

## *Câblage de données : comment optimiser ou réparer ?*

C'est rare, mais ça arrive. Le câble défaillant ou endommagé par un engin risque de mettre à plat toute ou partie de la production. Si les situations les plus critiques font l'objet de boucle redondante, ce n'est pas le cas de tous les réseaux. Comment anticiper, optimiser la conception du câblage ou simplement jouer les pompiers efficaces en cas de crise ? Voici l'histoire d'un câble trop souvent ignoré.

Trop souvent banalisés, les câbles ne sont pas toujours installés dans les conditions requises. D'où les risques de dégradation rapide, voire de rupture. (doc. Lutze)

Dans le tertiaire, entre la prise murale et les équipements actifs, les trois derniers mètres de câbles souffrent surtout des commandos de ménage musclés et des roulettes assassines disposées sous la chaise de votre collègue. Et la panne arrive parfois. Dans ce cas, lorsque vous avez démonté pour la troisième fois la carte réseau de votre ordinateur, un éclair de lucidité vous guide vers le câble qui est effectivement endommagé ! Et là, vous vous traitez de tous les noms...

Dans l'industrie, c'est un peu pareil, sauf que l'aspirateur fait place à une pelleuse ou à un chariot élévateur indélicat. Enfin, la portion de 3 mètres se transforme en un câble pouvant atteindre plus de 100 mètres. Outre le câble défectueux, il est aussi question de réseaux de plus en plus complexes dans lesquels il devient parfois compliqué de s'y retrouver. L'audit ou l'analyse réseau vient alors

éclaircir la situation et faire sauter d'éventuels embouteillages de données...

### **VALIDATION OU DIAGNOSTIC**

Mais avant de parler de pannes en exploitation, il faut évoquer les défauts de câblages d'origine : erreurs de câblage ou mauvais choix d'architecture. Ca arrive ! D'où l'importance, pour partir d'un bon pied, de réaliser un diagnostic de réception. Cela limite les mauvaises déductions trop hâtives ou l'accusation de produits actifs pourtant étrangers aux problèmes décelés.

« Nous savons contrôler l'état physique d'un câblage, qu'il s'agisse d'un réseau de terrain, inter-automates ou de liaison vers la supervision et le MES, explique Yves Delay, responsable de la ligne de produits dédiée à la maintenance prédictive chez Rockwell Automation. Des tests d'intégrité

permettent de s'assurer du débit et de valider la connectique ou les rayons de courbure. Selon une procédure manuelle, un équipement de réflectométrie précise la distance à laquelle se trouve l'éventuelle rupture ». Rockwell propose soit les appareils de mesure, soit la prestation. Ce type de contrôle est proposé à la mise en service d'une installation, en guise de réception et de façon préventive ou encore suite à la détection d'un problème. « Lorsque nous accompagnons des intégrateurs, nous prescrivons ce type de prestation. En revanche, cela est systématique lorsque nous livrons une installation clé en main. »

Schneider Electric propose pour sa part des prestations de structuration de réseau en terme d'architecture et de débit. Il s'agit d'audits réalisés notamment pour élucider des problématiques de communication et de transfert de données. La nouveauté tient cependant au

lancement fin 2008 d'un service de validation de réseau : « Nous pourrions alors garantir la disponibilité et les flux d'information sur des réseaux critiques tels que des boucles en process, lance Xavier Bonnaud, en charge de la conception d'offres de service chez Schneider Electric. Aujourd'hui, les réseaux Ethernet nécessitent quant à eux une fine analyse des flux par rapport à l'architecture et aux différents nœuds, car il existe des risques d'engorgement. »

Principalement à destination de projets de travaux neufs ou de rénovation d'outils de production, Schneider Electric va donc proposer un service de structuration physique et logique des réseaux. L'opération devrait se dérouler en trois temps :

- analyser les flux et les débits afin de comprendre les liens de communication. De cette façon, les problèmes potentiels sont décelés et des réseaux virtuels sont définis afin d'isoler les différents flux ;

- structurer et paramétrer le réseau ;  
- après installation, vérifier la conformité matérielle et les débits.

« Une telle prestation nécessite des connaissances multiples, aussi bien en terme de flux que de matériels de réseau ou d'automatisme. »

## STRATÉGIE ACTIVE

Sur les équipements d'automatisme, des cartes intelligentes peuvent percevoir si un problème apparaît en terme de nombre et de qualité des paquets de données. « Mais encore faut-il que ces informations soient prises en compte dans l'exécution du programme ! » précise Yves Delay.

## VOUS AVEZ DIT REDONDANCE ?

C'est un fait, la redondance sur la base de réseaux Ethernet doublés et de switches, rend auto-cicatrisant un réseau. Et cela de façon totalement transparente puisque les switches peuvent recréer le cheminement en un temps inférieur à un cycle ! En cas de problème, sur un réseau Ethernet, le switch manageable jouera le rôle d'indicateur via le média pour informer de la défaillance. Un switch non manageable dispose quant à lui d'une sortie tout-ou-rien qui permettra de localiser le tronçon défectueux.

Chez Oril Industrie, Dominique Chapuisit, responsable du service électricité, instrumentation et automatisme, a adopté la stratégie du maillage : « Nos 3 serveurs disposés en 3 points sont reliés en triangle par fibre optique. » Par ailleurs, chaque atelier du pharmacien sera à terme relié en 2 points, c'est-à-dire à 2 serveurs. « Au sein de l'atelier, j'estime que le risque

de rupture de câble est faible, car nous les faisons passer le plus souvent possible en chemin de câbles. Aussi, les réseaux Ethernet ne passent pas dans les ateliers où seuls les réseaux Devicenet et Controlnet sont présents. De plus, les cartes des automatismes disposent de deux voies. Mais nous ne prenons pas forcément l'habitude de faire passer les câblages par deux cheminements différents », reconnaît Dominique Chapuisit en précisant que depuis 12 ans, il n'a mémoire d'aucun câble endommagé aussi bien sur le réseau d'automatisme que pour l'instrumentation !

## RUSER POUR ANTICIPER

Mais toutes les installations câblées ne sont pas redondantes ! Faute de réseau en boucle ou auto cicatrisant, il faut pourtant envisager la rupture et anticiper les conséquences potentiellement pénalisantes pour la production. Par exemple, lors du tirage d'un câble à fibres optiques, cela ne coûte pas grand chose de plus de prévoir 10 brins au lieu de 4. Si l'un d'entre eux vient à se rompre, il sera facile à une personne du service maintenance d'effectuer les nouvelles connexions. C'est aussi une façon d'anticiper une évolution des besoins. Idéalement, on peut pousser la redondance un peu plus loin en faisant passer un second câble par un cheminement différent. Moralité : dans bon nombre de situations non critiques, il est tout à fait possible de prévoir sa boucle « redondante ». Passive, elle sera cicatrisée à la main !

## LA RUSTINE

Victime d'un choc, un câble Ethernet de 60 mètres se trouve endommagé... Que

## TEST DES SYSTÈMES PORTE-CÂBLES

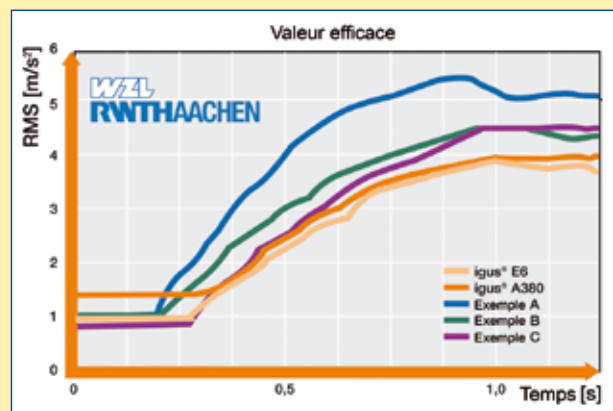
Les installations de production, que ce soit les robots ou les machines-outils font appel à des systèmes de chaînes Porte-Câbles, seulement le déplacement de ces chaînes s'accompagne souvent de vibrations au niveau de la goulotte et du point mobile.

Le laboratoire de l'université d'Aix-la-Chapelle vient de procéder à une étude intitulée « étude des vibrations sur les Systèmes de Chaînes Porte-Câbles ». Il a testé plusieurs systèmes de chaînes. Des résultats qui permettent de différencier les différents types de systèmes selon les besoins de l'utilisateur comme par exemple la demande d'une faible abrasion notamment pour des applications en salle blanche (ISO classe 1 possible avec un matériau spécial).



Chaîne Porte-Câbles « E6 ESD » de Iigus.

Parmi les autres domaines d'application typiques, citons les installations de découpe laser et d'oxycoupage, les machines de métrologie et de test, le secteur des semi-conducteurs et de l'électronique, la technique médicale et pharmaceutique, les machines outils, l'automation et les tâches de manipulation rapide.



Les chaînes peuvent également être disponibles en version ESD (ESD = « electronic static discharge »), pour la sécurité dans les atmosphères explosives ainsi que pour assurer une protection contre les interférences dans les secteurs de production sensibles.

faire dans l'urgence ? Simple-ment sectionner le câble en totalité et recréer la liaison à l'aide d'une paire de connecteurs Ethernet blindés male et femelle ! CQFD. La catégorie des connecteurs devra évidemment répondre au débit de données véhiculées sur le réseau. Il faudra aussi documenter cette réparation car une liaison Ethernet ne peut accepter qu'un nombre limité de points de connexion. Il importe par ailleurs de figurer les raccords de masse à 360° pour éviter l'emprise des perturbations électromagnétiques sur le réseau. Sur un réseau Profibus, les connecteurs Fastconnect de Siemens font également l'affaire.

Mais le nec plus ultra de la « rustine Ethernet » demeure sans doute le module de liaison Ethernet catégorie 7 (c'est-à-dire jusqu'à 10 Gigabits) proposé par Weidmuller. Ce boîtier métallique IP20 (seulement !) comprend de quoi raccorder avec 4 paires torsadées par des prises à lame auto-dénudage, sans outillage ou presque. Là encore, il faut tenir compte du fait que l'on ajoute un point d'enfichage supplémentaire à la liaison. Cela peut influencer les caractéristiques de transmission. Weidmuller dispose aussi dans son offre Steady Tec d'une prise de raccordement IP67 conçu pour le prolongement de liaison, mais utilisable aussi pour réparer un câble endommagé.

## BANALISÉ À TORT !

« Souvent, nos clients à la recherche de câbles pour des applications spécifiques ne prennent pas en compte nos conseils, regrette Alain Lancel, responsable des ventes de Lutze. Le prix l'emporte sur la

**CHOISIR LE BON CÂBLE**

De loin, tous les câbles se ressemblent. Pourtant, ils sont le fruit de recherches poussées et de technologies bien particulières suivant le cahier des charges !

Du traitement de l'âme dépend la température d'exposition du câble. Le cuivre nu permet d'atteindre 130 °C, le cuivre étamé 180°C, le cuivre argenté 260°C et le cuivre nickelé plus de 260°C. Par ailleurs, le plaquage de l'âme améliore sa conductivité dans le cas d'utilisation de circuits à haute fréquence (> 3,3 kHz). Outre sa résistance aux hautes températures, il ne présente pas d'effets secondaires dans le cas de très basses températures (< 0 °C). Enfin, le plaquage de l'âme facilite les opérations de soudure.

La tresse venant autour du câble protège celui-ci des agressions extérieures : en cuivre étamé il protège des perturbations électromagnétiques (CEM), en acier nickelé il assure un blindage mécanique. Par ailleurs, il existe aussi le guipage, blindage hélicoïdal en cuivre, que l'on retrouve dans les applications robotiques sur chaîne porte-câbles. « Il ne faut pas non plus oublier que la qualité du blindage est liée au coefficient de recouvrement de la tresse », explique Jérôme Dibo, responsable technique et support technique chez Lapp France.

La gaine extérieure fait intervenir de nombreux matériaux spécifiques. Le PVC reste le matériau le plus utilisé pour l'isolant et les gaines des câbles.

Les thermoplastiques élastomères (TPE) se subdivisent en 3 grandes familles : Polyuréthane(TPE-U), polyester (TPE-E) et polyoléfine (TPE-O). Les câbles TPE présentent généralement de bonnes performances en traction, au déchirement, à l'abrasion et aux agressions chimiques (huiles...). En outre, ils offrent une bonne flexibilité à froid et se tiennent face aux intempéries.

Les câbles à gaine PE s'utilisent pour des débits à haute fréquence (câbles coaxiaux par exemple). Il existe des gaines PE de qualité alimentaire et non-alimentaire. Cependant, ce matériau manque de souplesse et présente un mauvais comportement au feu.

Les gaines FEP et PTFE permettent de résister à des températures élevées de plus de 200 °C, voire 260 et même 300 °C. Elles font preuve d'une grande résistance chimique et mécanique.

Les gaines en caoutchouc synthétique ou naturel résistent aux intempéries et aux UV dans une plage de température de - 25 à + 60 +C. Le caoutchouc de silicone résiste quant à lui à une plage de - 50 à + 180 °C, avec des pointes à 200 °C. Mais reste incompatible avec les matières organiques telles que fluides, graisses, élastomères, résines... et demeure interdit dans les cabines de peinture car le silicone peut se déposer sur les parties à peindre et empêcher la peinture d'adhérer !

sélection adéquate ! Ils avancent en faisant l'expérience de problèmes qui surviennent en exploitation. Dommage ! » Pourtant, à chaque condition

d'exploitation, chaque ambiance industrielle ou corrosive correspond un câble spécifique, gainé ou blindé comme il se doit.

Jérôme Dibo, responsable technique et support technique chez Lapp France confirme : « Les bureaux d'études et les ingénieurs de développement sont très pointus en ce qui concerne les produits actifs. En revanche, ils n'ont aucune connaissance des câbles. C'est pourquoi ils se basent sur les câbliers et leurs connaissances intrinsèques. La longueur d'un câble, influence la qualité du signal. Tout comme l'impédance doit être déterminée en fonction du protocole véhiculé, sans parler de la mise à la terre et du blindage par rapport à l'environnement CEM... La méconnaissance de l'ensemble de ces paramètres fait que 9 fois sur 10 un problème de transmission est mis sur le dos du câblage ! »

Dans d'autres cas, le fournisseur de matériel ne connaît pas les distances à couvrir par le câble, le bureau d'études se concentre sur les parties actives de l'automatisme... C'est donc à l'installateur de prendre les décisions quant au choix du câble !

## CHAÎNE PORTE-CÂBLES : L'ENFER DU CÂBLE

Il n'est pas rare, selon les câbliers, de retrouver un câble conçu pour une installation statique sur une chaîne porte-câbles. Il suffit alors de quelques jours d'exploitation pour que le câble se rompe et nécessite son remplacement ! « Les câbles de commande ordinaires ne sont pas adaptés aux exigences des cadences et des vitesses de déplacement élevées en fonctionnement permanent. » Il convient donc de n'utiliser que des câbles conçus pour le montage en chaînes porte-câbles. Ça paraît pourtant simple...





Rustine Gigabits Ethernet pour câbles endommagés, ce boîtier proposé par Weidmuller peut également servir à prolonger une liaison de façon définitive. (doc. ML)

L'installation de la chaîne porte-câbles exige une grande précision et l'installation des câbles doit respecter plusieurs règles. La répartition du poids dans la chaîne doit être réalisée, autant que possible, de manière symétrique et il convient de placer les câbles lourds à

l'extérieur. Plus exactement, la chaîne porte-câbles et les câbles constituent un ensemble dont le bon fonctionnement est obtenu par une coordination de l'ensemble.

En général, les principaux paramètres à respecter sont

définis en fonction de l'installation, mais le rayon de courbure, la vitesse, l'accélération et la course représentent les contraintes les plus courantes. Il faut aussi se rappeler qu'un rayon de courbure supérieur à la limite mentionnée (à température normale) et un nombre de conducteurs réduisent la durée de vie des câbles. C'est pourquoi un câble avec un grand nombre de conducteurs (supérieur à 25) peut de préférence être partagé en 2 câbles ayant un nombre inférieur de conducteurs. Et rien n'interdit d'utiliser une plus grande chaîne afin d'augmenter le jeu des conduits et donc leur durée de vie. En général, plus le rayon de courbure est petit, la course est longue, la vitesse et l'accélération sont élevées, le

ment : les câbles placés dans le même compartiment seraient ainsi coincés.

Lors de l'installation, Lutze recommande même de laisser reposer les câbles pendant 24 heures (comme la pâte à crêpe), pour compenser les tensions ! Les câbles sont loin d'être insensibles au mode de pose. Sur les chaînes porte-câbles courtes, les câbles doivent être fixés aux deux extrémités, fixes et mobiles. Pour les déplacements plus longs, les câbles doivent être fixés seulement à l'extrémité mobile. Sur les chaînes en montage vertical on doit effectuer le bridage des deux côtés. Mais ce bridage ne doit pas empêcher le glissement des conducteurs à l'intérieur de la gaine. Et aucun bridage de câ-

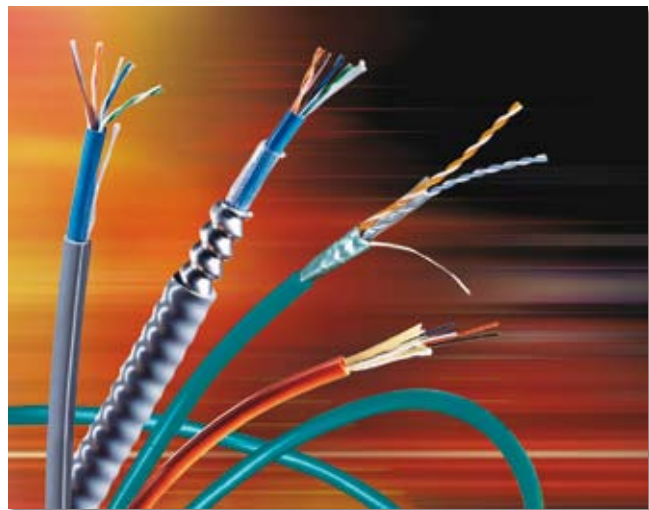
### TÉMOIGNAGE : DU CÂBLE VOLANT PROVISOIRE AU CÂBLE REDONDÉ

Pour Gwénaél Blanchot, en charge des automatismes chez Saint-Gobain Emballage sur le site de Chalon-sur-Marne (1), le problème doit être anticipé en phase de conception et de réalisation : « Dans la mesure du possible, nous faisons passer nos câblages dans des chemins de câbles ou en gaines rigides. Pour la liaison avec la supervision, nous avons posé un second câble empruntant un cheminement différent. Il reste en attente et ne sera relié qu'en cas de défaillance du câble en service. Face à un problème de liaison avec la supervision, nous pouvons toutefois commander les machines localement en attendant que l'entreprise spécialiste du câblage intervienne. »

Et si un câble non doublé vient à se rompre ? « Cela n'arrive que très rarement fort heureusement. Dans ce cas et dans l'urgence, non tirons un câble volant temporaire. Car nous ne procédons pas à des réparations de câble, nous les remplaçons, même lorsqu'ils sont relativement longs. »

L'utilisation d'un « pont wireless » provisoire présenterait un intérêt ? « Non, pas vraiment, car le temps de configurer et de paramétrer le système, nous aurons trouvé une solution filaire même provisoire. »

(1) Sur ce site de production, Saint-Gobain Emballages exerce son métier de verrier en fabriquant des contenants.



nombre de conducteurs dans le câble est important, le jeu des conducteurs du câble est réduit : plus la durée de vie du câble est réduite.

Les câbles doivent pouvoir se déplacer librement, ils ne doivent être ni fixés dans la chaîne ni attachés ensemble ! Quant aux tuyaux, ils doivent être placés dans un compartiment individuel, car sous l'effet d'un changement de pression ils raccourcissent ou rallongent forte-

ment ne doit être effectué à l'intérieur de la chaîne !

Et lorsque toutes ces recommandations sont appliquées, que l'installation est terminée, il convient de contrôler que l'espace laissé volontairement libre est toujours présent. Enfin, après 500 à 1 000 cycles, il est recommandé d'effectuer un premier contrôle de l'espace libre, tant en traction qu'en poussée et procéder aux réajustements éventuels.