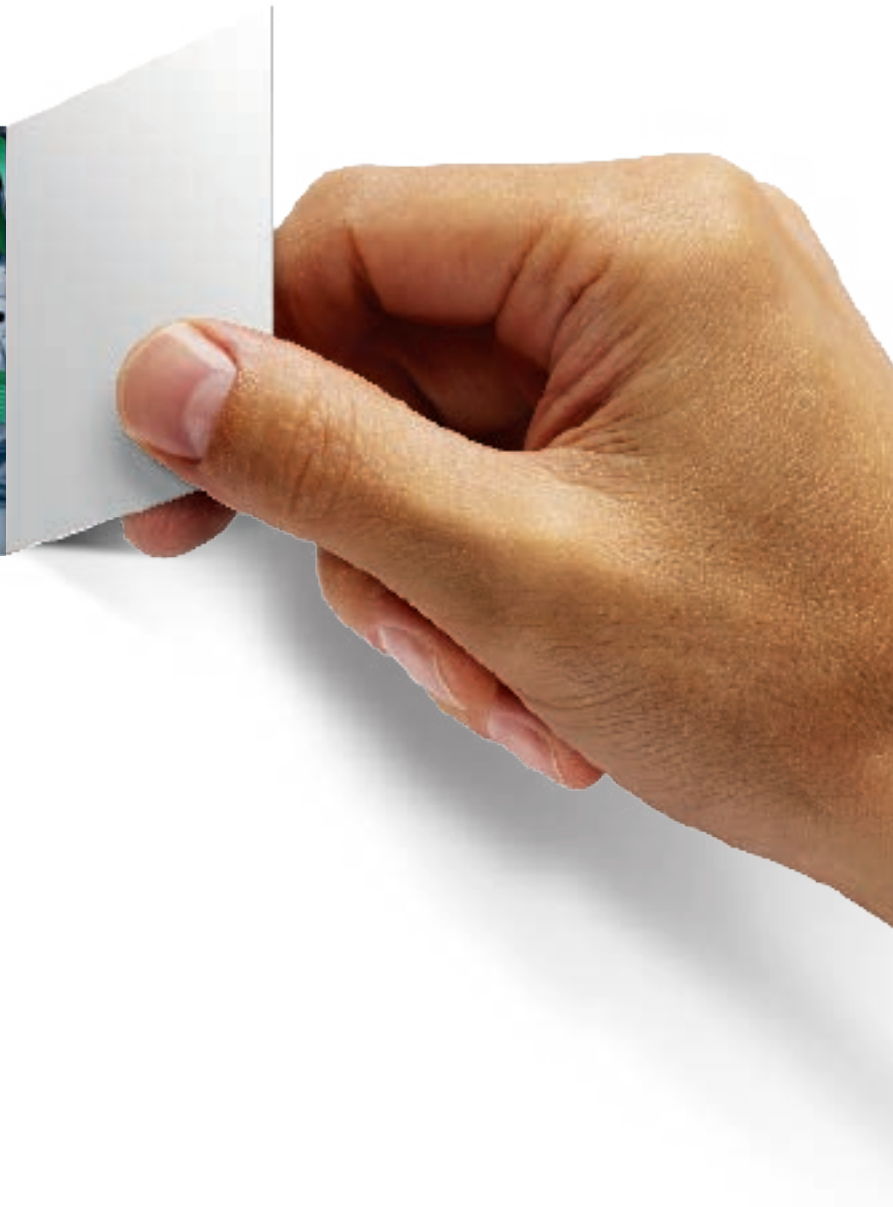


# Le câblage classique est-il encore d'actualité ? L'avenir est-il dans le câblage intelligent ? Build it in.



**Dipl. Ing. Heribert Einwag**  
1<sup>ère</sup> édition

**EATON**

*Powering Business Worldwide*



## Le câblage classique est-il encore d'actualité ?

Dans le secteur de la construction des machines, les enjeux économiques toujours plus nombreux et la pression de la concurrence mondiale ne sont pas des phénomènes nouveaux. Avec la baisse des marges et la réduction des délais de livraison, les constructeurs n'ont cessé de tout faire pour réduire les durées de fabrication et optimiser le rendement de la production.

Les systèmes de bus de terrain ont pris la place du câblage industriel dans les applications de pointe parce qu'ils offrent d'énormes avantages : plus grande facilité de conception et d'installation, fonctions encore plus nombreuses du fait du paramétrage individuel et aide quant à la rapidité de localisation et de diagnostic des pannes. Ils sont un facteur d'économie de temps et d'argent. Le principe du bus de terrain est désormais étendu à des appareils plus simples qui devaient jusqu'à maintenant avoir leur propre câblage dans l'armoire ou être reliés en périphérie à une installation complexe à haut degré de protection. Dans le présent document, Heribert Einwag, Directeur Produits chez Eaton, examine la question suivante : pour quelles raisons conserver le câblage traditionnel ?

Dans l'armoire électrique actuelle se trouvent généralement les organes de commande tels que l'automate programmable industriel (API) ou le module logique, associés à des démarreurs-moteurs, des convertisseurs de fréquence, des auxiliaires de commande et de signalisation ainsi que des raccordements homme-machine sous forme d'afficheurs ou d'écrans tactiles. Le raccordement entre les divers constituants est réalisé essentiellement à l'aide d'un câblage de commande coûteux en termes de matériel et de montage. Sans parler des câbles à recouper à la longueur, des embouts à sertir et du repérage à effectuer aux deux extrémités de câble, ce qui représente un important volume de travail et un risque d'erreurs. De plus, les modules d'E/S nécessaires et les goulottes de câblage à poser pour les câbles de commande requièrent relativement beaucoup de place dans l'armoire. D'où l'impossibilité souvent d'avoir des armoires électriques de petite taille. Or le client final demande davantage de machines aux dimensions plus compactes.

## A propos de réduction des coûts

En ce qui concerne les coûts de matériel concernant, entre autres, les constituants et le câblage, il est quasiment impossible de réaliser des économies. Il est donc pertinent de limiter les dépenses au

niveau de l'étude, du montage et du test de l'armoire électrique. Par exemple, le temps consacré à l'étude peut être réduit en utilisant une armoire standard et en remplaçant les auxiliaires de commande et de signalisation par un terminal tactile. Il est possible de diminuer la durée de câblage en remplaçant les bornes à vis encore couramment utilisées par des bornes à ressort.

Quant à la durée de montage, le constructeur peut la réduire en utilisant un faisceau de câbles qui permet un câblage plus rapide tout en limitant les risques d'erreur. L'automatisation des tâches récurrentes telles que le dénudage et le repérage fait gagner du temps et peut avoir une incidence positive : qualité identique et homogénéité de montage. Ces deux options sont intéressantes pour les constructeurs qui proposent une gamme de machines avec des armoires standards.

En introduisant des processus standardisés à destination des installateurs, il est également possible de réduire la durée nécessaire aux tests et au dépannage, en utilisant par exemple un schéma de câblage à la place d'un schéma électrique. La vérification du câblage conducteur par conducteur est longue et fastidieuse. Les



Armoire avec câblage traditionnel

tests de fonctionnement demandent moins de temps, mais lorsque des défauts sont constatés, leur localisation et leur élimination peuvent durer longtemps.

## Problématique du câblage traditionnel

Pour raccorder les différents appareils comme les modules d'E/S de l'API avec les contacteurs, auxiliaires de commande et de signalisation, détecteurs et autres appareils de terrain, il faut disposer en général d'un plan ou d'un schéma de câblage et ce, même pour une console de commande relativement basique. L'élaboration de ces plans est réalisée pendant le temps précieux de la phase d'étude, mais une certaine productivité est atteinte à partir du moment où plusieurs installations du même type sont réalisées. Toutefois, la concentration importante des câbles les uns à côté des autres entraîne vite des erreurs de câblage.

Même avec un plan détaillé et un câblage méticuleux, l'installateur doit généralement repérer chaque câble pour obtenir une visibilité de l'ensemble. C'est une méthode très pénible et nécessitant beaucoup de temps, mais indispensable pour prévenir les problèmes lors de la phase de test de fonctionnement de l'installation.

Lorsque le câblage est réalisé en faisceau, comme dans le cas des auxiliaires de commande et de signalisation montés sur porte, il requiert une pose dans les règles et du temps supplémentaire. Car il s'agit de ne pas entraver l'ouverture et la fermeture de la porte tout en évitant un endommagement des câbles.

Il n'est pas rare qu'une fois l'armoire câblée, des modifications de dernière minute soient à intégrer, notamment quand le client final souhaite disposer de fonctions supplémentaires requérant l'installation d'autres constituants. De telles modifications doivent a priori être incluses avant que les armoires ne quittent l'usine du constructeur.

Quand l'armoire est montée chez le client final, le fournisseur peut être confronté à d'autres problèmes. En effet, les techniciens effectuent après coup des modifications s'avérant nécessaires au niveau du programme machine ou installent des appareils avec éventuellement des modules d'E/S supplémentaires. Non seulement il faut alors suffisamment d'espace dans l'armoire, mais chaque constituant ajouté doit être raccordé à l'alimentation.

De telles modifications de l'équipement livré ne font pas systématiquement l'objet d'une documentation. En fonction du contrat, le constructeur de machines est toujours en charge de la responsabilité de l'ensemble de l'installation, quelles que soient les modifications réalisées sur site au niveau de l'armoire de commande.

## Système intelligent de connexion pour l'appareillage

Avant l'apparition des bus de terrain industriels, le câblage entre les armoires comportait de longs faisceaux de câbles servant à relier l'automate et les modules d'E/S. Grâce à la technologie des bus de terrain et aux systèmes décentralisés d'E/S, ces câbles sont devenus obsolètes, avec pour conséquence une rentabilité fortement accrue lors des travaux de câblage sur le terrain et de la mise en service des installations. Le reste du câblage entre les E/S décentralisées et l'appareillage raccordé a été considérablement réduit.

Avec un bus, il est possible de raccorder plusieurs appareils de terrain à l'aide d'un câble unique ; ainsi le nombre des câbles partant de l'armoire vers les constituants périphériques est radicalement diminué. Faisant l'objet de normes industrielles, les diverses technologies de bus de terrain contribuent depuis de nombreuses années à améliorer fortement le rendement, en particulier pour les

installations de grande étendue. A l'intérieur de l'armoire par contre, le câblage reste classique. Une question se pose : pourquoi ?

Tout d'abord, les faisceaux de câble de terrain sont longs et leur pose est coûteuse. Les économies éventuellement réalisées en renonçant au câblage de terrain classique s'avéraient plus élevées que pour celui de l'armoire électrique. C'est pourquoi les systèmes de bus de terrain à installer à l'extérieur des armoires devenaient intéressants, même si la technologie était relativement coûteuse et son utilisation initiale compliquée.

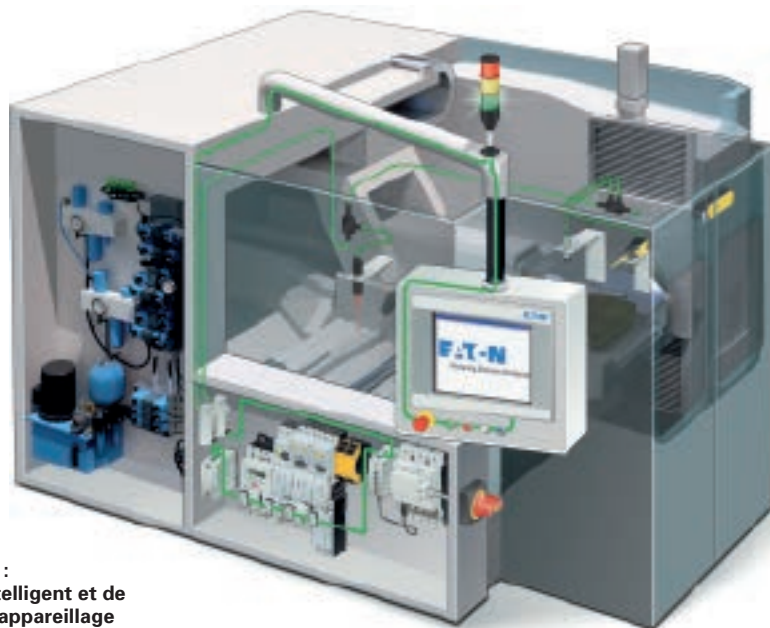
L'idée d'utiliser les systèmes de bus également dans l'armoire vient alors logiquement à l'esprit. Dans la pratique, cette technologie est déjà intégrée pour les appareils complexes comme les démarreurs progressifs, les convertisseurs de fréquence et les terminaux tactiles. Mais ce n'est pas encore le cas pour la mise en réseau d'appareils simples, du fait des coûts élevés des modules de bus de terrain et des fonctions qui ne sont pas toutes nécessaires.



**SmartWire-DT simplifie radicalement le câblage et en limite l'encombrement dans l'armoire électrique**

Par contre, ce qui est nécessaire, c'est un système intelligent de câblage et de communication en dessous du bus de terrain dans la pyramide de l'automatisation, spécialement conçu pour être utilisé dans l'armoire et capable de relier détecteurs et actionneurs à l'extérieur de l'armoire. Il faudrait une méthode de câblage de l'armoire où tous les principaux constituants et appareils sont directement reliés entre eux, entraînant la disparition d'une grande partie du câblage et la limitation des contraintes liées à l'espace dans l'armoire. Les phases d'étude, de montage, de test et de mise en service sont ainsi considérablement accélérées. De plus, les données peuvent être transmises par tous les systèmes de bus de terrain industriels courants.

Or, un tel système de connexion pour l'appareillage existe déjà sur le marché. Les constituants standards simples tels que boutons-poussoirs, contacteurs-moteurs, démarreurs-moteurs ou démarreurs progressifs se transforment en dispositifs intelligents et communicants à l'aide de connecteurs. Dans l'armoire, les constituants sont reliés entre eux par un câble plat multipôle qui prend en charge l'alimentation et la transmission des données. Leur raccordement à un automate classique est réalisé par des modules-passerelles communiquant avec l'API via un système de bus de terrain standard. Le système de raccordement et de com-



**SmartWire-DT d'Eaton :**  
système de câblage intelligent et de communication pour l'appareillage

munication ainsi obtenu a l'avantage de remplacer la majeure partie du câblage de commande entre les modules d'E/S et les équipements de type démarreurs-moteurs ou auxiliaires de commande et de signalisation. Les modules d'E/S de l'API servant aux équipements n'ont plus raison d'être.

Il est ainsi possible de réduire considérablement les temps de montage des installations électriques. Le temps et le coût dédiés aux tests sont radicalement réduits puisqu'il n'y a qu'un seul câble à tester. Les éléments pour diagnostic intégrés dans les modules de communication indiquent l'état des constituants raccordés ainsi que celui du raccordement, contribuant par ailleurs à l'accélération de la procédure de test et la mise en service. Cette fonctionnalité permet la réalisation de travaux de maintenance et de réparation plus performants du fait que le technicien visualise rapidement l'ensemble du système grâce aux voyants d'état et décèle quasi immédiatement les défauts sans avoir à procéder à des mesures. Les appareils intelligents sont capables non seulement de mettre à disposition des données numériques, mais aussi des données analogiques ou process qui aident l'utilisateur dans les diagnostics et l'élimination des défauts.

Il n'est pas possible d'effectuer des modifications ultérieures de ce système de connexion intelligent aussi facilement qu'avec les architectures système classiques ; ces modifications seraient d'ailleurs immédiatement décelées. Cette technologie offre de ce fait au constructeur une protection élevée contre les manipulations involontaires ou abusives.

## Commande et câblage intelligents des machines

Un système de connexion intelligent pour l'appareillage réduit le temps et les coûts sur l'ensemble d'un projet, de la phase de planification-conception jusqu'à l'installation, la mise en service et la maintenance. Il remplace le câblage de commande point à point souvent source d'erreurs, offre des fonctions de diagnostic étendues à l'appareillage et contribue à augmenter la fiabilité et la flexibilité d'un système d'exploitation. En outre, ce concept a l'avantage de nécessiter moins de place dans l'armoire puisque les goulottes de câble et les modules d'E/S sont beaucoup moins nombreux.

Toutes les fonctions décrites précédemment ainsi que des propriétés supplémentaires sont réunies dans le système intelligent de connexion et de communication SmartWire-DT d'Eaton. Ce système est une alternative pratique et peu onéreuse par rapport au câblage classique des armoires de commande. Les coûts de câblage sont en effet réduits de 85 % et le gain de place dans l'armoire est de 40 %.

Les constructeurs de machines seront toutefois en mesure d'apprécier la véritable valeur ajoutée qu'un tel système peut offrir à la lumière d'exemples concrets d'applications dans divers secteurs.

**Machines de boulangerie :** La stabilité de la qualité du produit est essentielle en boulangerie. D'où l'utilisation croissante de l'automatisation dans les processus de production de ce secteur. Lors de la conception d'une solution d'automatisation pour les élévateurs-basculateurs déversant la pâte dans les machines de transformation, l'idée était de réaliser une solution simple, garantissant une sécurité élevée de l'opérateur et du fonctionnement. En installant un système de connexion de l'appareillage, le constructeur n'a désormais plus besoin du câblage individuel chronophage et générant des erreurs. Il réussit de surcroît à réduire les dimensions de l'armoire de plus de 50 %. Le diagnostic à distance et le dépannage en technique d'automatisation sont logiquement très simples et n'exigent plus de personnel qualifié. En outre, les clients du constructeur de machines profitent d'une sécurité élevée d'utilisation tandis que les coûts inhérents à la mise en service, la réparation et la maintenance sont minimes. Le projet prouve que cette technologie est non seulement pertinente pour les réalisations de grande taille, mais qu'elle peut aussi être rentable pour les applications plus petites en apportant, comme dans le cas des élévateurs-basculateurs, des avantages concrets.

**Installations de nettoyage industrielles :** S'il n'y a rien de cassé, pas la peine de tout remplacer ! Or, cela ne vaut pas pour le fabricant d'installations de nettoyage industrielles qui s'appuie depuis des années déjà sur des systèmes de commande avec câblage classique de l'armoire et de l'appareillage de terrain. La complexité croissante de ses machines va de pair avec celle du câblage. Sans oublier la réalisation de plus en plus difficile d'innovations et d'extensions. Avec l'implantation d'un système de connexion de l'appareillage, le constructeur allait profiter aussitôt d'un certain nombre d'avantages. L'armoire, par exemple, nécessitait quatre

heures de câblage ; désormais, elle est câblée en 40 minutes - en six fois moins de temps-, et les erreurs de câblage sont pratiquement impossibles. Autre avantage pour le constructeur de machines : la conception simplifiée de l'automate reposant sur l'utilisation de constituants standards. Le client final quant à lui profite directement du fait que, grâce aux nombreuses fonctions de surveillance et d'enregistrement dédiées à la machine, les utilisateurs peuvent facilement vérifier combien de cycles de nettoyage ont été effectués dans un temps donné ou bien à quelle fréquence les filtres doivent être nettoyés. Une fonction de diagnostic intégrée fournit à l'opérateur la possibilité, en cas d'un arrêt machine notamment, d'accéder à des informations détaillées concernant la cause de l'arrêt ainsi qu'aux instructions pour corriger le problème.

**Emballage :** Les exigences requises pour les machines d'emballage changent constamment. Pour le constructeur de machines, cela signifie que la conception de son système doit inclure le plus de flexibilité et de fiabilité possibles. Les exigences et les cahiers des charges des clients varient selon le pays. Dans certaines parties du monde par exemple, l'API d'un constructeur est devenu un standard tandis qu'ailleurs, c'est une autre technologie qui est privilégiée. En optant pour un système de connexion de l'appareillage, le constructeur de machines peut agencer et pré-câbler une grande partie de la machine de façon standard, indépendamment de l'automate et du système de bus choisis. Au moment où la machine est vendue, il ne lui reste plus qu'à sélectionner la passerelle correspondant au bus de terrain défini par le client. Avec un câblage principal standard basé sur un système de connexion intelligent de l'appareillage, un constructeur de machines d'emballage leader du marché a réussi à réduire de manière significative ses délais de livraison, tout en offrant à ses clients une flexibilité optimale.

**Secteur agro-alimentaire :** Dans le cadre d'un projet de nouveau bâtiment pour une station de tri de pommes de terre entièrement automatisée, un expert en solutions d'automatisation a été chargé de réaliser une installation avant la récolte, ce qui représentait des délais très courts. Le projet comportait 250 entraînements pour les divers convoyeurs à bande, pompes, ventilateurs et machines. S'appuyant sur son expérience, l'ingénieur chargé du projet a estimé qu'il fallait poser au moins 32 kilomètres de câble sur l'ensemble de la station ainsi qu'un kilomètre supplémentaire pour le câblage transversal classique de l'armoire. Il a alors choisi un système de connexion de l'appareillage, réduisant ainsi la quantité de matériel de câblage à un huitième de la longueur de départ. Le câblage transversal est passé d'un kilomètre à 50 mètres et le câblage des appareils de commande sur les machines a été réduit de 40 %. De plus, la recherche d'erreurs s'est avérée quasiment inutile. Au lieu des deux semaines qui auraient été nécessaires à la mise en service d'une installation de cette taille, une journée et demi a suffi. Enfin l'entreprise a pu mener à bien l'ensemble de ce projet complexe en quatre mois seulement, tout en respectant les délais serrés du client et en réduisant radicalement les coûts de câblage.

De tels exemples concrets mettent en évidence le fait que le passage d'un système de câblage classique câble par câble à un système de câblage direct des appareils apporte au constructeur de machines et à l'utilisateur final des avantages tangibles qui ne sont pas assez souvent pris en compte aujourd'hui. Un système intelligent de connexion et de communication tel que SmartWire-DT permet de développer des concepts innovants de machines et d'installations avec lesquels la productivité augmente et les coûts d'étude et de montage diminuent et ce, tout en améliorant la maintenance et l'entretien.

## Aller plus loin avec l'intelligence distribuée

Avec les concepts décentralisés d'automatisation, les automates répartis au niveau de la machine prennent en charge une grande partie du traitement des tâches. Cela signifie que certaines parties du système sont commandées directement sur le "lieu de l'action" par des processeurs séparés. En associant ce principe à un système de connexion intelligent de l'appareillage et garantissant un degré de protection IP67, une nouvelle liberté d'action s'offre aux constructeurs quant à l'architecture du système. Du fait que les données d'E/S réparties dans tout le système sont prélevées et transmises à l'aide de détecteurs et d'actionneurs montés sur un même circuit, soit au niveau de l'armoire ou de la machine, il est possible de réduire le volume du câblage et la quantité de matériel.

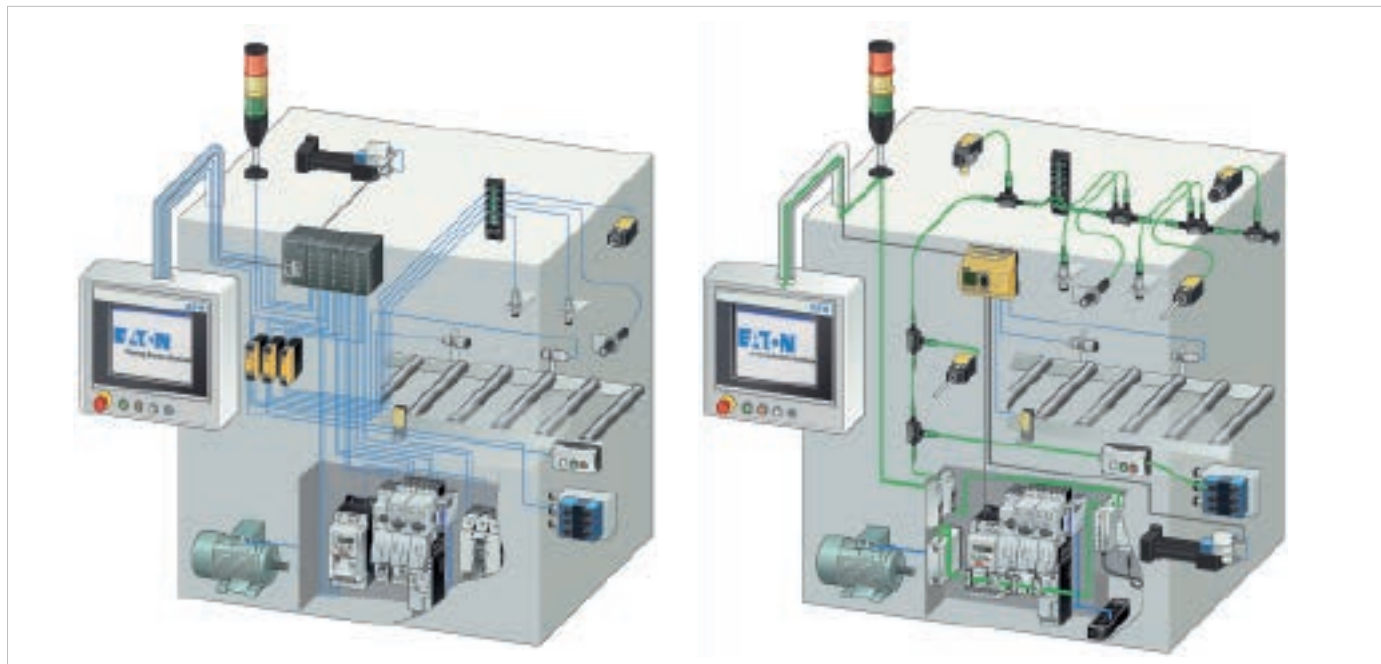


C'est ainsi qu'un concept de machine flexible et modulaire peut être développé, avec le nombre exact d'entrées et de sorties requises pour l'application et la possibilité d'ajouter des extensions. Grâce à la modularité d'une telle architecture, les ajouts ultérieurs d'équipement sont réalisables rapidement et à coût réduit à l'occasion d'un nouvel aménagement.

Un concept d'automatisation reposant sur l'intelligence décentralisée fait économiser de la puissance processeur à l'automate et crée de la place pour les extensions futures de fonctionnalité dans le système existant. Ainsi les utilisateurs peuvent transformer et agrandir facilement leurs machines et leurs installations ultérieurement, sans avoir à changer l'API.

Dans la mesure où certaines fonctions de commande sont transférées de l'automate central aux modules d'E/S décentralisés se trouvant dans la machine ou dans l'armoire, le trafic de données dans le réseau est diminué. En effet à cause des modules décentralisés intelligents, le processeur principal n'a plus à envoyer de requêtes aux E/S afin de demander l'état des entrées ou d'activer une sortie. Un système d'E/S décentralisé avec fonction de commande et de programmation peut accomplir certaines tâches, faisant en sorte que la communication avec le processeur central se réduit aux données de contrôle ou d'état.

Des configurations d'E/S pouvant être réparties séparément au niveau de la machine permettent aux constructeurs de réaliser, même dans le cas d'applications de grande étendue, un niveau élevé de mise en réseau de manière simple et rentable. Dans le cas précis de machines et d'installations sophistiquées, requérant beaucoup de surveillance et de commande, l'installation de divers automates est complexe et coûteuse car les points d'E/S sont raccordés de manière fixe à l'aide de câbles posés sur de longues distances. Les systèmes d'E/S décentralisés conviennent par exemple à la collecte de données des parties éloignées d'une installation afin de transmettre aux API des informations telles que temps d'exécution, comptages, périodes ou événements, à des fins d'évaluation ultérieure et de maintenance. Par rapport au câblage fixe traditionnel, la probabilité d'erreurs de câblage, dont la correction peut entraîner de longues durées d'immobilisation, est considérablement réduite.



**Le câblage point à point, complexe et source d'erreurs, n'est plus nécessaire. Le système SmartWire-DT permet de relier tous les constituants de la machine en utilisant de simples connecteurs**

## Les appareils intelligents ouvrent la voie de l'Industrie 4.0

Lors des discussions sur l'industrie 4.0, les thèmes comme la mise en réseau et les mégadonnées sont souvent au cœur des débats. Il ne faut toutefois pas laisser de côté l'appareillage. La mise en œuvre réussie des concepts d'usine intelligente (smart factory) concerne également la transformation rentable de simples constituants (par ex. disjoncteurs et appareils de commutation se trouvant dans la machine ou l'installation) en appareils intelligents (smart devices) capables de communiquer.

Dans l'usine intelligente de demain, le produit à fabriquer dira lui-même aux machines comment, où et à partir de quoi fabriquer. Les machines communiqueront de manière autonome les informations sur leur état détaillé et les constituants signaleront par avance à quel moment il convient de procéder à la maintenance ou à la réparation. Toutes ces fonctions supposent l'échange de données entre les pièces à usiner, les machines, les constituants, les commandes et les systèmes ERP.

Une condition préalable est la collecte et l'analyse des informations pertinentes en ce qui concerne les constituants intégrés dans la machine ou l'installation. Il faut d'une part des détecteurs adéquats, et d'autre part, la transmission et l'analyse des données. Il existe déjà aujourd'hui de nombreux appareils complexes dotés de leur propre électronique et remplissant ces conditions. Mais un grand nombre de constituants tels que boutons-poussoirs, appareils de signalisation et de commande, ainsi que les détecteurs et actionneurs montés sur le terrain, ne sont pas en réseau mais raccordés à l'automate par un câblage de commande coûteux. Une panne ou un dysfonctionnement de l'un de ces appareils ou des constituants raccordés peuvent entraîner de gros problèmes.

Si les appareils ne fournissent pas eux-mêmes de données, il est nécessaire de concevoir et d'installer des constituants complémentaires pour collecter ces données, ce qui est synonyme de temps, de place et de coûts supplémentaires. L'objectif est de faire en sorte que les appareils fournissent eux-mêmes les informations et que la transmission se fasse par un moyen de communication performant et peu coûteux.

Avec la technologie actuelle, cela est déjà possible. À l'aide d'un circuit ASIC (Application Specific Integrated Circuit), même les petits appareils tels que disjoncteurs, boutons-poussoirs ou détecteurs peuvent être transformés en appareils intelligents et communicants. Prenons l'exemple du démarreur-moteur électronique doté de cette technologie pour en illustrer les avantages. Sans matériel ni coût supplémentaires, cet appareil peut enregistrer les données suivantes : courant moteur, surcharge, données de diagnostic utiles. Les défauts sont détectés et corrigés en amont afin de garantir un fonctionnement continu. Les informations concernant le type d'appareil ou le courant de surcharge réglé permettent de vérifier si l'installation est correcte. Il est ainsi possible d'effectuer par exemple, simplement et à peu de frais, une maintenance basée sur l'état de l'équipement, ce qui entre dans le cadre de l'industrie 4.0.

La possibilité de raccordement aux principaux bus de terrain est aujourd'hui déterminante. Si à l'avenir une norme unique de communication sur l'usine intelligente est définie, signifiant par exemple un passage à la technologie WLAN, avec un système intelligent de connexion de l'appareillage tel que SmartWire-DT, il faudra alors uniquement remplacer la couche communication pour garantir l'accès aux données des appareils intelligents.

## Réduction des coûts grâce au gain de temps et à l'économie de matériel

Comme dit le proverbe : le temps, c'est de l'argent. Cela vaut aussi pour le matériel ! Lors de l'étude, du montage et du test des armoires, le fait de réduire la durée des tâches ou le matériel (ou les deux) permet de réduire considérablement les coûts.

Prenons l'exemple de ce système de transport de carrosseries de voiture qui doit venir s'intégrer sans interruption dans la structure d'automatisation d'une installation. Ce projet a demandé, entre autres, plus de 1 600 disjoncteurs-moteurs ainsi que les contacteurs-moteurs et auxiliaires de commande/signalisation correspondants, appareils à répartir dans plusieurs armoires. Les solutions de câblage traditionnelles ont été rapidement exclues car elles supposaient des travaux de montage trop importants et offraient une flexibilité limitée en cas de modifications de l'installation. De plus, la conception du projet, le montage et la mise en service allaient demander trop de temps. Afin de répondre aux exigences élevées de temps, de budget et de flexibilité, l'entreprise automobile a opté pour une solution de câblage intelligente pour l'appareillage.

Au niveau du temps requis, l'entreprise avait calculé, pour la durée du câblage fixe des démarreurs-moteurs, contacteurs-moteurs et dispositifs de commande, 4 heures et 29 minutes. Avec le système de connexion de l'appareillage, la procédure n'a nécessité que 41 minutes, soit une réduction de la durée du câblage de 85 %. Le temps d'étude et de test s'est trouvé également considérablement réduit.

### Réduction de la durée

	Technologie classique (min)	Système de connexion de l'appareillage (min)	Économie (%)
Durée du câblage	269	41	85
Durée de l'étude	115	35	70
Durée des tests	46	4	90

En ce qui concerne le matériel utilisé pour l'installation des 1 600 démarreurs-moteurs, l'entreprise a évalué que le câblage de commande demandait une longueur d'environ 12 500 mètres. Grâce au système de connexion de l'appareillage, l'application n'a nécessité que 700 m de câble plat. Une comparaison du coût du matériel et des prix (1,75 €/m pour le câble plat et 0,40 €/m pour le câble 14-AWG 2,08 mm<sup>2</sup>) révèle une économie supérieure à 3 700 €. Parallèlement, la durée d'installation a pu être diminuée de 22 jours.

### Coût du matériel

	Câblage automate	Câble plat
Longueur (km)	12,5	0,7
Longueur (m)	12.500	700
Coût par m (€/m)	0,40	1,75
Coût total (€)	5.000	1.225

Autres atouts du système intelligent de connexion de l'appareillage : il est possible de réaliser une installation et une mise en service sans le câblage de commande point à point fastidieux, et le système dispose de capacités de diagnostic intégrées. Cela signifie par exemple qu'un démarreur-moteur, sans matériel ni frais supplémentaires pour les constituants externes, est en mesure de fournir des informations sur le courant réel et sur l'état de charge du moteur raccordé. Ainsi le concept permet d'assurer une maintenance prédictive rentable et contribue à augmenter la disponibilité des machines et des installations.

Chez Eaton, notre mission consiste à relever le défi d'alimenter en énergie un monde dont la demande ne cesse de croître. Avec plus de 100 ans d'expérience et d'expertise en gestion de l'alimentation énergétique, nous savons adopter une vision à long terme. Produits révolutionnaires, conceptions clés en main, services en ingénierie, l'offre d'Eaton a la confiance d'industries majeures dans le monde entier.

Nous proposons aux entreprises des solutions fiables, efficaces et sûres de gestion de l'alimentation énergétique. Associées à nos prestations et à notre soutien personnalisé ainsi qu'à notre approche innovante, ces solutions prennent en charge aujourd'hui les besoins de demain. Avec Eaton, le futur est en marche.

**Consultez [eaton.fr/electrique](http://eaton.fr/electrique).**



Pour contacter un représentant Eaton  
ou un agent/distributeur, veuillez consulter  
[www.eaton.eu/electrical/customersupport](http://www.eaton.eu/electrical/customersupport)