

Guide pratique

Connectique Cu

RJ45 – le connecteur polyvalent conforme aux normes pour les exigences existant dans l'industrie et le bâtiment



Auteur

Roland Dold
*Responsable de la
gestion des produits*
RDold@metz-connect.com

Roland Dold dirige le service de gestion des produits de la société METZ CONNECT GmbH. Depuis plus de 15 ans, il travaille sur le câblage structuré dans le domaine de la connectique RJ45. Président du cercle de travail DKE GAK 715.3.4 « Systèmes de câblage générique pour le domaine industriel ». Collaborateur de ISO/IEC JTC1 SC25 WG3 CITG, ZVEI AK Forum de connectique 10/11 et PNO TC2WG6.

RJ45 – le connecteur polyvalent conforme aux normes pour les exigences existant dans l'industrie et le bâtiment

De la prise de téléphone au système de connexion haute technologie pour les applications du futur

Résumé

Le connecteur RJ45 est une pièce décisive du point de vue technique pour le « câblage structuré ». Conçu pour les exigences de l'environnement et adapté aux propriétés physiques du câblage, il contribue à la performance de l'ensemble du réseau.

Avec l'automatisation industrielle (Industrial Ethernet) et l'utilisation dans l'immatique, ce connecteur auquel on ne pourrait plus renoncer dans la bureautique se trouve face à des défis absolument nouveaux. Compatible à 10 GBit et à la hauteur des exigences du câblage dans l'industrie, il est déjà devenu aujourd'hui un petit élément de la haute technologie. Il contribue de manière décisive au fonctionnement fiable de l'ensemble du réseau et offre ainsi une protection sûre de l'investissement pendant de longues années.

Sommaire

Résumé.....	2
Sommaire.....	2
RJ45 – de la prise de téléphone au système de connexion à grande vitesse.....	3
L'héritage du boîtier.....	3
Trajets de transmission sans connexion.....	4
Installation de points d'accès Wi-Fi.....	4
Immatique.....	4
Domotique.....	5
Industrie (Industrial Ethernet, automatisation industrielle).....	5
Emplacements à espace réduit.....	6
Nouvelles exigences envers un « vieux » connecteur	6
Le diamètre des fils.....	6
L'enveloppe du câble.....	6
Le débit.....	6
Le parasitage inductif.....	7
Simplicité / fiabilité des contacts.....	7
Observations finales.....	8

RJ45 – de la prise de téléphone au système de connexion à grande vitesse

Depuis plus de 30 ans déjà, RJ45 s'affirme comme le connecteur polyvalent pour les systèmes de transmission des données.

Parallèlement aux câbles, aux boîtiers et aux distributeurs, il est une pièce importante des « systèmes de câblage générique » définis dans la norme européenne DIN EN 50173. Contrairement au câblage en fonction des besoins où les câbles sont posés de manière à répondre aux besoins actuels, ce câblage tient compte de toutes les utilisations possibles au cours des années et prévoit des réserves. Il est aussi appelé « câblage structuré » et est une partie intégrante d'un bien immobilier moderne. Pour satisfaire aux exigences du « câblage structuré », les propriétés du système de connexion RJ45 doivent aussi être adaptées de manière idéale aux propriétés des câbles.

Sa forme extérieure qui est définie dans la norme DIN EN 60603-7-x n'a pas changé depuis les tout premiers jours.

Il a une forme très compacte et offre 8 contacts ainsi qu'un blindage. Sur les connecteurs RJ45 standard, les câbles sont raccordés par la technique du contact par sertissage à l'aide d'une pince à sertir.

Les connecteurs modernes misent sur la technologie de déplacement d'isolant qui offre une fiabilité des contacts bien supérieure. Grâce à des évolutions techniques et optimisations de ce genre et de bien d'autres, il est resté jusqu'à ce jour le haut de gamme absolu dans le domaine de la transmission de données.

RJ45 est le connecteur standard pour les câbles de données à 4 paires (8 fils). Alors que jusqu'ici, il a surtout été utilisé dans la bureautique, de plus en plus de nou-

velles applications s'ouvrent à lui. Une raison suffisante pour se pencher un peu plus sur RJ45 et son environnement, faire table rase des idées reçues, présenter de nouveaux scénarios d'utilisation et s'intéresser aux dernières évolutions techniques.



Illustr. 1 : Connecteur adaptateur RJ45

L'héritage du boîtier

Jusqu'à présent, on a toujours pensé que les appareils intégrés au réseau ont toujours besoin d'un boîtier de raccordement. Les normes pertinentes, elles mêmes, partent de ce principe. Cependant, une nouvelle classe d'appareils s'empare du réseau bâtiment – des appareils qui sont installés à demeure et n'ont plus forcément besoin d'un boîtier. Quand on veut raccorder un appareil à un réseau local, on cherche d'abord une chose : le boîtier de raccordement.

Chaque borne d'extrémité (TA) doit avoir son boîtier ! C'est ce qui est fixé dans la norme DIN EN 50173-1. On pose d'abord un boîtier comme point de transfert, puis le câblage définitif est posé jusqu'au terminal – c'est le standard généralement valable dans le câblage structuré depuis l'introduction de la norme en 1995, et il n'est pas remis en question.

À l'origine, cette procédure vient du câblage électrique. Ici, il est aussi nécessaire d'éviter les dangers pour l'homme et la machine et

de pouvoir séparer fiablement un appareil du réseau – en tirant la fiche secteur dans le cas le plus simple.

Ces doutes relevant de la sécurité ne sont pas valables pour Ethernet. Mais le montage de boîtiers d'installation y est tout à fait légitime. Ainsi, les postes de travail informatisés dans les bureaux ne sont pas obligés de rester toujours au même endroit.

Au cours de l'utilisation de tels locaux, il peut arriver que les points de raccordement se déplacent si bien qu'il est plus simple de mettre à disposition un boîtier de raccordement installé à demeure et depuis lequel les ordinateurs sont alors commandés par l'intermédiaire de câbles de brassage flexibles. Le raccordement limité dans le temps de terminaux mobiles est aussi plus facile de



Illustr. 2 : Connecteur adaptateur RJ45

cette façon. Pour les raccorder, on a seulement besoin d'un câble de raccordement qui peut être retiré simplement après utilisation. Toutefois, il convient de se demander si cette utilisation de boîtiers est judicieuse dans tous les cas.

Aujourd'hui, le câblage de réseau ne sert plus seulement au raccordement d'appareils de bureautique. De plus en plus de domaines d'application de la connexion de communication via Ethernet sont exploités. Des domaines d'activité dans lesquels les ter-

minaux ne peuvent pas être déplacés d'un endroit à l'autre et ne sont pas non plus branchés pendant une période limitée. Un lieu d'installation fixe pour lequel, le plus souvent, un seul câble d'installation est passé est prévu pour cette classe d'appareils. Un boîtier d'installation pourrait être économisé ici.

Une chose que l'on entend très souvent à ce sujet est que la pose de boîtiers est prescrite dans la norme. C'est correct pour le moment. Dans les normes perti-

nentes DIN EN 50173 et DIN EN 50174, les bornes (TA) sont définies comme points d'extrémité du câblage structuré. Dans le cas d'un câblage en cuivre, il doit s'agir d'une broche femelle avec huit contacts selon DIN EN IEC 60603-7x. Malgré tout, la norme est suffisamment ouverte pour admettre également un connecteur RJ45 comme point d'extrémité du câblage structuré dans le bâtiment. Pour le domaine industriel, ceci est déjà défini dans la norme EN 50173-3.

Trajets de transmission sans connexion

Une nouvelle philosophie du câblage fait son entrée. Scénarios issus de l'industrie et de l'immatique.

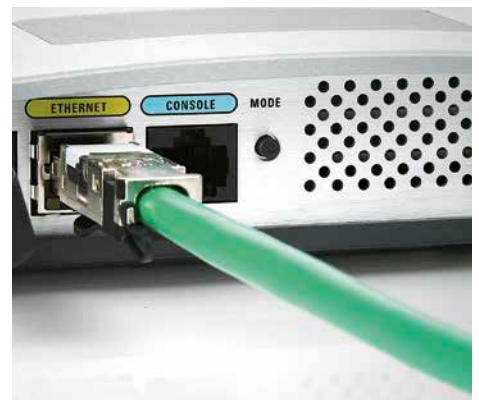
Dans un avenir prévisible, le câblage traditionnel de bureaux sera aussi d'un des domaines principaux d'utilisation du câblage structuré. Mais, de plus en plus, l'utilisation se déplace vers d'autres domaines tels que l'industrie, et également l'immatique.

Installation de points d'accès Wi-Fi

Les points d'accès Wi-Fi sont de plus en plus populaires. Que ce soit pour l'équipement de foyers privés ou de bureaux, sur les bornes Wi-Fi publiques ou dans les ateliers – dans tous les domaines, les points d'accès Wi-Fi sont maintenant incontournables pour relier sans câble les terminaux mobiles ou pour exploiter des zones difficiles à atteindre par le câble.

Lors de l'installation des appareils, il convient d'abord de déterminer le lieu d'implantation idéal pour assurer leur fonctionnement. Dans de rares cas, il est alors aussi possible

d'avoir un accès direct à un réseau local existant. Cela signifie qu'en général, un câble d'installation supplémentaire destiné uniquement à cet appareil doit être tiré pour raccorder un point d'accès Wi-Fi. Dans ce cas, on a donc un câble et un seul appareil qui doit être branché sur ce câble. Dans ces conditions, on préfère avoir recours à une installation sans boîtier de raccordement. Un connecteur RJ45 est simplement monté directement sur le câble d'installation, ce qui permet de brancher directement le point d'accès.



Illustr. 3 : Raccordement direct d'un périphérique réseau

Immatique

Avec son potentiel d'économie d'énergie et ses diverses fonctions de confort,

l'immatique suscite de plus en plus l'intérêt des exploitants immobiliers. Une ventilation à commande automatique, la surveillance et la régulation du climat d'intérieur, de l'éclairage et de la technique d'ombrage ainsi que le contrôle central des accès requièrent l'installation fixe d'appareils, activateurs et capteurs supplémentaires dans chaque pièce du bâtiment.

La majeure partie de ces appareils sont montés à demeure derrière les revêtements des murs et des plafonds ou dans les planchers et sont invisibles pour les utilisateurs du local. Le plus souvent, seuls des boîtiers appelés « boîtiers d'ambiance » permettent de deviner toute la technique invisible à l'œil. Dans la majorité des cas, la communication entre les appareils est effectuée via des bus d'immatique, tels que LON, BACnet ou aussi KNX. De plus en plus de fabricants intègrent maintenant, outre l'interface de communication pour le bus correspondant, un point de connexion RJ45 Ethernet dans leurs appareils. De cette manière, ils s'ouvrent la possibilité d'intégration dans la communication IP du



Illustr. 4 : Branchement direct sur l'immatique

réseau local, ce qui permet un accès externe sur le régulateur d'ambiance ou même les capteurs et les activateurs. La télémaintenance par Internet ou la commande, la régulation, la surveillance et la visualisation de données de processus qui sont toutes simples car assistées par ordinateur ne sont que deux exemples d'application

imaginables dans ce contexte. La communication complète entre les appareils peut aussi être basée sur TCP/IP. Un câblage bus supplémentaire serait alors obsolète. Ici aussi, chaque appareil a sa place fixe qui est souvent définie par l'application. Même si l'appareil est remplacé par un autre, le lieu d'implantation reste le même. S'il doit être

intégré dans le réseau local, il convient le plus souvent de poser un câble séparé vers l'appareil. La pose d'un boîtier est dépourvue de sens. Le montage direct d'un connecteur RJ45 sur le câble d'installation est la procédure idéale pour raccorder l'appareil de manière efficace et fiable.

Domotique

Mais on peut aussi trouver une autre classe d'appareils dans des bâtiments. Ce que l'on appelle l'électroménager comme le réfrigérateur, le lave-linge, le lave-vaisselle ou le four. Certes, le marché n'est pas encore très étendu, mais il existe déjà de premi-

ers exemplaires d'appareils électroménagers qui communiquent leur état ou peuvent être télécommandés via l'interface réseau. Mettre la machine à café en route par Internet au moyen du téléphone portable ou simplement consulter la température

du congélateur et la surveiller – tout cela sera possible à l'avenir. Une installation sans boîte peut être tout à fait judicieuse pour les appareils installés à demeure.

Industrie (automatisation industrielle)

Dans un tout autre domaine, la communication Ethernet, et par conséquent, le connecteur RJ45 gagnent de plus en plus de terrain – dans l'automatisation industrielle et la production. Comme dans l'immatique, des bus de terrain spéciaux comme CANopen, Interbus ou Profibus jouent ici aussi un rôle dominant. Par l'intégration d'interfaces Ethernet, ces systèmes fermés sur eux-mêmes s'ouvrent et permettent

pour la première fois une communication systématique du bureau jusqu'à chaque machine. La condition de base pour la tâche d'automatisation proprement dite est la capacité à communiquer des différentes pièces de la machine. Afin de garantir un déroulement sans problème des opérations de commande, les activateurs doivent réagir dans un laps de temps prévisible. La communication doit être strictement détermi-

niste et donc pouvoir fonctionner en temps réel. Dans un premier temps, Ethernet avec le protocole TCP/IP n'est pas prévu pour cela. Toutefois, il semble attrayant d'utiliser des produits Ethernet de masse bon marché et de profiter des largeurs de bande énormes pouvant atteindre 10 GBit/s. C'est ainsi que, ces dernières années, différentes approches devant toutes être classées sous l'expression générique Industrial Ethernet (automatisation industrielle) ont été développées pour rendre l'Ethernet standard capable de fonctionner en temps réel. Les représentants les plus connus sont Profinet, Ethercat, Ethernet/IP et Ethernet Powerlink. Ces systèmes, bien que fondamentalement différents, permettent tous une chose : la communication IP entre les machines et les commandes dans la production industrielle. Offrir à chaque terminal de communication maintenant et tout de suite son propre boîtier de raccordement est une mission tout à fait impossible, ne serait-ce qu'en raison du manque de place. Le branchement direct des câbles d'installation est une façon de procéder judicieuse.



Illustr. 5 : Branchement direct dans le distributeur industriel

Emplacements à espace réduit

Dans d'autres champs d'application, l'espace réduit engendre aussi des procédures alternatives dans l'installation du réseau. Par exemple, sur des bateaux ou dans des avions, on est obligé de renoncer non seulement aux boîtiers, mais aussi aux panneaux de brassage. Les câbles d'installation sont alors passés ici directement dans les commutateurs de réseau – cela représente non

seulement un gain de place, mais encore de poids. Ces scénarios d'utilisation montrent qu'Ethernet et le connecteur RJ45 ne sont pas à leur place que dans la bureautique. La tendance consistant à équiper des appareils et des machines de ports Ethernet continuera de se renforcer au cours des prochaines années. Rien qu'au niveau de la gestion technique des bâtiments, on peut déjà prévoir

aujourd'hui que le nombre d'appareils installés à demeure dans le réseau local dépassera celui des terminaux traditionnels du réseau.

On le trouve partout : le connecteur RJ45. Mais pour satisfaire à ces nouvelles exigences, on a besoin de nouveautés techniques qui lui donnent la forme nécessaire pour qu'à l'avenir aussi, il connaisse de succès.

Nouvelles exigences envers un « vieux » connecteur

Comment remettre une technologie qui a fait ses preuves en forme pour les applications du futur avec cat. 6 et 10 Gigabit Ethernet, un montage sûr et le plus facile possible ainsi qu'une connectique innovante.

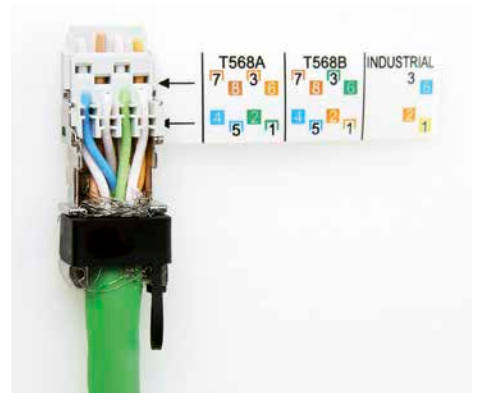
Les scénarios relatifs à l'utilisation du connecteur RJ45 cités en exemple font déjà apparaître une exigence principale importante : il doit pouvoir être installé directement sur des câbles d'installation.

Le diamètre des fils

Les connecteurs RJ45 traditionnels sont conçus pour des câbles avec des fils d'un diamètre maximal d'env. 1 mm. Pour de nombreuses applications, c'est trop peu. Pour les câbles d'installation, les diamètres de fils utilisés peuvent atteindre 1,6 mm. Huit fils de ce diamètre doivent trouver place l'un à côté de l'autre dans un connecteur. Huit fils d'un diamètre de 1,6 mm l'un à côté de l'autre dans un connecteur dont la largeur, selon DIN EN 60603-7-1, ne doit pas dépasser 11,63 mm – rien que du point de vue mathématique, il n'est plus

possible que tous les fils devant être reliés aux connecteurs soient côte à côte.

Pour palier à ce problème, les fils des connecteurs RJ45 modernes sont répartis sur deux niveaux. Quatre fils par niveau rejoignent leur point de raccordement. Une platine intégrée dans les connecteurs relie alors les points de raccordement avec les contacts du connecteur. Ainsi, il existe dans ces connecteurs une gestion intégrée des fils qui, de plus, facilite le travail des installateurs en matière de confection.



Illustr. 6 : Connecteur RJ45 moderne avec gestion des fils

L'enveloppe du câble

Dans des environnements particulièrement hostiles, il existe des exigences particulières en matière de sécurité de l'ensemble du câble. En tout, le diamètre du câble peut atteindre 8,5 mm, dans certains cas même 10 mm. Dans les espaces étroits, des câbles pré-

sentant de telles dimensions avec les connecteurs doivent aussi rester compatibles aux multiprises. Cela signifie que, dans un câblage sans panneau de brassage sur lequel les câbles d'installation vont directement dans un commutateur, de tels connecteurs

doivent encore avoir de la place côte à côte et les uns au-dessus des autres.

C'est pourquoi toute la géométrie du connecteur est conçue de manière à économiser autant de place que possible.

Le débit

Les exigences en termes de débit augmentent dans tous les domaines. La demande de GBit Ethernet ou même 10 GBit Ethernet se fait de plus en plus pressante, et ce pas seulement pour la transmission de données multimédias dans des appareils de l'électronique de divertissement, mais aussi dans l'automatisation industrielle.

Pour satisfaire à ces exigences pointues, un connecteur RJ45 doit correspondre à la norme future DIN EN IEC 60603-7-51. Elle spécifie les constructions pour les connecteurs blindés mobiles et fixes pour des débits jusqu'à 500 MHz. Ces débits ne peuvent être atteints que dans des conditions idéales avec

un RJ45. Cela signifie que tous les contacts doivent être établis de manière fiable et que les pertes causées par les réflexions, la perte d'insertion et le parasitage inductif doivent être réduits au maximum.

Le parasitage inductif

La paradiaphonie s'avère être particulièrement problématique pour les fréquences nécessaires qui peuvent atteindre 500 MHz. La conséquence est le parasitage inductif entre deux fils voisins. Dans le câble, le torsadage symétrique et un blindage correspondant empêchent encore ce phénomène.

Simplicité / fiabilité des contacts

La compensation la plus sophistiquée et la meilleure géométrie sont vouées à l'échec si une liaison correcte et durable ne peut pas être établie entre le câble et le connecteur. Dans la fabrication industrielle, le montage de connecteurs RJ45 sur le câble de brassage est un processus extrêmement perfectionné qui, dans l'idéal, est soumis à un contrôle de qualité permanent. Ceci permet de sauvegarder les propriétés de transmission du câble. L'installateur sur le terrain doit poser le connecteur à la main sur le câble. Certes, il utilise normalement des outils spéciaux tels qu'une pince à sertir RJ45, mais le connecteur et la pince peuvent venir de différents fabricants et, dans ce cas, ils ne sont pas parfaitement orchestrés. Des pinces à sertir appropriées uniquement pour le connecteur garantissent le « déport » correct des contacts dans le connecteur. Si le déport n'est pas assez important, des mauvais contacts peuvent survenir, s'il est trop important, le contact sera éventuellement perdu complètement.

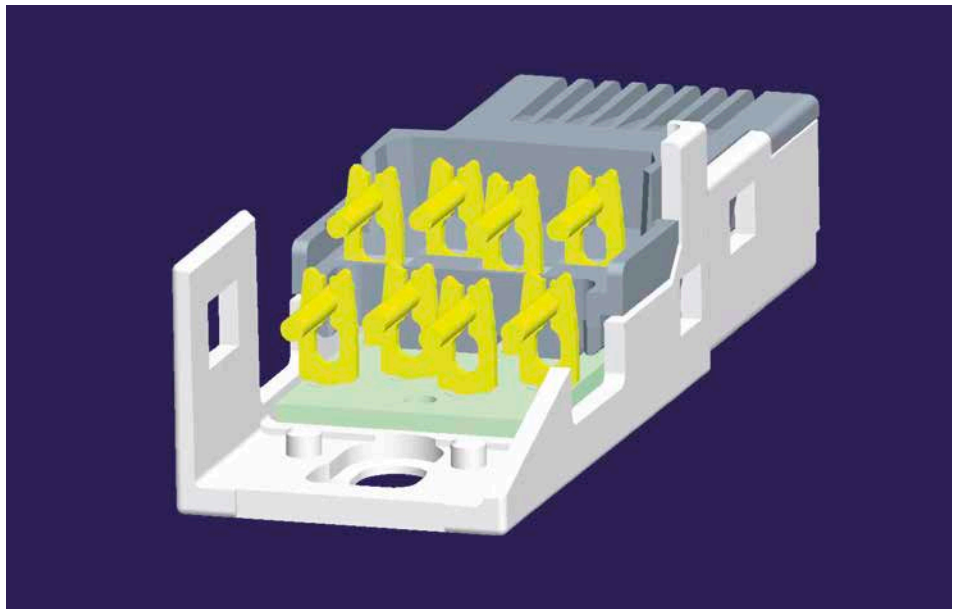
Pendant le sertissage, il est donc important de veiller à la force et à la profondeur de serrage de la pince pour établir la liaison entre les fils et les bornes. Une procédure que l'on ne peut que difficilement calculer

Mais, dans le connecteur, le torsadage symétrique et le blindage n'existent plus dans un premier temps. La longueur non torsadée et non blindée des paires de fils doit être la plus courte possible dans le connecteur. Mais il reste un autre goulot d'étranglement : les écarts très étroits entre les contacts en

et qui, éventuellement, n'offre aucune fiabilité des contacts. De plus, des espaces de travail étroits et les souillures entravent le travail de l'installateur. Afin de pouvoir garantir la fiabilité des contacts, l'exécution du montage doit être aussi simple que possible pour l'installateur et le montage doit pouvoir être réalisé sans outils spéciaux. Dans ce cas, il convient d'utiliser un connecteur pouvant être confectionné sur

raison de la géométrie. De plus, en raison de l'assignation spécifiée dans le connecteur, la position superposée des fils des paires (3-6) et (4-5) est désavantageuse. En résultent des couplages capacitifs et inductifs auxquels une compensation sophistiquée à l'intérieur du connecteur remédie.

le terrain. Il est caractérisé par des contacts à déplacement d'isolant IDC optimisés et la pose facile des 8 fils. Le contact est établi en comprimant simplement le corps biparti du connecteur au moyen d'une pince, ou aussi seulement à la main. Cette compression est maintenue jusqu'à ce que l'on rencontre une butée ferme, ce qui garantit que les fils soient enfoncés exactement à la profondeur correcte dans les bornes.



Illustr. 7 : Contacts à déplacement d'isolant IDC d'un connecteur RJ45 pouvant être confectionné sur le terrain

Observations finales

Le connecteur RJ45 n'est pas arrivé en bout de carrière, loin s'en faut. La percée de l'Ethernet dans de nouveaux domaines tels que l'immotique et l'automatisation industrielle (Industrial Ethernet) le met devant de tout nouveaux défis. L'installation sans boîtiers exige qu'il s'adapte aux câbles d'installation. C'est dans ce but que de nouveaux systèmes de gestion des fils innovants ont été intégrés dans les connecteurs

pour que les 8 fils puissent y trouver place. La disposition des 8 fils (4 paires de fils) permet de mettre entièrement à profit la performance des câbles contemporains des catégories 6 et 7. La géométrie du contact des fils a été optimisée pour satisfaire au besoin de plus en plus grand en termes de débit de données qui peut atteindre 10 GBit. Des compensations inductives et capacitives complexes intégrées dans le connecteur

atténuent les couplages indésirables qui surviennent souvent aux fréquences exigées pouvant atteindre 500 MHz, et établissent les conditions symétriques idéales nécessaires pour la transmission du signal.

Ces exigences élevées nécessitent aussi l'utilisation d'une technique de montage optimisée qui facilite le travail de l'installateur et garantit en même temps la fiabilité de la transmission.

METZ CONNECT GmbH est adhérent aux commissions et organismes suivants:



METZ CONNECT USA Inc.

200 Tornillo Way
Tinton Falls, NJ 07712
Etats-Unis
Tél. +1-732-389-1300
Fax +1-732-389-9066

METZ CONNECT France SAS

28, Rue Schweighaeuser
67000 Strasbourg
France
Tél. +33 3886 17073
Fax +33 3886 19473

METZ CONNECT Zhongshan Ltd.

Ping Chang Road
Ping Pu Industrial Park
Sanxiang Town
Zhongshan City, 528463
Guangdong Province
Chine
Tél. +86 760 86365 055
Fax +86 760 86365 050

METZ CONNECT Asia Pacific Ltd.

Suite 1803, 18/F
Chinachem Hollywood Centre,
1 Hollywood Road, Central
Hong Kong
Tél. +852 26 027 300
Fax +852 27 257 522

METZ CONNECT GmbH

Im Tal 2
78176 Blumberg
Allemagne

Tél. +49 7702 533-0
Fax +49 7702 533-189

info@metz-connect.com
www.metz-connect.com

