102	0,091	0,084
Impédance de la boucle de défaut (PE 2)	Z <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,157	0,137	0,141	0,111	0,087	0,068	0,047	0,038	0,036
Impédance de la boucle de défaut (PE 3)	Z <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,169	0,149	0,152	0,123	0,097	0,076	0,052	0,044	0,041
Résistance homopolaire phase - N	R <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,147	0,135	0,135	0,132	0,129	0,126	0,084	0,063	0,048
Réactance homopolaire phase - N	X <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,198	0,180	0,180	0,166	0,160	0,190	0,135	0,165	0,103
Impédance homopolaire phase - N	Z <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,247	0,225	0,225	0,212	0,206	0,228	0,159	0,177	0,114
Résistance homopolaire phase - PE	R <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,581	0,519	0,519	0,369	0,321	0,270	0,217	0,196	0,164
Réactance homopolaire phase - PE	X <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,263	0,229	0,229	0,191	0,175	0,212	0,155	0,148	0,146
Impédance homopolaire phase - PE	Z <sub>o</sub> (mΩ/m)	0,638	0,567	0,567	0,416	0,366	0,343	0,267	0,246	0,220
Chute de tension avec charges uniformément réparties u = K · L · I <sub>g</sub> · 10 <sup>-6</sup> (V)	cos φ = 0,70	65,1	49,5	52,5	43,3	33,6	26,3	18,8	15,9	14,2
	cos φ = 0,75	67,7	51,5	54,7	45,1	34,7	27,2	19,6	16,5	14,6
	cos φ = 0,80	70,1	53,3	56,8	46,7	35,7	28,0	20,4	17,1	15,1
	cos φ = 0,85	72,3	55,1	58,7	48,2	36,6	28,7	21,1	17,6	15,4
	cos φ = 0,90	74,1	56,5	60,4	49,4	37,3	29,2	21,7	18,0	15,7
	cos φ = 0,95	75,3	57,5	61,6	50,3	37,6	29,4	22,1	18,2	15,8
cos φ = 1,00	72,7	55,6	60,0	48,6	35,6	27,8	21,6	17,4	14,9	
Poids (PE 1)	p (kg/m)	21,6	21,3	21,3	23,4	25,4	38,4	54,6	65,4	78,4
Poids (PE 2)	p (kg/m)	23,0	22,8	22,8	26,4	28,6	41,4	60,1	72,1	84,9
Poids (PE 3)	p (kg/m)	20,6	20,4	20,4	24,0	25,5	37,4	53,1	64,0	76,0
Pouvoir calorifique vis-à-vis du feu	(kWh/m)	5,6	6,9	6,9	7,5	10,6	13,1	20,0	23,8	26,3
Degré de protection (IEC EN 60529)	IP	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Classe de résistance thermique des matériaux isolants		B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*
Pertes par effet Joule à intensité nominale	P (W/m)	100	123	208	263	315	386	468	618	827
Température ambiante min/max	(°C)	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50

\* Classe F (155 °C) disponible sur demande



PE 1

Version standard



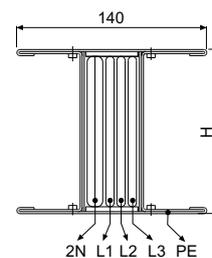
PE 2

Terre renforcée cuivre



PE 3

Terre renforcée alu



## Canalisations SCP cuivre "double neutre" (3P + 2N + PE)

		Barres simples						Barres doubles		
Courant assigné	$I_n$ (A)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200	4000	5000
Dimensions extérieures	L x H (mm)	140x130	140x130	140x130	140x170	140x170	140x220	140x380	140x440	140x480
Tension d'utilisation	$U_e$ (V)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Tension d'isolement	$U_i$ (V)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Fréquence d'utilisation	f (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Courant de courte durée admissible en défaut triphasé (1s)	$I_{CW}$ (kA)rms	45	50	60	85	88	88	170	176	176
Courant de crête admissible en défaut triphasé	$I_{pk}$ (kA)	95	110	132	187	194	194	374	387	387
Courant de courte durée admissible en défaut sur 1 phase (1s)	$I_{CW}$ (kA)rms	27	30	36	51	53	53	102	106	106
Courant de crête admissible en défaut sur 1 phase	$I_{pk}$ (kA)	57	66	79	112	116	116	224	232	232
Courant de protection de courte durée admissible (1 s)	$I_{CW}$ (kA)rms	27	30	36	51	53	53	102	106	106
Courant de crête admissible pour le circuit de protection	$I_{pk}$ (kA)	57	66	79	112	116	116	224	232	232
Contrainte thermique admissible en défaut triphasé	$I^2t$ (MA <sup>2</sup> s)	2025	2500	3600	7225	7744	7744	28900	30976	30976
Résistance des phases	$R_{20}$ (mΩ/m)	0,041	0,032	0,032	0,024	0,020	0,016	0,012	0,010	0,008
Réactance des phases (50 Hz)	X (mΩ/m)	0,023	0,017	0,017	0,015	0,014	0,011	0,007	0,006	0,006
Impédance des phases	Z (mΩ/m)	0,0471	0,0365	0,0365	0,0284	0,0244	0,019	0,0143	0,012	0,0101
Résistance des phases à l'équilibre thermique	$R_t$ (mΩ/m)	0,0446	0,037	0,0397	0,0293	0,0245	0,0192	0,0147	0,0129	0,01
Impédance des phases à l'équilibre thermique	Z (mΩ/m)	0,023	0,017	0,017	0,015	0,014	0,011	0,007	0,006	0,006
Résistance du neutre	$R_{20}$ (mΩ/m)	0,0205	0,0162	0,0162	0,012	0,01	0,0078	0,0062	0,0052	0,0041
Résistance du conducteur de protection (PE 1)	$R_{PE}$ (mΩ/m)	0,125	0,125	0,125	0,113	0,113	0,101	0,075	0,069	0,065
Résistance du conducteur de protection (PE 2)	$R_{PE}$ (mΩ/m)	0,036	0,036	0,036	0,028	0,028	0,023	0,014	0,012	0,011
Résistance du conducteur de protection (PE 3)	$R_{PE}$ (mΩ/m)	0,05	0,05	0,05	0,041	0,041	0,033	0,021	0,018	0,017
Réactance du conducteur de protection (50 Hz)	$X_{PE}$ (mΩ/m)	0,054	0,054	0,054	0,044	0,044	0,032	0,022	0,017	0,016
Résistance de la boucle de défaut (PE 1)	$R_o$ (mΩ/m)	0,170	0,162	0,1647	0,1423	0,1375	0,1202	0,0897	0,0819	0,075
Résistance de la boucle de défaut (PE 2)	$R_o$ (mΩ/m)	0,081	0,073	0,0757	0,0573	0,0525	0,0422	0,0287	0,0249	0,021
Résistance de la boucle de défaut (PE 3)	$R_o$ (mΩ/m)	0,946	0,087	0,0897	0,0703	0,0655	0,0522	0,0357	0,0309	0,027
Réactance de la boucle de défaut (50 Hz)	$X_o$ (mΩ/m)	0,077	0,071	0,071	0,059	0,058	0,043	0,029	0,023	0,022
Impédance de la boucle de défaut (PE 1)	$Z_o$ (mΩ/m)	0,186	0,177	0,179	0,154	0,149	0,128	0,094	0,085	0,078
Impédance de la boucle de défaut (PE 2)	$Z_o$ (mΩ/m)	0,111	0,102	0,104	0,082	0,078	0,060	0,041	0,034	0,030
Impédance de la boucle de défaut (PE 3)	$Z_o$ (mΩ/m)	0,122	0,112	0,114	0,092	0,087	0,068	0,046	0,039	0,035
Résistance homopolaire phase - N	$R_o$ (mΩ/m)	0,128	0,125	0,125	0,121	0,117	0,094	0,088	0,065	0,046
Réactance homopolaire phase - N	$X_o$ (mΩ/m)	0,184	0,152	0,152	0,143	0,127	0,122	0,078	0,076	0,073
Impédance homopolaire phase - N	$Z_o$ (mΩ/m)	0,2241	0,1968	0,1968	0,1873	0,1727	0,154	0,1176	0,100	0,0863
Résistance homopolaire phase - PE	$R_o$ (mΩ/m)	0,507	0,429	0,429	0,331	0,283	0,221	0,177	0,178	0,144
Réactance homopolaire phase - PE	$X_o$ (mΩ/m)	0,201	0,177	0,177	0,143	0,15	0,124	0,111	0,094	0,086
Impédance homopolaire phase - PE	$Z_o$ (mΩ/m)	0,545	0,4641	0,4641	0,3606	0,3203	0,2534	0,2089	0,2013	0,1677
Chute de tension avec charges uniformément réparties $u = K \cdot L \cdot I_B \cdot 10^{-4}$ (V)	$\cos\phi = 0,70$	41,3	33,0	34,6	27,1	23,5	18,5	13,2	11,5	9,8
	$\cos\phi = 0,75$	42,1	33,8	35,5	27,7	23,9	18,8	13,5	11,8	9,9
	$\cos\phi = 0,80$	42,8	34,5	36,3	28,1	24,2	19,1	13,8	12,1	10,0
	$\cos\phi = 0,85$	43,3	35,0	37,0	28,4	24,4	19,2	14,0	12,2	10,1
	$\cos\phi = 0,90$	43,4	35,3	37,3	28,5	24,4	19,2	14,1	12,3	10,1
	$\cos\phi = 0,95$	42,9	35,1	37,2	28,2	23,9	18,8	14,0	12,2	9,8
$\cos\phi = 1,00$	38,6	32,1	34,4	25,4	21,2	16,7	12,7	11,2	8,7	
Poids (PE 1)	p (kg/m)	39	39	39	53	58	86	105	126	158
Poids (PE 2)	p (kg/m)	41	41	41	55	60	83	111	134	165
Poids (PE 3)	p (kg/m)	38	38	38	52	57	79	104	126	157
Pouvoir calorifique vis-à-vis du feu	(kWh/m)	5,6	6,9	6,9	10,0	10,3	13,1	20,0	23,8	26,3
Degré de protection (IEC EN 60529)	IP	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Classe de résistance thermique des matériaux isolants		B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*	B/F*
Pertes par effet Joule à intensité nominale	P (W/m)	86	111	186	225	294	361	451	619	750
Température ambiante min/max	(°C)	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50	-5/50

\* Classe F (155 °C) disponible sur demande



PE 1

Version standard



PE 2

Terre renforcée cuivre



PE 3

Terre renforcée alu

# Les canalisations électriques préfabriquées (suite)

## LES CANALISATIONS DE MOYENNE PUISSANCE

Legrand propose trois gammes de canalisations de moyenne puissance :

- **MR** : idéale pour la distribution horizontale ou en colonne montante dans les bâtiments tertiaires et industriels.
- **MS** : plus adaptée aux sites industriels petits et moyens pour l'alimentation d'ateliers et de machines.
- **TS** : spécialement conçue pour alimenter les équipements mobiles (ponts roulants, lignes d'assemblage...)

### 1 LES CANALISATIONS MR

#### 1.1 Applications

Ces canalisations sont utilisées pour le transport et la distribution de moyenne puissance. Elles permettent de réaliser une distribution horizontale ou verticale (colonnes montantes). Elles peuvent s'employer aussi bien dans les locaux industriels que dans les bâtiments tertiaires (usines, banques, centres commerciaux et d'affaires...).

#### 1.2 Caractéristiques générales

- Rapidité, flexibilité et simplicité, autant pour l'étude que pour la mise en œuvre du système.
- Deux versions disponibles selon la nature des barres conductrices :
  - cuivre électrolytique pur à 99,9 % ;
  - alliage d'aluminium traité sur toute la surface par procédés galvaniques (plaquage cuivre + étamage).
- Courant assigné de 160 à 1 000 A avec conducteurs aluminium et de 250 à 1 000 A avec conducteurs cuivre (les courants assignés sont donnés pour une température ambiante moyenne de 40 °C).
- Conformité avec les normes IEC 60439-1 et 60439-2
- Enveloppe en acier galvanisé à chaud assurant la continuité électrique (peinture RAL sur demande).
- Degré de protection :
  - avec obturateurs de fenêtre installés : IP 55
  - sans les obturateurs : IP 52
  - canalisations à plat : IP 40.
- Maintien et espacement des barres par des supports isolants en résine renforcée de fibres de verre.

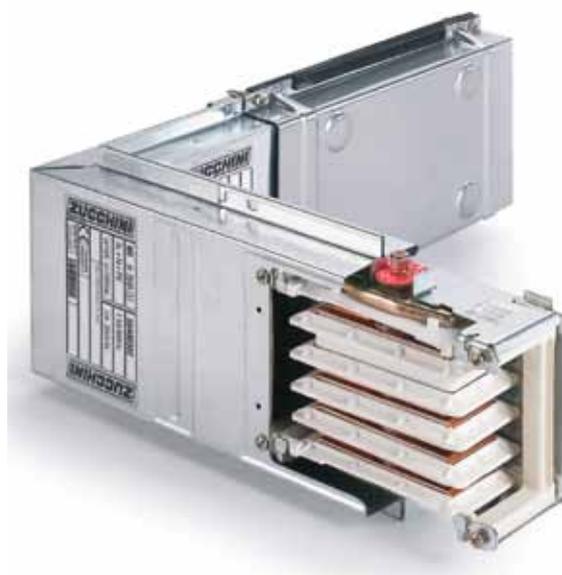
- Nombre de conducteurs (sections identiques) : 4 (3P + N) ou 5 pour la version MRf (3P + N + PE).
- Conducteur de protection (PE) constitué par l'enveloppe en acier galvanisé.
- Raccordement électrique entre les éléments par monoblocs de jonction munis de boulons sécables à couple prédéterminé.
- Comportement au feu conforme à la norme IEC 60332-3 et matériaux isolants sans halogène.

#### 1.3 Composition du système

La gamme MR est un système complet qui répond à tous les besoins de transport et de distribution de l'énergie jusqu'à 1 000 A.

##### > Éléments de transport

Tous les éléments se raccordent entre eux grâce aux monoblocs de jonction préinstallés.



Coude à 90° avec monobloc de jonction

- Éléments droits sans fenêtre de dérivation (longueur standard 3 m).
- Éléments droits (longueur 3 m) avec fenêtres de dérivation disposées tout les 1 m des deux côtés de la canalisation ou tout les 0,5 m sur une seule face.
- Éléments droits sur mesure (de 0,6 à 3 m) avec ou sans fenêtres de dérivation.
- Coudes à 90° horizontaux et verticaux, dimensions standards ou sur mesure.
- Éléments en T, en croix, doubles coudes avec toutes les combinaisons d'orientation possibles.
- Embouts de fermeture pour assurer le degré de protection IP 55 à l'extrémité de la canalisation.

#### > Boîtiers et épanouisseurs d'alimentation

Ils permettent d'alimenter la canalisation par câbles ou directement à partir d'un transformateur. Les boîtiers intermédiaires permettent d'alimenter la canalisation en n'importe quel point.



**Boîtier d'alimentation d'extrémité**

#### > Boîtiers de dérivation

La gamme MR offre un large choix de boîtiers de dérivation, avec rail DIN à équiper, prééquipés de porte-fusibles, prééquipés et précâblés avec prises 3P+N, avec dispositif de sectionnement sur le couvercle. Ils sont deux types :

- boîtiers débrochables ou plug-in de 63 à 630 A. Ils se montent sur les fenêtres de dérivation et peuvent être connectés et déconnectés sous tension.

- Boîtiers fixes boulonnés sur la canalisation (630 à 1 000 A). Ils utilisent la connexion monobloc entre les éléments. Leur mise en place et leur dépose ne peut se faire que lorsque la canalisation est hors tension



**Boîtier de dérivation débrochable**

#### > Accessoires de fixation

- Brides de suspension permettant l'installation avec tous les types de supports : suspentes pour fixation en plafond, entretoises, bras ajustables pour fixation murale, supports avec attaches pour fixation sur poutrelles...
- Supports de suspension spéciaux pour colonne montante.



**Les supports doivent être disposés tous 2 mètres**

# Les canalisations électriques préfabriquées (suite)

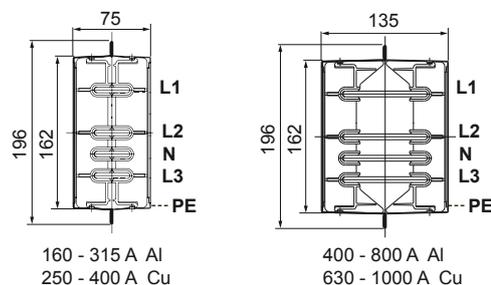
## 1.4 Caractéristiques techniques

Canalisations MR 4 conducteurs aluminium								
Courant assigné à 40 °C	$I_n$ (A)	160	250	315	400	500	630	800
Tension d'utilisation	$U_e$ (V)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Tension d'isolement	$U_i$ (V)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Fréquence d'utilisation	$f$ (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Courant de courte durée admissible en défaut triphasé (1 s)	$I_{CW}$ (kA) <sub>rms</sub>	15*	25*	25*	25	30	36	36
Contrainte thermique admissible en défaut triphasé	$I^2t$ (MA <sup>2</sup> s)	23	63	63	625	900	1296	1296
Courant de crête admissible en défaut triphasé	$I_{pk}$ (kA)	30	53	53	53	63	76	76
Courant de courte durée admissible en défaut phase-N (1 s)	$I_{CW}$ (kA) <sub>rms</sub>	9*	15*	15*	15	18	22	22
Courant de crête admissible en défaut phase-N	$I_{pk}$ (kA)	15	30	30	30	36	45	45
Courant de courte durée admissible en défaut sur phase-PE (1 s)	$I_{CW}$ (kA) <sub>rms</sub>	9*	15*	15*	15	18	22	22
Courant de crête admissible en défaut phase-PE	$I_{pk}$ (kA)	15	30	30	30	36	45	45
Résistance des phases à 20 °C	$R_{20}$ (mΩ/m)	0,492	0,328	0,197	0,120	0,077	0,060	0,052
Résistance des phases à l'équilibre thermique (40 °C)	$R_t$ (mΩ/m)	0,665	0,443	0,266	0,163	0,104	0,081	0,070
Réactance des phases (50 Hz)	$X$ (mΩ/m)	0,260	0,202	0,186	0,130	0,110	0,097	0,096
Résistance du neutre à 20 °C	$R_{n20}$ (mΩ/m)	0,492	0,328	0,197	0,120	0,077	0,060	0,052
Réactance du neutre (50 Hz)	$X_n$ (mΩ/m)	0,260	0,202	0,186	0,130	0,110	0,097	0,096
Résistance du conducteur de protection	$R_{PE}$ (mΩ/m)	0,341	0,341	0,341	0,283	0,283	0,283	0,283
Réactance du conducteur de protection (50 Hz)	$X_{PE}$ (mΩ/m)	0,220	0,220	0,220	0,180	0,180	0,180	0,180
Résistance de la boucle de défaut phase-PE	RPh-Pe fault loop (mΩ/m)	1,006	0,784	0,607	0,445	0,387	0,364	0,353
Réactance de la boucle de défaut phase-PE (50 Hz)	XRPh-Pe fault loop (mΩ/m)	0,480	0,414	0,396	0,333	0,333	0,283	0,275
Résistance de la boucle de défaut phase-neutre	RPh-N fault loop (mΩ/m)	1,157	0,771	0,463	0,283	0,181	0,141	0,121
Réactance de la boucle de défaut phase-neutre (50 Hz)	XRPh-N fault loop (mΩ/m)	0,480	0,422	0,406	0,310	0,290	0,277	0,276
Chute de tension linéique avec charges uniformément réparties (K) (voir page 51)	$(V/m/A)10^{-3} \cos\phi = 0,70$	0,564	0,394	0,276	0,179	0,131	0,109	0,102
	$(V/m/A)10^{-3} \cos\phi = 0,75$	0,581	0,404	0,279	0,180	0,130	0,108	0,100
	$(V/m/A)10^{-3} \cos\phi = 0,80$	0,596	0,412	0,281	0,180	0,129	0,107	0,098
	$(V/m/A)10^{-3} \cos\phi = 0,85$	0,608	0,418	0,281	0,179	0,127	0,104	0,095
	$(V/m/A)10^{-3} \cos\phi = 0,90$	0,616	0,422	0,277	0,176	0,122	0,100	0,091
	$(V/m/A)10^{-3} \cos\phi = 0,95$	0,617	0,419	0,269	0,169	0,115	0,093	0,083
	$(V/m/A)10^{-3} \cos\phi = 1,00$	0,576	0,384	0,230	0,141	0,090	0,070	0,060
Pertes par effet Joule à intensité nominale	$P$ (W/m)	51	83	79	78	78	97	134
Pouvoir calorifique vis-à-vis du feu	(kWh/m)	1,3	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8	1,8
Poids	$p$ (kg/m)	7,4	7,7	8,4	10,7	12,3	13,8	14,7
Dimensions extérieures	LxH (mm)	76x195	76x195	76x195	136x195	136x195	136x195	136x195
Degré de protection	IP	52-55	52-55	52-55	52-55	52-55	52-55	52-55
Résistance mécanique de l'enveloppe	IK	10	10	10	10	10	10	10

\* Valeurs pour 0,1 s

$I_n$  : courant assigné pour une température ambiante de 40 °C  
 Pour une utilisation à une température ambiante différente, voir page 50

Conforme aux normes : IEC 60439-1 et 2 (évolution vers IEC 61439-6, voir page 74), DIN VDE 0660 partie 500 et 502  
 Produit utilisable en ambiance humide (IEC 60068-2-3, IEC 60068-2-30)



### Canalisations MR 4 conducteurs cuivre

	$I_n$ (A)	250	315	400	630	800	1000
Courant assigné à 40 °C	$I_n$ (A)	250	315	400	630	800	1000
Tension d'utilisation	$U_e$ (V)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Tension d'isolement	$U_i$ (V)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Fréquence d'utilisation	$f$ (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Courant de courte durée admissible en défaut triphasé (1 s)	$I_{CW}$ (kA) <sub>rms</sub>	25*	25*	30*	36	36	36
Contrainte thermique admissible en défaut triphasé	$I^2t$ (MA <sup>2</sup> s)	63	63	90	1296	1296	1296
Courant de crête admissible en défaut triphasé	$I_{pk}$ (kA)	53	53	63	76	76	76
Courant de courte durée admissible en défaut phase-N (1 s)	$I_{CW}$ (kA) <sub>rms</sub>	15*	15*	18*	22	22	22
Courant de crête admissible en défaut phase-N	$I_{pk}$ (kA)	30	30	36	45	45	45
Courant de courte durée admissible en défaut sur phase-PE (1 s)	$I_{CW}$ (kA) <sub>rms</sub>	15*	15*	18*	22	22	22
Courant de crête admissible en défaut phase-PE	$I_{pk}$ (kA)	30	30	36	45	45	45
Résistance des phases à 20 °C	$R_{20}$ (mΩ/m)	0,237	0,180	0,096	0,061	0,040	0,032
Résistance des phases à l'équilibre thermique (40 °C)	$R_t$ (mΩ/m)	0,320	0,243	0,129	0,082	0,053	0,043
Réactance des phases (50 Hz)	$X$ (mΩ/m)	0,205	0,188	0,129	0,122	0,122	0,120
Résistance du neutre à 20 °C	$R_{N20}$ (mΩ/m)	0,237	0,180	0,096	0,061	0,040	0,032
Réactance du neutre (50 Hz)	$X_n$ (mΩ/m)	0,205	0,188	0,129	0,122	0,122	0,120
Résistance du conducteur de protection	$R_{PE}$ (mΩ/m)	0,336	0,336	0,336	0,279	0,279	0,279
Réactance du conducteur de protection (50 Hz)	$X_{PE}$ (mΩ/m)	0,220	0,220	0,220	0,180	0,180	0,180
Résistance de la boucle de défaut phase-PE	RPh-Pe fault loop (mΩ/m)	0,657	0,579	0,466	0,361	0,332	0,322
Réactance de la boucle de défaut phase-PE (50 Hz)	XRPh-Pe fault loop (mΩ/m)	0,425	0,408	0,349	0,302	0,302	0,300
Résistance de la boucle de défaut phase-neutre	RPh-N fault loop (mΩ/m)	0,558	0,423	0,225	0,143	0,093	0,074
Réactance de la boucle de défaut phase-neutre (50 Hz)	XRPh-N fault loop (mΩ/m)	0,425	0,408	0,349	0,302	0,302	0,300
Chute de tension linéique avec charges uniformément réparties (K) (voir page 51)	$(V/m/A)10^{-3} \cos\phi = 0,70$	0,321	0,263	0,158	0,125	0,108	0,100
	$(V/m/A)10^{-3} \cos\phi = 0,75$	0,326	0,265	0,158	0,123	0,105	0,096
	$(V/m/A)10^{-3} \cos\phi = 0,80$	0,329	0,266	0,157	0,120	0,100	0,092
	$(V/m/A)10^{-3} \cos\phi = 0,85$	0,329	0,264	0,154	0,116	0,095	0,086
	$(V/m/A)10^{-3} \cos\phi = 0,90$	0,327	0,260	0,149	0,110	0,088	0,079
	$(V/m/A)10^{-3} \cos\phi = 0,95$	0,319	0,251	0,141	0,101	0,077	0,068
	$(V/m/A)10^{-3} \cos\phi = 1,00$	0,277	0,210	0,112	0,071	0,046	0,037
Pertes par effet Joule à intensité nominale	$P$ (W/m)	60	72	62	98	103	128
Pouvoir calorifique vis-à-vis du feu	(kWh/m)	1,3	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8
Poids	$p$ (kg/m)	9,3	10,2	13,3	18,2	23,9	27,9
Dimensions extérieures	$L \times H$ (mm)	76x195	76x195	76x195	136x195	136x195	136x195
Degré de protection	IP	52-55	52-55	52-55	52-55	52-55	52-55
Résistance mécanique de l'enveloppe	IK	10	10	10	10	10	10

\* Valeurs pour 0,1 s

$I_n$  : courant assigné pour une température ambiante de 40 °C  
Pour une utilisation à une température ambiante différente, voir page 50

Conforme aux normes : IEC 60439-1 et 2 (évolution vers IEC 61439-6, voir page 74), DIN VDE 0660 partie 500 et 502  
Produit utilisable en ambiance humide (IEC 60068-2-3, IEC 60068-2-30)

# Les canalisations électriques préfabriquées (suite)

## 2 LES CANALISATIONS MS

### 2.1 Applications

Ces canalisations sont utilisées pour la distribution d'énergie de moyenne puissance. Elles sont idéales pour alimenter des machines dans un atelier par exemple.

### 2.2 Caractéristiques générales

- Rapidité, flexibilité et simplicité, aussi bien pour l'étude que pour la mise en œuvre du système.
- Construction très robuste avec des dimensions réduites (39 x 97 mm).
- Courant assigné : 63, 100 et 160 A à 40 °C.
- Conformité avec les normes IEC 60439-1 et 60439-2
- Enveloppe en acier galvanisé à chaud assurant la continuité électrique.
- Degré de protection IP 40. Le degré IP 55 peut être obtenu facilement en ajoutant des couvercles de jonction et des obturateurs de fenêtre.
- Maintien et espacement des barres par des supports isolants en résine renforcée de fibres de verre, classés V1 (selon UL94) et conforme à l'essai du fil incandescent selon la norme IEC 60695-2-10.
- Conducteur de protection (PE) assuré par l'enveloppe en acier (continuité électrique garantie sans accessoire supplémentaire).
- Nombre de conducteurs : 4 (3P + N) avec la même section.
- Raccordement mécanique et électrique entre les éléments en une seule opération.
- Monobloc de jonction avec contacts en cuivre recouvert d'argent pour le raccordement automatique des conducteurs actifs et du conducteur PE.

### 2.3 Composition du système

Le système MS propose tous les éléments nécessaires pour réaliser une installation de distribution d'énergie jusqu'à 160 A.

#### > Éléments de transport

Tous les éléments se raccordent entre eux grâce aux monoblocs de jonction préinstallés.

- Éléments droits standards (longueurs 1 m, 1,5 m, 2 m et 3 m) avec fenêtres de dérivation disposées tous les mètres de chaque côté de la canalisation.
- Éléments droits sur mesure sans fenêtre de dérivation.
- Joints flexibles permettant les changements de direction selon n'importe quel angle, horizontalement et verticalement.



Joint flexible

#### > Boîtiers d'alimentation

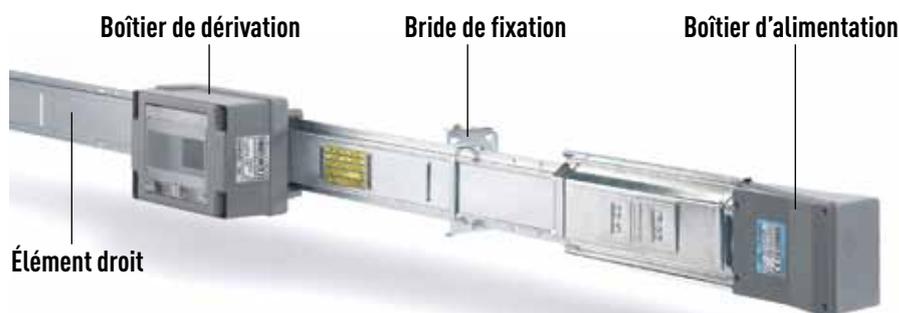
Ils permettent d'alimenter la canalisation par les extrémités ou par le milieu. Les câbles d'alimentation se raccordent sur bornes à cage.

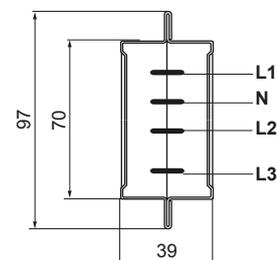
#### > Boîtiers de dérivation

La gamme MS offre un large choix de boîtiers de dérivation de 16 à 63 A : avec rail DIN à équiper, prééquipés de porte-fusibles, avec dispositif de déconnexion sur couvercle... Ils s'installent sur les fenêtres de dérivation et peuvent être connectés et déconnectés sous tension.

#### > Accessoires

- Obturateurs de fenêtre, couvercles de jonction, embouts de fermeture pour garantir le degré de protection IP 55
- Brides de fixation pour fixer la canalisation à la structure du bâtiment, soit directement, soit à l'aide de supports (consoles, suspentes...).





## 2.4 Caractéristiques techniques

Canalisations MS (3P+N)				
Modèle		63	100	160
Nombre de conducteurs actifs	No.	4	4	4
Dimensions extérieures	L x H (mm)	39 x 97	39 x 97	39 x 97
Courant assigné à 40 °C	$I_n$ (A)	63	100	160
Section des conducteurs (3P+N)	S (mm <sup>2</sup> )	26	39	39
Section du conducteur de protection PE (eq. Cu)	$S_{PE}$ (mm <sup>2</sup> )	21	21	21
Tension d'utilisation	$U_e$ (V)	400	400	400
Tension d'isolement	$U_i$ (V)	750	750	750
Fréquence d'utilisation	f (Hz)	50/60	50/60	50/60
Courant de courte durée admissible (0,1 s)	$I_{CW}$ (kA)rms	2,30	4,50	5,50
Courant de crête admissible	$I_{pk}$ (kA)	10	10	10
Contrainte thermique admissible	$I^2t$ (A <sup>2</sup> s x 10 <sup>6</sup> )	5,29	20,25	30,25
Résistance des phases	$R_{20}$ (mΩ/m)	1,250	0,837	0,478
Réactance des phases (50 Hz)	X (mΩ/m)	0,366	0,247	0,247
Impédance des phases	Z (mΩ/m)	1,302	0,873	0,538
Résistance du conducteur de protection	$R_{PE}$ (mΩ/m)	0,857	0,857	0,857
Réactance du conducteur de protection (50 Hz)	$X_{PE}$ (mΩ/m)	0,090	0,102	0,102
Résistance de la boucle de défaut	$R_0$ (mΩ/m)	2,11	1,69	1,34
Réactance de la boucle de défaut (50 Hz)	$X_0$ (mΩ/m)	0,456	0,349	0,349
Impédance de la boucle de défaut	$Z_0$ (mΩ/m)	2,16	1,73	1,38
Chute de tension linéique avec charges uniformément réparties (K) (voir page 51)	$[V/m/A]10^{-3} \cos\varphi = 0,70$	0,98	0,66	0,44
	$[V/m/A]10^{-3} \cos\varphi = 0,75$	1,02	0,69	0,45
	$[V/m/A]10^{-3} \cos\varphi = 0,80$	1,06	0,71	0,46
	$[V/m/A]10^{-3} \cos\varphi = 0,85$	1,09	0,73	0,46
	$[V/m/A]10^{-3} \cos\varphi = 0,90$	1,11	0,75	0,47
	$[V/m/A]10^{-3} \cos\varphi = 0,95$	1,13	0,76	0,46
	$[V/m/A]10^{-3} \cos\varphi = 1,00$	1,08	0,72	0,41
Poids d'un élément droit	$\rho$ (kg/m)	2,0	2,5	2,8
Pouvoir calorifique vis-à-vis du feu	(kWh/m)	1,64	1,64	1,64
Degré de protection	IP	40/55	40/55	40/55
Pertes par effet Joule à intensité nominale	P (W/m)	14,9	25,1	36,7
Température ambiante min/max.	t (°C)	-5/+50	-5/+50	-5/+50

$I_n$  : courant assigné pour une température ambiante de 40 °C  
 Pour une utilisation à une température ambiante différente, voir page 50  
 Produit conforme aux normes : IEC 60439-1 et 60439-2 (évolution vers IEC 61439-6, voir page 74), DIN VDE 0660 partie 500 et 502  
 Produit "retardateur de feu" conforme à la norme IEC 20-22 (IEC 332-3 : 1992).  
 Produit utilisable en ambiance humide (IEC 60068-2-3, IEC 60068-2-30)

# Les canalisations électriques préfabriquées (suite)

## 3 LES CANALISATIONS TS

### 3.1 Applications

Ces canalisations sont destinées à l'alimentation des équipements mobiles tels que : ponts roulants, moteur transversaux, lignes d'assemblage...

### 3.2 Caractéristiques générales

- Alimentation des équipements assurée par des boîtiers coulissants (trolleys) qui peuvent se déplacer librement le long de la canalisation sous tension.
- Courant assigné : 63, 70, 110, 150 et 250 A à 40 °C.
- Permet de réaliser des parcours horizontaux droits et courbés (jusqu'à 150 A).
- Conformité avec la norme IEC 60439-1 et 2
- Enveloppe en aluminium (TS 63 A) ou en acier galvanisé à chaud.
- Degré de protection IP 23 (TS 63 A) ou IP 20.
- Maintien et espacement des barres par des supports isolants en résine renforcée de fibres de verre, classés V1 (selon UL94) et conforme à l'essai du fil incandescent selon la norme IEC 60695-2-10.
- Nombre de conducteurs : 5 pour les canalisations TS jusqu'à 150 A (3P + N + PE), 4 pour la canalisation TS 250 A (3P + PE) – alimentation de moteurs triphasés
- Système de jonction électrique assurant une connexion rapide et fiable des conducteurs actifs et du conducteur de protection.

### 3.3 Composition du système

#### > Éléments de transport

- Éléments droits (longueur 1,5 et 3 m).
- Éléments droits avec dispositif d'introduction des trolleys (longueur 3 m).
- Éléments droits avec joint de dilation à installer tous les 35 à 40 m (longueur 3 m).
- Éléments courbes avec rayon de courbure de 1,5 m (longueur 3 m). Des rayons de courbures spécifiques, supérieurs à 1,5 m, peuvent être fabriqués sur commande.

#### > Boîtiers d'alimentation

Ils permettent d'alimenter la canalisation par des câbles. La gamme TS propose des boîtiers d'alimentation centraux et des boîtiers d'extrémité.

#### > Éléments de couplage

Ils assurent la liaison mécanique et la jonction électrique entre les éléments de transport. Ils peuvent également servir à la suspension de la canalisation.

#### > Trolleys

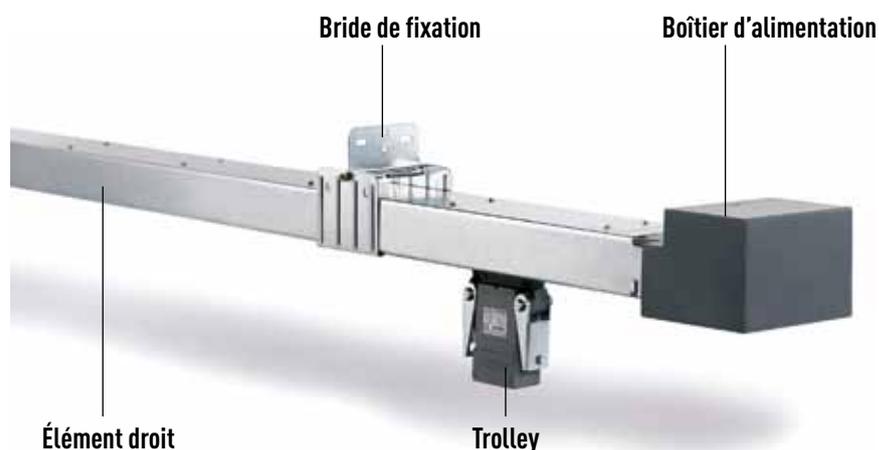
Ils permettent l'alimentation des charges triphasées. Ils sont équipés de balais en graphite, qui grâce à l'action de ressorts, assurent le contact avec les conducteurs de la canalisation même lorsque le trolley est en mouvement.

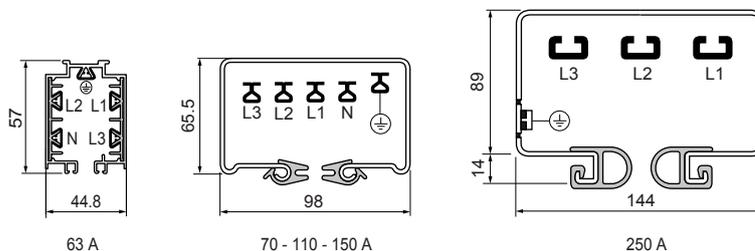
La vitesse maximale de déplacement d'un trolley est de 90 m/s (150 ms pour TS 63 A).

Deux trolleys peuvent être associés pour délivrer un courant double de celui prévu pour un trolley simple.

#### > Accessoires

- Embouts de fermeture pour garantir l'IP 20 à l'extrémité de la canalisation.
- Bras d'entraînement pour assurer un glissement parfait des trolleys et amortir les accélérations brutales.
- Brides de fixation intermédiaires pour la suspension de la canalisation entre 2 jonctions. (prévoir un support tous les 2 m).





### 3.4 Caractéristiques techniques

Canalisations TS						
Modèle		MTS 63 A	TS 5 70 A	TS 5 110 A	TS 150 A	TS 250 A
Nombre de conducteurs actifs	No.	3P+N+T	3P+N+T	3P+N+T	3P+N+T	3P+T
Dimensions extérieures	L x H (mm)	44,8x57	98x65,5	98x65,5	98x65,5	144x89
Courant assigné à 40 °C	I <sub>n</sub> (A)	63	70	110	150	250
Section des conducteurs (3P+N)	S (mm <sup>2</sup> )	12	19	24	43	85
Section du conducteur de protection PE (eq. Cu)	S <sub>PE</sub> (mm <sup>2</sup> )	12	19	24	24	120
Tension d'utilisation	U <sub>e</sub> (V)	400	600	600	600	600
Tension d'isolement	U <sub>i</sub> (V)	750	750	750	750	750
Fréquence d'utilisation	f (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Courant de courte durée admissible (0,1 s)	I <sub>CW</sub> (kA) <sub>rms</sub>	5	9	9	9	11
Courant de crête admissible	I <sub>pk</sub> (kA)	7,5	15,3	15,3	15,3	18,7
Contrainte thermique admissible	I <sup>2</sup> t (A <sup>2</sup> s x 10 <sup>6</sup> )	25	81	81	81	121
Résistance des phases	R <sub>20</sub> (mΩ/m)	1,500	0,947	0,785	0,515	0,255
Réactance des phases (50 Hz)	X (mΩ/m)	1,400	0,059	0,063	0,092	0,161
Impédance des phases	Z (mΩ/m)	2,052	0,949	0,788	0,523	0,302
Résistance du conducteur de protection	R <sub>PE</sub> (mΩ/m)	1,500	0,947	0,785	0,515	0,150
Réactance du conducteur de protection (50 Hz)	X <sub>PE</sub> (mΩ/m)	0,080	0,100	0,100	0,100	0,120
Résistance de la boucle de défaut	R <sub>o</sub> (mΩ/m)	3,000	1,895	1,570	1,030	0,405
Réactance de la boucle de défaut (50 Hz)	X <sub>o</sub> (mΩ/m)	1,480	0,159	0,163	0,192	0,281
Impédance de la boucle de défaut	Z <sub>o</sub> (mΩ/m)	3,345	1,901	1,578	1,048	0,493
Chute de tension linéique avec charges uniformément réparties (K) (voir page 51)	(V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,70	1,775	0,611	0,515	0,369	0,254
	(V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,75	1,776	0,649	0,546	0,387	0,258
	(V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,80	1,767	0,687	0,577	0,405	0,260
	(V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,85	1,743	0,724	0,607	0,421	0,261
	(V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,90	1,698	0,761	0,636	0,436	0,260
	(V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,95	1,613	0,795	0,663	0,449	0,253
	(V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 1,00	1,299	0,820	0,680	0,446	0,221
Poids d'un élément droit	p (kg/m)	1,0	4,0	4,1	4,2	9,8
Pouvoir calorifique vis-à-vis du feu	(m/min)	150	90	90	90	90
Degré de protection	IP	23	20	20	20	20
Pertes par effet Joule à intensité nominale	P (W/m)	17,9	13,9	28,5	34,8	47,8
Température ambiante min/max.	t (°C)	-5/+50	-5/+50	-5/+50	-5/+50	-5/+50

In : courant assigné pour une température ambiante de 40 °C  
 Pour une utilisation à une température ambiante différente, voir page 50  
 Produit conforme aux normes : IEC 60439-1 et 2 (évolution vers IEC 61439-6, voir page 74), DIN VDE 0660 partie 500 et 502  
 Produit "retardateur du feu" conforme à la norme IEC 20-22 (IEC 332-3 : 1992).  
 Produit utilisable en ambiance humide (IEC 60068-2-3, IEC 60068-2-30)

# Les canalisations électriques préfabriquées (suite)

## LES CANALISATIONS DE PETITE PUISSANCE

Legrand propose deux gammes de canalisations de petite puissance :

- **LB plus** : principalement destinée à la distribution d'éclairage dans tous types de bâtiment.
- **Easybar** : pour l'alimentation des postes de travail dans les bâtiments tertiaires.

### 1 LES CANALISATIONS LB PLUS

#### 1.1 Applications

Ces canalisations permettent la distribution d'énergie pour toutes les applications jusqu'à 63 A. Elles sont généralement utilisées pour l'éclairage mais peuvent répondre à tout besoin de petite puissance.

#### 1.2 Caractéristiques générales

- Produit robuste et facile à installer qui permet une totale flexibilité lorsque les locaux doivent évoluer et être reconfigurés.
- Les canalisations peuvent supporter la charge d'éléments supplémentaires tels que luminaires, chemins de câbles...
- Enveloppe en acier galvanisé à chaud assurant la continuité électrique.
- Deux types de profil sont disponibles :
  - type A : profil standard - nécessite au minimum une fixation tous les 3 mètres
  - type B : profil renforcé - l'intervalle entre les fixations peut aller jusqu'à 7 mètres.

Type A



Type B



- Les accessoires sont communs aux deux types.
- Courant assigné : 25, 40 ou 63 A.
- Indice de protection IP 55.
- Résistance aux impacts IK 07.

- Nombre de conducteurs : 2, 4, 6 ou 8 (conducteur PE assuré par l'enveloppe métallique). Permet la distribution de 1 ou 2 circuits en monophasé ou en triphasé.

#### 1.3 Composition du système

Les éléments se raccordent entre eux par simple emboîtement.

##### > Éléments de transport

- Éléments droits  
Longueurs 1,5 m (40 et 63 A) ou 3 m (25, 40 et 63 A). 2 à 12 fenêtres de dérivation par élément suivant la longueur, le type de profil et le nombre de conducteurs.

Les fenêtres de dérivation sont équipées de couvercles imperdables, sur charnières.



- Liaisons flexibles  
Elles permettent de raccorder 2 canalisations suivant n'importe quel angle ou changement de plan.

##### > Boîtiers d'alimentation

Ils permettent d'alimenter la canalisation à partir d'une de ses extrémités ou de son milieu. Ils se raccordent par câble souple ou rigide sur bornes à vis. Ils sont livrés avec un presse-étoupe pour l'entrée du câble.

Les boîtiers d'extrémité sont livrés avec un embout de fermeture.



## > Boîtiers de dérivation

Ils se connectent sous tension sur les fenêtres de dérivation. Ils se verrouillent sur la canalisation par un bouton 1/4 tour.

Ils sont disponibles en plusieurs versions :

- 10 A monophasé avec phase fixe (un code couleur permet d'identifier facilement la phase sur laquelle ils sont connectés), livrés avec câble (1 m ou 3 m)
- 16 A monophasé avec sélection de la phase, avec ou sans fusible
- 16 et 32 A triphasé avec ou sans fusible.



## > Accessoires

- Brides et accessoires de fixation pour fixer la canalisation à la structure du bâtiment, soit directement, soit à l'aide de Chaînes ou de câbles.
- Crochets et anneaux pour suspendre les luminaires. Se boulonnent sur les brides de fixation.
- Goulottes PVC avec couvercle ou chemins de câbles Cablofil pour circulation de filerie (câbles de données par exemple). Se fixent à la canalisation avec une bride spéciale.

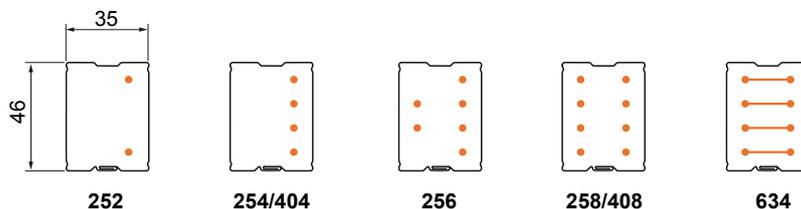


## 1.4 Caractéristiques techniques

Charges mécaniques additionnelles admissibles <sup>(1)</sup>					
		Distance entre les supports (m)	△ ↓ △	△ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ △	
			Charge ponctuelle (kg)	Charges distribuées par mètre (kg/m)   total (kg)	
LB Plus Type B	LB Plus Type A	1,5	40	50	75
		2	30	30	60
		3	20	13	39
		5	13	5	25
		7	7	2	14

(1) Charge supportée en plus du poids propre de la canalisation

# Les canalisations électriques préfabriquées (suite)



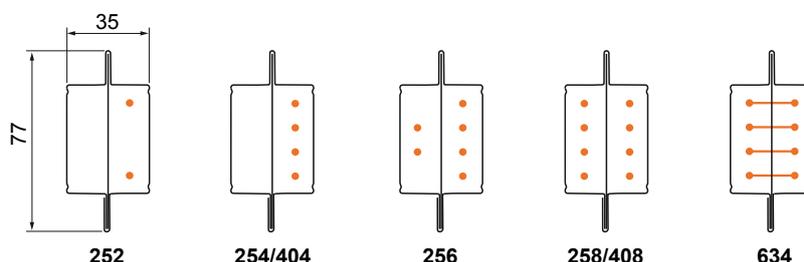
## Canalisations LB Plus - Type A

Version		252	254	256	258	404	408	634	
Nombre de conducteurs actifs	Nb.	2	4	6	8	4	8	4	
Dimensions extérieures	L x H (mm)	35 x 46							
Courant assigné à 40 °C <sup>(1)</sup>	I <sub>n</sub> (A)	25	25	25	25	40	40	63	
Section du conducteur de protection PE <sup>(2)</sup>	S (mm <sup>2</sup> )	91,45	91,45	91,45	91,45	91,45	91,45	91,45	
Section du conducteur de protection PE <sup>(2)</sup> (eq. Cu)	S <sub>PE(CU)</sub> (mm <sup>2</sup> )	11	11	11	11	11	11	11	
Tension d'utilisation	U <sub>e</sub> (V)	400	400	400	400	400	400	400	
Tension d'isolement	U <sub>i</sub> (V)	690	690	690	690	690	690	690	
Fréquence d'utilisation	f (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	
Courant de courte durée admissible (0,1 s)	I <sub>CW</sub> (kA) <sub>rms</sub>	2,2	2,2	2,2	2,2	2,7	2,7	2,7	
Courant de crête admissible	I <sub>pk</sub> (kA)	4,4	4,4	4,4	4,4	5,4	5,4	5,4	
Contrainte thermique admissible	I <sup>2</sup> t (A <sup>2</sup> s x 10 <sup>6</sup> )	0,484	0,484	0,484	0,484	0,729	0,729	0,729	
Résistance des phases à 20 °C	R <sub>20</sub> (mΩ/m)	5,278	5,278	5,278	5,278	2,891	2,891	2,639	
Résistance des phases à l'équilibre thermique	R <sub>t</sub> (mΩ/m)	6,798	6,798	6,798	6,798	3,793	3,793	3,399	
Réactance des phases (50 Hz)	X (mΩ/m)	1,114	1,279	1,279	1,114	1,279	0,770	0,637	
Impédance des phases	Z (mΩ/m)	5,394	5,431	5,431	5,394	5,431	2,992	2,715	
Résistance du conducteur de protection <sup>(2)</sup>	R <sub>PE</sub> (mΩ/m)	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	
Réactance du conducteur de protection (50 Hz)	X <sub>PE</sub> (mΩ/m)	1,100	1,100	1,000	1,000	1,100	1,000	1,000	
Résistance de la boucle de défaut	R <sub>o</sub> (mΩ/m)	5,482	5,482	5,482	5,482	3,094	3,094	2,843	
Réactance de la boucle de défaut (50 Hz)	X <sub>o</sub> (mΩ/m)	2,214	2,379	2,279	2,279	1,870	1,770	1,637	
Impédance de la boucle de défaut	Z <sub>o</sub> (mΩ/m)	5,912	5,976	5,936	5,936	3,615	3,565	3,280	
Chute de tension linéique avec charges uniformément réparties <sup>(3)</sup>	K (V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,70	4,81	3,99	3,99	3,89	3,99	2,23	2,23	1,99
	K (V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,75	5,05	4,16	4,16	4,07	4,16	2,32	2,32	2,08
	K (V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,80	5,29	4,32	4,32	4,24	4,32	2,40	2,40	2,16
	K (V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,85	5,51	4,47	4,47	4,39	4,47	2,48	2,48	2,23
	K (V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,90	5,72	4,60	4,60	4,53	4,60	2,54	2,54	2,30
	K (V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,95	5,89	4,69	4,69	4,64	4,69	2,59	2,59	2,34
	K (V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 1,00	5,89	4,57	4,57	4,57	4,57	2,50	2,50	2,29
Poids	ρ (kg/m)	1,00	1,04	1,25	1,28	1,19	1,56	1,56	
Pouvoir calorifique vis-à-vis du feu	(m/min)	1,03	1,03	1,91	1,91	1,0	1,9	1,9	
Degré de protection	IP	55	55	55	55	55	55	55	
Degré de tenue aux impacts mécaniques	IK	07	07	07	07	07	07	07	
Pertes par effet Joule à intensité nominale	P (W/m)	12,7	12,7	12,7	12,7	18,2	18,2	40,5	
Température ambiante min/max.	t (°C)	-5/+50	-5/+50	-5/+50	-5/+50	-5/+50	-5/+50	-5/+50	

(1) Pour une utilisation à une température ambiante différente, voir page 50

(2) Enveloppe métallique

(3) Calcul des chutes de tension : voir page 51



### Canalisations LB Plus - Type B

Version		252	254	256	258	404	408	634
Nombre de conducteurs actifs	No.	2	4	6	8	4	8	4
Dimensions extérieures	L x H (mm)	35 x 77						
Courant assigné à 40 °C <sup>(1)</sup>	I <sub>n</sub> (A)	25	25	25	25	40	40	63
Section du conducteur de protection PE <sup>(2)</sup>	S (mm <sup>2</sup> )	195	195	195	195	195	195	195
Section du conducteur de protection PE <sup>(2)</sup> (eq. Cu)	S <sub>PE[=CU]</sub> (mm <sup>2</sup> )	24	24	24	24	24	24	24
Tension d'utilisation	U <sub>e</sub> (V)	400	400	400	400	400	400	400
Tension d'isolement	U <sub>i</sub> (V)	690	690	690	690	690	690	690
Fréquence d'utilisation	f (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Courant de courte durée admissible (0,1 s)	I <sub>CW</sub> (kA) <sub>rms</sub>	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	3,2	3,2
Courant de crête admissible	I <sub>pk</sub> (kA)	5	5	5	5	6,4	6,4	6,4
Contrainte thermique admissible	I <sup>2</sup> t (A <sup>2</sup> s x 10 <sup>6</sup> )	0,625	0,625	0,625	0,625	1,024	1,024	1,024
Résistance des phases à 20 °C	R <sub>20</sub> (mΩ/m)	5,278	5,278	5,278	5,278	2,891	2,891	2,639
Résistance des phases à l'équilibre thermique	R <sub>t</sub> (mΩ/m)	6,798	6,798	6,798	6,798	3,793	3,793	3,399
Réactance des phases (50 Hz)	X (mΩ/m)	1,400	1,270	1,270	1,400	1,270	0,770	0,637
Impédance des phases	Z (mΩ/m)	5,461	5,429	5,429	5,461	5,429	2,992	2,715
Résistance du conducteur de protection <sup>(2)</sup>	R <sub>PE</sub> (mΩ/m)	0,434	0,434	0,434	0,434	0,434	0,434	0,434
Réactance du conducteur de protection (50 Hz)	X <sub>PE</sub> (mΩ/m)	1,100	1,100	1,000	1,000	1,100	1,000	1,000
Résistance de la boucle de défaut	R <sub>o</sub> (mΩ/m)	5,712	5,712	5,712	5,712	3,325	3,325	3,073
Réactance de la boucle de défaut (50 Hz)	X <sub>o</sub> (mΩ/m)	2,500	2,370	2,270	2,270	1,870	1,770	1,637
Impédance de la boucle de défaut	Z <sub>o</sub> (mΩ/m)	6,235	6,184	6,147	6,147	3,814	3,766	3,482
Chute de tension linéique avec charges uniformément réparties <sup>(3)</sup>	K (V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,70	4,07	3,99	3,99	4,07	3,99	2,23	1,99
	K (V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,75	4,23	4,16	4,16	4,23	4,16	2,32	2,08
	K (V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,80	4,38	4,32	4,32	4,38	4,32	2,40	2,16
	K (V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,85	4,52	4,46	4,46	4,52	4,46	2,48	2,23
	K (V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,90	4,64	4,59	4,59	4,64	4,59	2,54	2,30
	K (V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,95	4,72	4,69	4,69	4,72	4,69	2,59	2,34
	K (V/m/A)10 <sup>-3</sup> cosφ = 1,00	4,57	4,57	4,57	4,57	4,57	2,50	2,29
Poids	ρ (kg/m)	1,80	1,83	2,02	2,02	1,98	2,33	2,33
Pouvoir calorifique vis-à-vis du feu	(m/min)	1,1	1,1	2,1	2,1	1,1	2,1	2,1
Degré de protection	IP	55	55	55	55	55	55	55
Degré de tenue aux impacts mécaniques	IK	07	07	07	07	07	07	07
Pertes par effet Joule à intensité nominale	P (W/m)	12,7	12,7	12,7	12,7	18,2	18,2	40,5
Température ambiante min/max.	t (°C)	-5/+50	-5/+50	-5/+50	-5/+50	-5/+50	-5/+50	-5/+50

(1) Pour une utilisation à une température ambiante différente, voir page 50

(2) Enveloppe métallique

(3) Calcul des chutes de tension : voir page 51

# Les canalisations électriques préfabriquées (suite)

## 2 LES CANALISATIONS EASYBAR

### 1.1 Applications

Ces canalisations permettent la distribution d'énergie jusqu'à 40 A. Elles sont spécialement conçues pour être posées dans les volumes réduits (planchers techniques, plénums de faux plafonds). Elles sont souvent utilisées pour l'alimentation par le sol des postes de travail dans les plateaux de bureaux (open spaces) ou pour l'alimentation des luminaires en plafond.

### 1.2 Caractéristiques générales

- Encombrement réduit (hauteur de la canalisation : 17 mm - hauteur maxi avec les composants : 50 mm).
- S'installent à plat dans les planchers techniques ou en faux plafond.
- Enveloppe en acier galvanisé à chaud assurant la continuité électrique.
- Courant assigné : 25 ou 40 A.
- Indice de protection IP 55 avec couvercle (IP xxB sans couvercle).
- Nombre de conducteurs : 4 (conducteur PE assuré par l'enveloppe métallique). Permet la distribution d'un circuit triphasé ou de deux circuits monophasés.

### 1.3 Composition du système

Les éléments se raccordent entre eux par simple emboîtement.

#### > Éléments de transport

- Éléments droits
- Ils reçoivent les connecteurs de dérivation en n'importe quel point.  
Ils sont livrés avec couvercle sécable et élément de jonction pour connecter à un autre élément droit.  
Longueurs 2 m et 3 m.



#### • Liaisons flexibles

Elles assurent les changements de direction entre éléments droits suivant n'importe quel angle. Elles permettent l'évitement des obstacles.



#### > Boîtiers d'alimentation

Ils permettent d'alimenter la canalisation à partir d'une de ses extrémités.

Ils sont livrés avec un embout de fermeture.

Ils se raccordent par câble souple ou rigide sur bornes à vis.



#### > Connecteur de dérivation

Ils s'enfichent en n'importe quel point de la canalisation. Ils sont connectables et déconnectables en toute sécurité par basculement du capot.

Ils sont disponibles en plusieurs versions :

- 10 A monophasé avec ou sans fusible, avec câble 1 mètre.
- 16 A monophasés avec ou sans fusible, avec câble 3 ou 5 mètres.
- 16 A triphasés avec ou sans fusible, avec câble 3 ou 5 mètres.



Déconnecté



Connecté

## > Accessoires

- Attaches de fixation

Elles se fixent sur le sol, sur le côté d'un chemin de câble ou au plafond, pour recevoir les éléments droits par simple clipsage.

- Accessoire de mise en sécurité

Ils permettent la condamnation des connecteurs en position déconnectée par un cadenas.



## 1.4 Caractéristiques techniques

Canalisations Easybar			
Version		25 A	40 A
Nombre de conducteurs actifs	No.	4	4
Dimensions extérieures	L x H (mm)	51,4 x 18	51,4 x 18
Courant assigné à 40 °C <sup>(1)</sup>	I <sub>n</sub> (A)	25	40
Section du conducteur de protection PE <sup>(2)</sup> (eq. Cu)	S <sub>PE[=CU]</sub> (mm <sup>2</sup> )	6,1	6,1
Tension d'utilisation	U <sub>e</sub> (V)	400	400
Tension d'isolement	U <sub>i</sub> (V)	500	500
Fréquence d'utilisation	f (Hz)	50/60	50/60
Courant de courte durée admissible (0,1 s)	I <sub>CW</sub> (kA) <sub>rms</sub>	2,2	2,7
Courant de crête admissible	I <sub>pk</sub> (kA)	10	10
Contrainte thermique admissible	I <sup>2</sup> t [A <sup>2</sup> s x 10 <sup>6</sup> ]	0,48	0,73
Résistance des phases à 20 °C	R <sub>20</sub> (mΩ/m)	4,75	2,99
Réactance des phases (50 Hz)	X (mΩ/m)	1,279	0,77
Impédance des phases	Z (mΩ/m)	4,919	3,088
Résistance du conducteur de protection <sup>(2)</sup>	R <sub>PE</sub> (mΩ/m)	2,99	2,99
Réactance du conducteur de protection (50 Hz)	X <sub>PE</sub> (mΩ/m)	1,07	1,07
Résistance de la boucle de défaut	R <sub>o</sub> (mΩ/m)	8,34	6,36
Réactance de la boucle de défaut (50 Hz)	X <sub>o</sub> (mΩ/m)	2,349	1,84
Impédance de la boucle de défaut	Z <sub>o</sub> (mΩ/m)	8,66	6,62
Chute de tension linéique avec charges uniformément réparties <sup>(3)</sup>	K [V/m/A]10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,70	4,24	2,64
	K [V/m/A]10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,75	4,21	2,62
	K [V/m/A]10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,80	5,73	4,26
	K [V/m/A]10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,85	3,11	3,11
	K [V/m/A]10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,90	4,60	3,73
	K [V/m/A]10 <sup>-3</sup> cosφ = 0,95	8,66	6,61
	K [V/m/A]10 <sup>-3</sup> cosφ = 1,00	2,35	1,84
Poids des éléments droits	p (kg/m)	0,78	0,93
Pouvoir calorifique vis-à-vis du feu	(m/min)	0,82	0,82
Degré de protection	IP	55	55
Pertes par effet Joule à intensité nominale	P (W/m)	8,91	14,35
Température ambiante min/max.	t (°C)	-5/+50	-5/+50

(1) Pour une utilisation à une température ambiante différente, voir page 50

(2) Enveloppe métallique

(3) Calcul des chutes de tension : voir page 51

# Les chemins de câbles et les goulottes

**Les caractéristiques techniques des chemins de câbles et des goulottes leur procurent une très grande souplesse d'installation. Ces solutions sont largement répandues et représentent un bon compromis entre la performance, la facilité de mise en œuvre et le coût.**

On rencontre une grande variété de produits qui ont chacun leurs utilisations spécifiques.

## 1 LES ÉCHELLES À CÂBLES

Elles constituent un support discontinu, les câbles reposant sur des traverses plus ou moins écartées disposées entre deux longerons.

Leur robustesse leur permet de supporter des charges importantes (câbles de forte section) et de réaliser de grandes portées (jusqu'à 8 m). On les rencontre principalement sur les sites industriels.



## 2 LES CHEMINS DE CÂBLES EN FILS

Généralement en fils d'acier soudés, ils sont très répandus en raison de leur facilité d'utilisation et de leur grande polyvalence. Leur structure complètement ouverte facilite la ventilation et permet d'effectuer les calculs de courants admissibles en les assimilant à une échelle à câbles : mode de pose E et F (voir Livre 4).

Cette structure ouverte garantit également une grande facilité de nettoyage, ce qui rend le chemin de câbles en fil très apprécié dans l'industrie alimentaire, chimique, les stations d'épuration et la construction



navale.

Ils permettent par ailleurs de réaliser rapidement des changements de direction et de niveau sans nécessiter d'accessoires spécifiques.

Cette solution, tant pour le secteur industriel que pour le tertiaire, est un bon compromis d'un point de vue économique et technique.

## 3 LES CHEMINS DE CÂBLES EN TÔLE OU EN PVC

En tôle galvanisée, peinte ou inoxydable, ou en PVC, pleins ou perforés, ils peuvent recevoir un couvercle. Ils permettent de supporter un grand nombre de câbles et sont souvent utilisés dans les environnements industriels et tertiaires.

L'utilisation de chemins de câbles perforés améliore la ventilation tout en assurant une bonne protection des câbles.

Ils peuvent être équipés de cloisons pour compartimenter les différents réseaux de distribution. Ils sont généralement utilisés pour la distribution d'énergie mais peuvent également distribuer l'ensemble des services (téléphonie, informatique, audio, vidéo...).



## 4 LES GOULOTTES

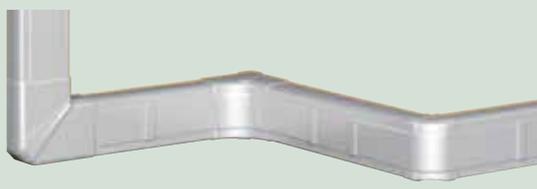
Elles sont utilisées pour la distribution apparente le long des murs ou des plafonds, aussi bien dans les secteurs industriel, tertiaire et résidentiel. Selon leur emploi elles peuvent être en PVC, en résine renforcée de fibres de verre, en tôle d'acier ou en aluminium. Elles sont souvent utilisées pour la rénovation ou l'extension des installations. Elles sont également utilisées dans les installations temporaires. Certaines goulottes ont des compartiments qui permettent de séparer les conducteurs "courant fort" des câbles "courants faibles (téléphone, télévision...)". elles sont généralement équipées de couvercles et les accessoires permettent de réaliser toutes sortes d'angles de façon à s'adapter à toutes les configurations de locaux.



Les goulottes reçoivent directement l'appareillage électrique terminal : prises de courant, prises RJ 45...



Les goulottes Legrand en aluminium anodisé garantissent un niveau de sécurité équivalent à une double isolation grâce à une paroi interne en PVC et ne requièrent donc aucune mise à la terre.



La norme EN 50085-1 pour les systèmes de goulottes et de conduits profilés prévoit de vérifier le comportement vis-à-vis du risque d'incendie sous les aspects de l'initiation et de la propagation du feu. Pour le premier aspect la vérification se fait par un essai au fil incandescent selon la norme IEC 60695-2-11 (à 850 °C pour les parties maintenant des éléments électriques actifs et à 650 °C pour les autres parties). Pour le second aspect, la vérification est effectuée par un essai de propagation avec un brûleur décrit par la norme IEC 60695-2-4/1.

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 100 MΩ et la rigidité diélectrique doit être adaptée à la tension d'isolement déclarée ( $2 U_i + 1\,000\text{ V}$ ).

Les autres caractéristiques mécaniques sont définies par la norme EN 50085-2. Le degré de protection aux impacts doit être adapté aux conditions d'utilisation (voir livre 8). L'IK 07 des goulottes DLP Legrand permet leur utilisation dans la majorité des locaux à usage collectif, commercial et d'habitation.

## 5 LES PLINTHES ET LES MOULURES

C'est une solution élégante pour la distribution le long des planchers et autour des portes et des fenêtres dans les bureaux ou dans les logements. Ces conduits peuvent recevoir un couvercle à bords arrondis qui facilite leur nettoyage. Ils peuvent avoir plusieurs compartiments pour séparer les différents types de conducteurs.

## 6 LES PASSAGES DE PLANCHERS

Utilisés pour poser les câbles sur le sol, en particulier dans les bureaux "open space", où ils peuvent être posés et déplacés facilement.



# Les chemins de câbles et les goulottes (suite)

## LES CHEMINS DE CÂBLES CABLOFIL®

### 1 LES CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

Les chemins de câbles Cablofil sont constitués d'un treillis de fils d'aciers soudés. Ils sont disponibles dans un grand nombre de dimensions allant de 30 à 150 mm en hauteur et de 35 à 600 mm en largeur. Le choix du type de protection anticorrosion permet de les utiliser dans tous les milieux (voir page 36).

Protections Cablofil :

**PG** : galvanisation en continu avant fabrication

**EZ** : zingage électrolytique après fabrication

**GC** : galvanisation à chaud après fabrication

**304L** : acier inox 1.4307

**316L** : acier inox 1.4404

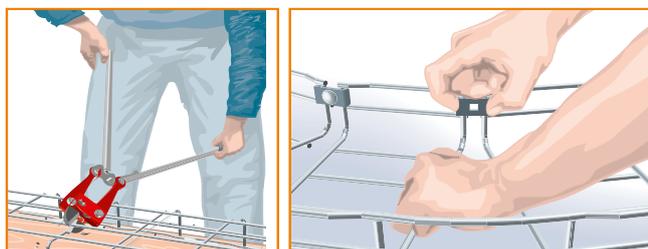
Différents profils permettent de répondre à des situations particulières : pose verticale, plancher technique, espace réduit...

Les chemins de câbles Cablofil peuvent recevoir en option des couvercles et des cloisons de séparation.

### 2 LA COMPOSITION DU SYSTÈME

Le système Cablofil est essentiellement constitué de sections droites de longueur 3 m.

Les chemins de câbles Cablofil ne nécessitent pas d'accessoire spécifique. Il n'est pas nécessaire, comme pour les autres chemins de câbles, de disposer de tés, de croisements, de coudes, de baïonnettes, de réducteurs... Toutes ces dispositions particulières sont créées à partir des sections droites standards du produit. Un coupe boulons est le seul outil nécessaire.



Il suffit de couper et de plier pour construire un angle. Cette flexibilité permet de suivre les éléments de la construction dans toutes les positions (murs, plafonds, charpentes...), de contourner les obstacles, de monter ou de descendre.

Le coût global d'installation en est réduit et la gestion des références à commander simplifiée.

Le système Cablofil dispose de nombreux accessoires de supportage, équerres, consoles, pendants permettant une adaptation à toutes les situations : selon la charge de câbles, selon la position (verticale ou horizontale), selon le nombre de chemins de câbles associés, selon la fixation (suspendue, latérale, sur montants ou sur châssis).

Les supports sont conçus pour permettre de poser les câbles latéralement, par le côté du chemin de câble. Il n'est pas nécessaire de tirer les câbles avec tous les risques que cela comporte de coincement, de blessure des isolants sans parler de la difficulté du travail.

Cet accès latéral permet également des interventions beaucoup plus faciles, voire la dépose et la repose d'un conducteur sans nécessité de démonter des supports.

Tous ces supportages sont proposés avec la même offre de finition et les mêmes qualités d'anticorrosion que les chemins de câbles. La plupart d'entre eux disposent au choix d'un mode d'assemblage par vis ou d'un mode rapide sans vis : FAS (Fast Assembling System).



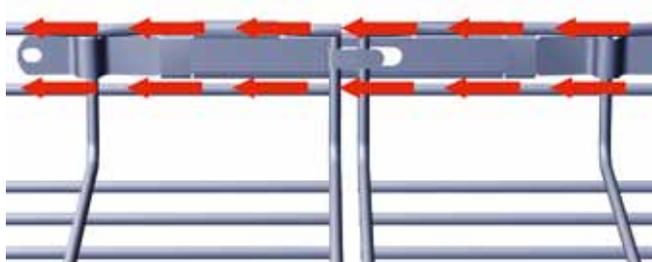
### Choix des chemins de câbles Cablofil

Hauteur utile (mm)	Type	Largeur utile (mm)										
		35	50	100	150	200	300	400	450	500	600	
30	CF30		EZ GC 304L 316L	EZ GC 304L 316L	EZ	EZ	EZ	EZ				
	UF30	-	-	-	-	-	EZ	EZ	EZ	EZ	-	
35	TXT35	EZ GC 304L 316L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
50	G-mini	-	EZ 316L	-	-	-	-	-	-	-	-	
	CFC	-	GC 304L 316L	GC 304L 316L	-	GC 304L 316L	GC 304L 316L	GC 304L 316L	-	-	-	
	CFG	-	-	EZ GC	EZ GC	EZ GC	-	-	-	-	-	
54	FCF54	-	PG EZ 304L 316L	PG EZ 304L 316L	PG EZ 304L 316L	PG EZ 304L 316L	-	-	-	-	-	
	PCF54	-	PG EZ GC	PG EZ GC	PG EZ GC	PG EZ GC	PG EZ GC					
	CF54	-	PG EZ GC 304L 316L	EZ GC 304L 316L	PG EZ GC	EZ GC 304L 316L	EZ GC 304L 316L					
80	CF80	-	-	EZ GC	-	EZ GC	EZ GC	EZ GC	-	EZ GC	-	
105	CF105	-	-	EZ GC 304L 316L	EZ GC 304L 316L	EZ GC 304L 316L	EZ GC 304L 316L	EZ GC 304L 316L	EZ	EZ GC 304L 316L	EZ GC 304L 316L	
	HDF	-	-	EZ GC 316L	EZ GC 316L	EZ GC 316L	EZ GC 316L	EZ GC 316L	EZ GC 316L	EZ GC 316L	EZ GC 316L	
150	CF150	-	-	-	-	EZ GC	EZ GC	EZ GC	EZ GC	EZ GC	-	

# Les chemins de câbles et les goulottes (suite)

## 3 LA MISE À LA TERRE

Dans les conditions normales de travail, les chemins de câbles en métal garantissent la continuité électrique. Afin d'assurer la sécurité des personnes vis-à-vis des contacts indirects, il est recommandé de les raccorder à la terre en utilisant un conducteur de section minimum 16 mm<sup>2</sup>.



Les éclisses de jonction assurent la continuité électrique

## 4 LA TRAVERSÉE DE PAROIS

Lorsque le chemin de câble doit traverser un mur, il doit être interrompu à une distance d'environ 100 mm du mur. La continuité électrique entre les deux segments situés de part et d'autre de la paroi doit être maintenue par un conducteur de protection. Si les caractéristiques des locaux séparés par la paroi sont différentes, l'humidité, le gaz ou le feu peuvent représenter une source de danger. L'ouverture dans la paroi doit être sécurisée avec des systèmes appropriés (voir page 43).

## 5 LA RÉSISTANCE MÉCANIQUE

Les chemins de câbles Cablofil présentent une très bonne résistance à la charge. L'utilisation d'un acier trefilé à haute limite élastique ( $Re > 650$  MPa) et sa conception géométrique permettent de constituer des poutres (cotés verticaux) dont le moment de flexion est optimal. Cablofil présente de ce fait un très haut niveau de sécurité en cas de surcharge ou

Traversée de paroi coupe-feu EZ Path



de contraintes anormales extérieures telles que des vibrations ou même des mouvements sismiques. Le chemin de câbles pourra se déformer mais le système absorbera les contraintes sans se rompre. Cette sécurité intrinsèque que Cablofil peut revendiquer est bien entendu applicable à l'ensemble du système ; les moyens de liaison (éclisses) ne constituent pas des points faibles et la cohérence mécanique reste totale tant avec les accessoires à vis qu'avec les accessoires sans vis (FAS). Les performances mécaniques de tous les produits et accessoires sont testées selon les exigences de la norme internationale IEC 61537 (voir page 69).



En cas de surcharge très importante, la structure en treillis des chemins de câbles Cablofil se déforme en hamac mais ne rompt pas

## La charge admissible

Elle correspond à la charge maximale pouvant être supportée par les chemins de câbles. S'agissant d'une charge uniformément répartie, elle est exprimée en DaN/m.

La norme impose une flèche maximale égale à  $1/100^e$  de la portée. Ainsi pour une portée de 2 mètres, la norme autorise une flèche de 20 mm. Legrand, plus exigeant, limite volontairement la flèche à 10 mm ( $1/200^e$  de la portée).

## Le choix et l'emplacement des supports

Les consoles sont caractérisées par leurs charges admissibles (en DaN). Les pendants sont caractérisés par leurs couples admissibles (en DaN.m). L'écartement des supports doit être adapté à la charge réelle du chemin de câble.

Il faut disposer un support avant chaque changement de plan du chemin de câbles. Il est également recommandé de mettre un support à l'entrée et à la sortie des courbes à angle droit. Pour les courbes à grands rayons, prévoir un support d'appoint au milieu de la courbe.



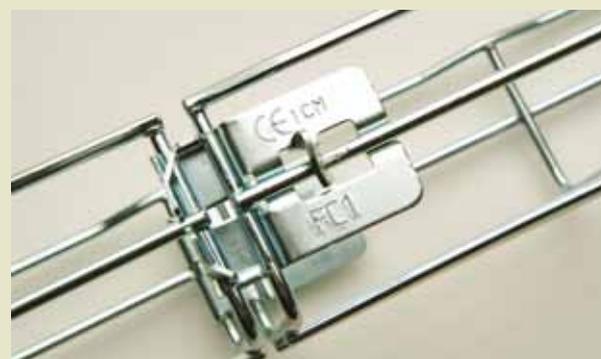
## Importance du type et du point d'éclissage

**Pour une optimisation de la performance du cheminement, le choix des éclisses est aussi important que celui de leur emplacement dans la travée. Les éclisses Cablofil sont conçues et testées pour des performances mécaniques et électriques élevées. Afin d'en profiter pleinement, il convient de respecter les recommandations suivantes, valables pour toutes les portées.**

**Pour une performance optimale la jonction doit être positionnée au cinquième de la portée (L/5).**

**Il est possible de réaliser l'éclissage au milieu de la portée (L/2) à condition d'appliquer un coefficient de 0,7 sur la charge admissible.**

**Attention : ne jamais superposer éclisse et support.**



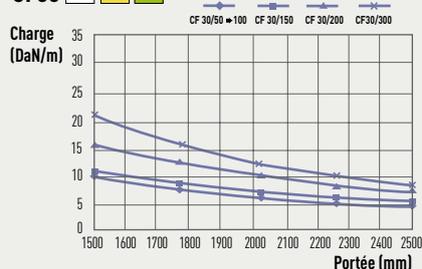
## Configuration optimale pour une portée de 2 mètres

**Il existe une configuration optimale pour obtenir des portées de 2 mètres sans que les éclisses se trouvent au niveau des supports ou au milieu des portées. Pour obtenir ce résultat, la première travée est volontairement limitée à 1,5 mètre, puis les supports sont espacés de 2 mètres. Les éclisses se situent ainsi toujours à une distance de 0,5 m d'un support. Le respect de cette configuration, associé à la qualité et à la pénétration de la soudure des fils, permet de garantir une performance optimale avec une portée de 2 mètres.**

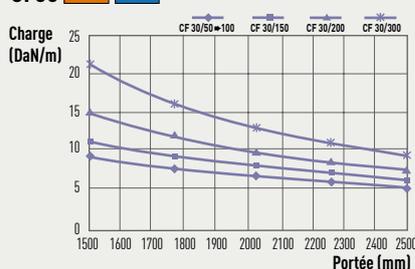
# Les chemins de câbles et les goulottes (suite)

## Charge admissible des chemins de câbles Cablofil

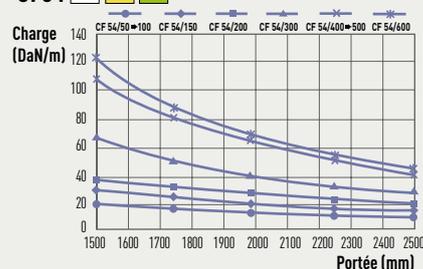
CF30 PG EZ GC



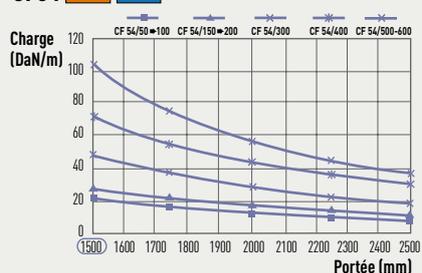
CF30 304L 316L



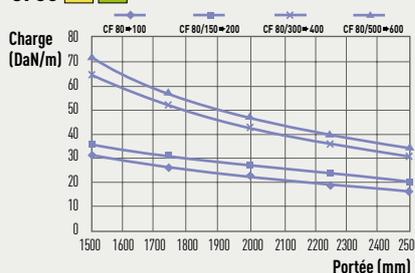
CF54 PG EZ GC



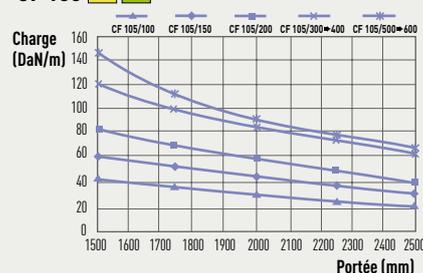
CF54 304L 316L



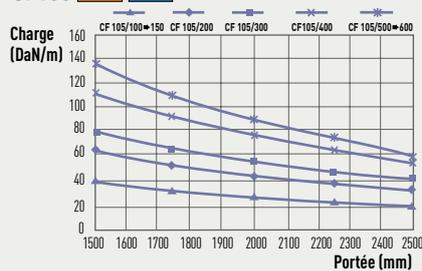
CF80 EZ GC



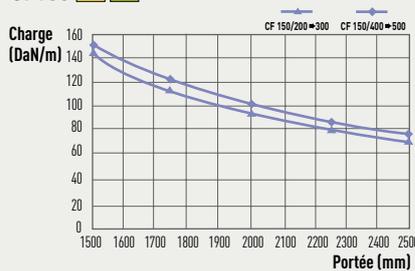
CF 105 EZ GC



CF105 304L 316L



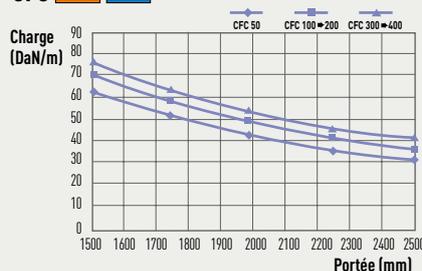
CF150 EZ GC



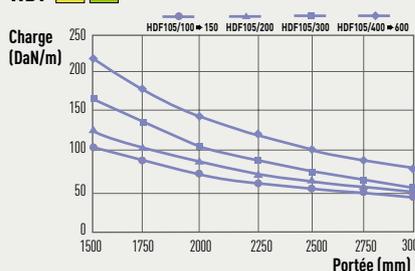
CFC GC



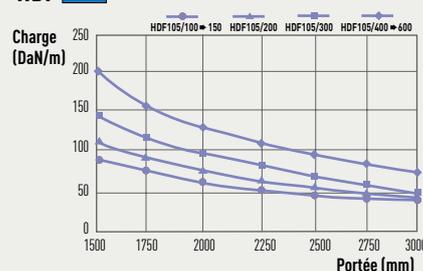
CFC 304L 316L



HDF EZ GC



HDF 316L



Charge admissible pour une flèche inférieure ou égale à 1/200 avec éclissage situé au 1/5 de la portée



## GUIDE PUISSANCE :

Un ensemble complet de documents techniques



01 | Le développement durable



08 | La protection contre les influences externes



02 | Le bilan de puissance et le choix des sources



09 | Les fonctions d'exploitation



03 | L'alimentation en énergie



10 | Les enveloppes et la certification des ensembles



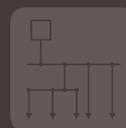
04 | Le dimensionnement des conducteurs et le choix des protections



11 | Les composants de câblage et les équipements de commande



05 | Les appareils de coupure et de protection



12 | La répartition



06 | Les dangers électriques et la protection des personnes



13 | Le transport et la distribution dans une installation



07 | La protection contre la foudre



Annexes  
Glossaire  
Index

 **legrand**

**Siège social  
et Direction internationale**  
87045 Limoges Cedex - France  
☎ : + 33 (0) 5 55 06 87 87  
Fax : + 33 (0) 5 55 06 74 55