Ethernet et industrie : pourquoi ont-ils osé ?

La période de flottement des « pour ou contre Ethernet dans l'industrie » semble être derrière nous. A regarder de plus prêt les exploitants, on s'aperçoit que certains d'entres eux n'ont pas coupé les réseaux en quatre avant de se lancer, non sans garder la lucidité nécessaire à tout passage vers une technologie nouvelle. Vraiment nouvelle ? Plutôt une continuité pour certains… Rencontre avec 4 industriels, et non des moindres, dans 4 secteurs différents : turbines de puissance (Alstom), carrosserie (Renault Trucks), machine-outils (Vernet Behringer) et extrusion (Alcan).

Alstom dope ses turbines avec Ethernet

Avec une expérience technologique importante en tant que concepteur de réseau critique déterministe et un recul de 4 années sur les nouvelles technologies, Alstom a choisi d'utiliser l'Ethernet industriel temps réel déterministe pour le contrôle de turbines de grandes puissances et de centrales de production d'énergie. Ces solutions de contrôle sont dès aujourd'hui en service sur des sites de production d'électricité thermiques, hydrauliques et nucléaires. *« Nous sommes pleinement satisfaits de notre passage à l'Ethernet industriel temps réel »*, souligne Christian Kervenec, responsable de la technologie dans l'activité Energie Management Business d'Alstom Power. Alstom fournit entre autres le contrôle du turbogénérateur de 1.750 MW prévu pour la production d'électricité du futur EPR basé sur cette technologie apportant des avantages compétitifs important liés à la performance et au déterminisme des réseaux de terrain basés sur la technologie Ethernet temps réel, permettant un contrôle fin du procédé dans les phénomènes transitoires.

Alstom a bénéficié d'une longue expérience des réseaux Ethernets industriels dans ses systèmes de contrôle de procédés continus. *« Il y a plus de 10 ans, nous avions déjà porté Ethernet au niveau des réseaux inter-automates et de communication avec la supervision basé sur les standards du marché TCP-UDP-IP, avec une qualité de services complémentaires permettant d'assurer l'intégrité des données au sein du système de contrôle. Au niveau du réseau de terrain, nous utilisions le réseau WorldFIP IEC61158 développé par Alstom qui apportait des caractéristiques importantes pour le contrôle de procédés continus critiques tel que le déterminisme, la disponibilité via la redondance, la sécurité via la certification IEC 61850 au niveau SIL3, une excellente tenue aux perturbations électromagnétiques, la gestion de la qualité de services des équipements de terrain sans altérer la gestion du flux de transmission des données critiques pour l'automatisme. En 2004, nous avons souhaité faire évoluer la technologie des automatismes de terrain »*, ajoute Hervé Sabot, responsable R&D automatismes et réseaux chez Alstom Power EMB.

Ces turbines de puissance sont notamment intégrées dans les centrales de production d'énergie électrique.

« Initialement, WorldFIP IEC 61158 était appliqué à toutes nos applications d'automatisme. Pour faire face aux nouveaux challenges d'échanges d'informations plus importants, plus rapides, plus distribués, plus sécurisés, Alstom Power a décidé de participer au développement de la solution Ethernet Power Link IEC

61784-2 au sein de l'EPSG (Ethernet PowerLink Standardisation Group). En changeant de solution de communication, nous souhaitions retrouver les qualités de services apportées par le réseau WorldFIP, en rajoutant la performance, la facilité de distribution des architectures décentralisée, ainsi que la facilité d'implémentation de cette technologie sur les équipements de terrain. Le résultat obtenu est parfaitement en ligne avec les contraintes exigeantes de procédés continus critiques devant assurer la sécurité et la disponibilité des installations, tout en assurant une qualité de services optimum grâce à une excellente bande passante permettant de gérer des temps de réponse très rapides pour les procédés critiques tel que le contrôle de turbines de grandes puissances. Enfin, et cela reste primordial, il nous fallait un réseau déterministe, avec un temps de réponse rapide, fiable et sécurisé », lance Christian Kervenec.

WorldFIP ne correspondait plus à vos attentes ?

Hervé Sabot : Ce protocole continue d'apporter une excellente satisfaction sur nos installations actuelles. Ses caractéristiques de services restent remarquables, mais ne permettent plus de satisfaire les nouvelles exigences du marché, tel que la performance et la rapidité des temps de cycles déterministes…

Christian Kervenec : Sur la base d'un cahier des charges exigeant basé sur notre expérience de concepteur de réseaux de terrain critiques, nous avons passé en revue les solutions Ethernet Industriels en cours de développement sur le marché, faisant appel à une technologie ouverte. Ethernet PowerLink a de ce fait présenté les caractéristiques les plus proches de notre cahier des charges. Ce protocole Ethernet Industriel temps-réel avait pris en compte dès sa conception les contraintes liées au déterministe des flux de communication entre

Christian Kervenec, responsable technologies automation et power conversion chez Alstom.

les équipements connectés sur le réseau de terrain, à la performance des échanges de données ceci grâce à son excellente bande passante, et à la grande flexibilité en matière architecture : bus, étoile ou anneau.

Hervé Sabot : Avec Ethernet Powerlink, les premières applications ont vu le jour en 2007 sur les contrôleurs de turbines à gaz de grande puissance développés par Alstom Power. Ces contrôleurs, dédiés aux fonctions d'automatisme et de protection, ont été testés en phase d'essai sur notre gamme de turbine de grande puissance GT26 jusqu'à fin 2008. Depuis 2009, Alstom offre une solution complète, cohérente, le système Alspa Série 6, pour assurer l'exploitation optimum de ses centrales de production d'énergie et de ses machines tournantes, basée sur la technologie Ethernet PowerLink permettant d'assurer les qualités de services attendues pour le contrôle de procédés critiques.

Pourquoi Ethernet ?

Hervé Sabot : La standardisation apportée par Ethernet PowerLink permet de faire évoluer des applications sur la base de produits du marché, sans être obligé de développer des modules électroniques spécifiques.

Christian Kervenec : Dans nos critères de sélection, la standardisation des composants électroniques était un des points fondamentaux de choix, il était également clair que les automates et capteurs à connecter sur le réseau ne devaient pas intégrer d'ASICs propriétaires, facilitant ainsi l'utilisation de cette technologie auprès de partenaires industriels. Par ailleurs, pour répondre aux besoins de nos applications, il était important de véhiculer sur le réseau la synchronisation et l'horodatage avec une source d'horloge unique et précise permettant de dater les changements d'états du procédé à la source avec une précision de l'ordre de la milliseconde, permettant ainsi d'assurer une analyse fine des transitoires et/ou incidents lors de l'exploitation.

Quels autres bénéfices tirez-vous de ce saut technologique ?

Hervé Sabot : Avec un temps de cycle déterministe des échanges de données de 5 ms sur le réseau de terrain et un cycle rapide de 20 ms pour la régulation des boucles de contrôle, Alstom assure une diminution du stress des équipements par un réglage fin du procédé, une meilleure optimisation des effets transitoires, la capacité d'améliorer l'exploitation via de nouvelles fonctions telles que par exemple le changement de combustible à pleine charge pour les turbines à gaz ! Grace à la performance de la bande passante, nous pouvons aussi assurer des qualités de services en mode de mise en service et maintenance telles que charger les applications rapidement dans les contrôleurs de terrain via les réseaux, et observer les applicatifs à distance en mode connecté.

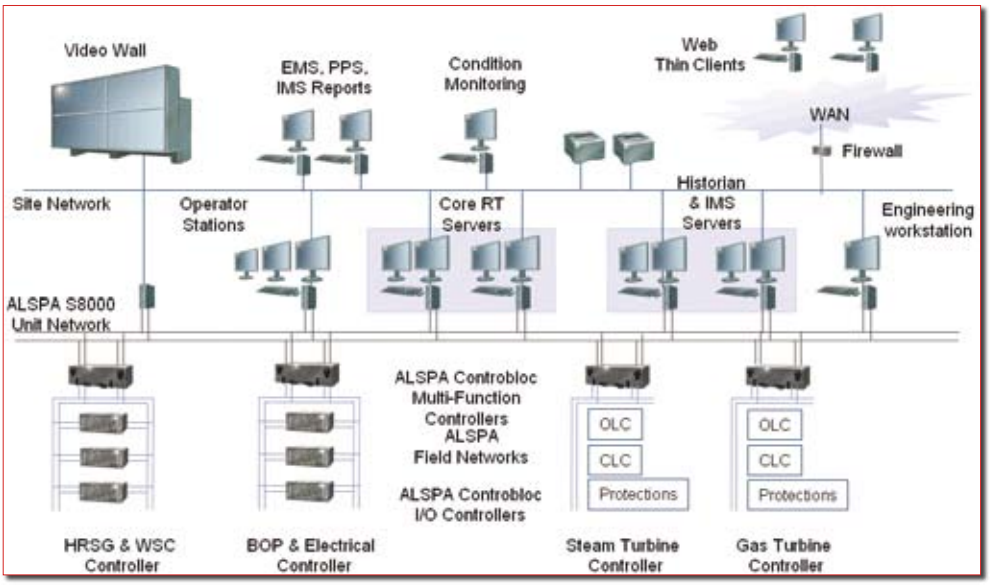
Mais Ethernet Powerlink ne répondait pas totalement à ce que vous en attendiez initialement ?

Hervé Sabot : Nous avons opté pour le protocole Ethernet industriel qui, selon nous, semblait le plus prometteur… Notre arrivée au sein de l'EPSG nous a permis de contribuer à l'amélioration du standard Ethernet Powerlink. Ces travaux ont permis d'ajouter des caractéristiques de redondance et de disponibilité qui n'étaient pas

Hervé Sabot, responsable R&D automatismes réseaux chez Alstom.

inscrits dans la norme initiale. C'était pour nous une condition absolue. Le standard PowerLink, intègre aujourd'hui la possibilité de redondance physique du médium. Nous bénéficions donc à la fois du déterminisme et de la redondance.

En matière de disponibilité, Alstom a travaillé avec le laboratoire Lurpa de l'ENS Cachan (Laboratoire de recherche en production automatisée), pour vérifier entre autres les caractéristiques critiques et les temps de non commandabilité, en lien avec le cahier des charges établi



Un exemple d'architecture d'automatisme de pilotage de turbine sous Ethernet industriel.

par Alstom, dans tous les types d'architectures et de cas probables de défauts… *« C'est un argument que nous mettons en avant auprès de nos clients. »*

Christian Kervenec : Pour ce qui concerne les aspects de la redondance et de la sécurité, nous avons nous-mêmes fait avancer PowerLink. Et si l'EPSG était au départ principalement porté sur l'industrie manufacturière. Aujourd'hui, le process continu y a pris une place très importante !

Et vos clients justement, ont-ils accepté vos choix ?

Hervé Sabot : Oui, complètement, car cette solution apporte de nombreux avantages compétitifs et, étant tournée vers l'avenir elle assure une excellente pérennité pour les solutions de contrôle de leurs centrales de production.

Qu'en est-il de la pérennité des applications Ethernet par rapport à celles réalisées sous WorldFIP ?

Sur le marché, il existe une grande quantité de fondeurs de puces Ethernet, étant donné qu'Ethernet s'est imposé comme le standard de la communication dans tous les domaines de l'IT, ainsi que pour les solutions embarquées. Le constat est similaire quant aux compétences sur les logiciels de communication temps réel, et pour les facilités de tests et de validation de nos solutions.

Comment comptez-vous déployer encore plus Ethernet ?

Christian Kervenec : Alstom utilise aussi les protocoles Hart pour la gestion de l'instrumentation, largement répandus dans le contrôle des centrales de production d'énergie, intégrés dans son système de contrôle Alspa Série 6 et véhiculé via le réseau Ethernet PowerLink.

Pour tout ce qui concerne les contrôleurs, entrées/sorties et gestion des composants intelligents, la technologie Ethernet PowerLink répond parfaitement à nos attentes. Nous étudions la possibilité au travers de nos partenaires d'augmenter à moyen terme le nombre de capteurs/actionneurs directement connectés sur le réseau de terrain Ethernet PowerLink, afin de remplacer les solutions classiques moins performantes en terme de gestion de flux de données et de qualités de services.

Par ailleurs, la tendance de l'Ethernet industriel temps réel s'élargie aux composants des postes électriques de puissance. Il s'agit par exemple de régulateurs de turbines, disjoncteurs, communication inter-postes, régulateurs de tension… Les technologies Ethernet temps-réel sont utilisées dans le contrôle des postes de haute tension, en accord avec l'IEC 61850 standard international de communication dans les sous-stations électriques. Ce standard commence aussi à être appliqué dans le secteur des éoliennes et des centrales hydrauliques. Cela prouve la tenue des communications Ethernet dans des ambiances à très fortes sollicitations électromagnétiques !

Comment utilisez-vous la bande passante Ethernet ?

Christian Kervenec : Actuellement, nous utilisons pour nos réseaux de terrain l'Ethernet temps-réel à 100 Mbits/s, avec un cycle déterministe d'échange de données à 5 ms. Cela répond largement à nos besoins.

Ne pourriez-vous pas utiliser des fonctions vidéo ?

Oui, effectivement, avec la vidéo il est possible de surveiller la combustion pour chaque brûleur d'une chaudière, les convoyeurs de charbon, l'état de vannes hydrauliques à distance... Cependant, la demande de nos clients pour ce genre d'option est encore très faible.

Avez-vous opté pour les logiciels open source ?

L'Ethernet PowerLink est publié par l'EPSG comme une solution Open Source, ce qui en fait un standard ouvert à l'ensemble des industriels. Alstom a apporté des qualités de services complémentaires pour ses besoins en process continu à très forte criticité.

Et l'Ethernet sans fil ?

Hervé Sabot : Nous sommes attentifs à ces technologies qui à notre avis ne sont pas encore prêtes pour le contrôle. Ces applications sont aujourd'hui intéressantes pour le monitoring lent (supérieur à la seconde) de certaines parties de l'installation, ne rentrant pas dans la chaîne critique de régulation, ni de protection des équipements d'une centrale de production d'énergie, ou pour le réglage et la configuration des actionneurs distribués au travers d'un réseau MESH.

Le choix d'Ethernet a-t-il un impact sur la façon de procéder des automaticiens ?

Non, pas vraiment. Nous avons pour philosophie de dégager l'automaticien de la problématique de l'architecture du système de contrôle. En d'autres termes, il n'y a pas d'impact sur l'ingénierie applicative. Les avantages sont plus résident au niveau de l'aspect système temps réel de contrôle que de l'ingénierie de l'automatisation.

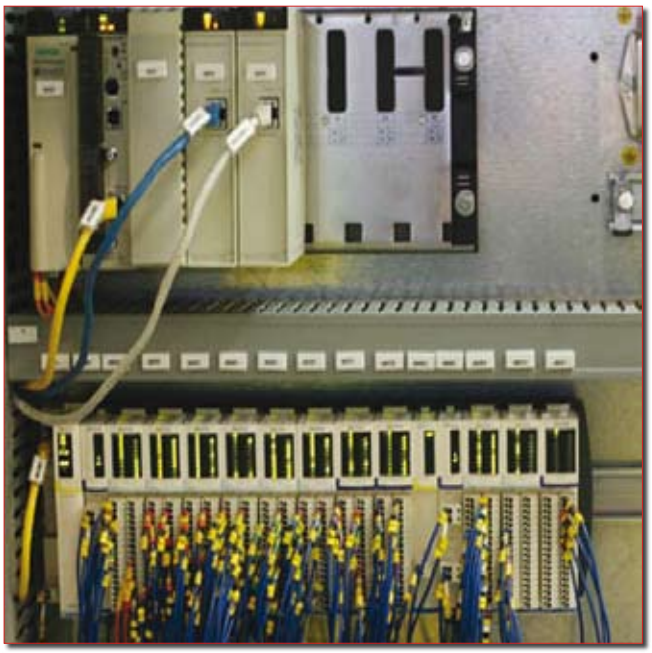
Quelles sont vos perspectives de développement offres ?

Nous poursuivons l'extension des réseaux Ethernet PowerLink sur l'ensemble de notre portfolio d'offre de contrôle, et continuons à apporter notre expertise auprès de l'association EPSG. ■

Renault Trucks : Ethernet du sol au plafond

En 2008, l'usine Renault Trucks (Groupe AB Volvo) de Blainville-sur-Orne (Calvados) s'est dotée d'une ligne de tôlerie complémentaire. Une ligne conçue selon de nouveaux standards d'automatisme, basés sur une solution d'automatisme sous Ethernet. Le site, qui fabrique toutes les cabines de la marque, assemble le véhicule Midlum et produit des composants industriels ainsi que des faisceaux électriques.

Historiquement, Renault Trucks avait déjà goûté à l'Ethernet industriel une première fois en 2005 avec une ligne de traitement de surface cataphorèse dotée d'une communication inter-automates sous Ethernet IP (Rockwell Automation). *« En 2007, sont nés les projets d'une ligne de peinture et d'une ligne de tôlerie complémentaire*, explique Christophe Declomesnil, responsable des automatismes au sein du service Evolution et Maîtrise des Processus Automatisés (EMPA). *Satisfait de notre première expérience Ethernet, nous nous sommes reposés la question… sachant que nos lignes, à la différence de celles employées dans le secteur de l'automobile, sont prévues pour fonctionner pendant 15 à 20 ans. Dans ces conditions, une solution de continuité qui se contenterait de reprendre des solutions déjà anciennes risquerait de ne pas assurer la pérennité dont nous avons besoin »*. Renault Trucks s'est employé à réaliser une nouvelle grille de cotations pour prendre en considération l'offre du marché. *« Nous avons mis un accent particulier sur le diagnostic. »* Au final, c'est le concept de Schneider Electric qui fut retenu. Cette solution associe des automates programmables Premium, des îlots d'E/S déportées STB, l'atelier logiciel Unity Pro V4.0 et des serveurs de données OFS. Le tout s'organise autour d'une architecture « tout Ethernet » avec 3 réseaux Ethernet distincts garantissant la sécurité des différents niveaux d'information (usine, ligne, terrain) sans risque d'interférence.



Au global, le système comprend 5 îlots avec 1 bus de terrain par îlot pour un total de 1 200 E/S et 14 robots.

Quels sont les différents niveaux Ethernet mis en œuvre ?

Ici, ce sont surtout les bus de terrain sur Ethernet qui ont constitué une véritable première ! Ils regroupent toutes les entrées/sorties déportées d'un îlot, sachant que le système comprend 5 îlots avec 1 bus de terrain par îlot pour un total de 1.200 E/S et 14 robots.

Les bus de terrain sous Ethernet intègrent les E/S déportées mais également des distributeurs pneumatiques. Les serveurs web embarqués permettent, entre autres, un diagnostic à distance, tel que nous le souhaitions. Les échanges avec les baies robots se font également sur ce bus de terrain. Le réseau Ligne met quant à lui en œuvre les échanges API entre les îlots par le service Global Data. Les échanges avec les écrans des terminaux opérateurs se font en Modbus TCP… Enfin, le réseau Usine est connecté avec toute l'informatique usine du site via des serveurs de communication OFS.

Pourquoi le choix d'Ethernet ?

Ce choix est essentiel pour optimiser l'adéquation du système en fonction de nos besoins. En ouvrant largement le spectre de la consultation pour tous les composants périphériques, il permet d'affiner la solution jusqu'à ce qu'elle atteigne notre cible technico-économique.

Christophe Declomesnil, responsable des automatismes au sein du service Evolution et Maîtrise des Processus Automatisés (EMPA) chez Renault Trucks.

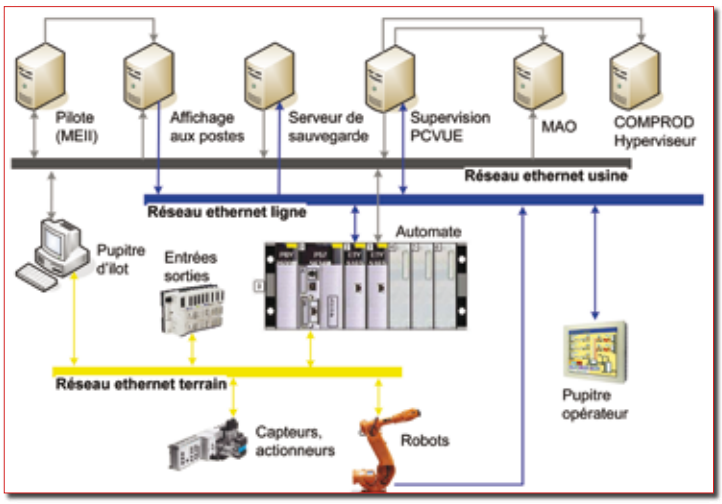
Par ailleurs, plus concrètement, on remarque que l'ajout de modules complets d'entrées/sorties devient beaucoup plus simple sous Ethernet.

Ce choix était-il évident ?

C'est pour nous une évolution naturelle, sans craintes particulières. Mais cela ne nous a pas empêché d'être vigilant au niveau des réseaux de terrain, en y reliant seulement les capteurs et actionneurs afin de ne pas les surcharger. Le taux de charge reste faible.

Quelle connectique utilisez-vous ?

Nous mettons en œuvre une connectique Ethernet RJ45 standard en coffrets pour relier tous les boîtiers d'entrées/sorties de terrain. Nous avons aussi des connecteurs Ethernet M12 de traversée de cloison sur les machines.



Architecture d'automatisme mise en place sous Ethernet.

Les réseaux de terrain Ethernet nécessitent-ils une gestion particulière ?

Pour chaque automate, nous disposions déjà d'un PC de diagnostic. Nous y avons ajouté pour les réseaux de terrain et de ligne, le logiciel de supervision réseau Intravue de Arc Informatique. C'est une façon d'avoir une image macroscopique des échanges, en temps réel. Le paramétrage de seuils permet d'être informé immédiatement de problèmes de communication.

Avez-vous vécu des incidents particuliers ?

« En matière de fiabilité, nous ne rencontrons pas de problèmes sur l'ensemble des composant installés malgré un environnement assez hostile (poussières, champs liés à la soudure). ■

Alcan : contrôle-commande et sécurité machine sur Ethernet Wi-Fi

Sur son site Alcan Softal de Ham (Somme), le spécialiste des profilés aluminium a intégré Ethernet avec des liens Wi-Fi pour faciliter le contrôle des parties mobiles de sa ligne de fabrication. Une première, à la fois au niveau d'Alcan et pour le fabricant de machines.

Ici, 2 lignes d'extrusion de profilés aluminium produisent jusqu'à 13 000 km de profilés par an, soit la mise en forme de 21 000 tonnes d'aluminium ! Une capacité de production à laquelle participe grandement la nouvelle ligne d'extrusion P64 pilotée sous Profinet, mise en service en août 2008. Cette ligne d'extrusion s'étend sur plus de 100 m de long. Elle comporte plusieurs sous-ensembles qui nécessitent pour chacun un traitement avec un automate S7-416 dédié. Quatre automates pilotent ainsi respectivement : le chauffage des billettes ; la presse ; les chariots de traction des profilés et la scie ; la table de redressement.

Réalisée par le fabricant de machines italien ATC, la ligne d'extrusion P64 a en revanche été entièrement automatisée sous la direction de l'usine. Jean-Serge Paruitte, responsable grands projets automatismes/électrotechnique et maintenance de l'usine Alcan de Ham, a dirigé l'étude, les choix techniques et la programmation.

Le traitement de la sécurité passe aussi sur réseau Profinet.

Quelle est l'étendue d'Ethernet sur la machine ?

Les 4 automates S7-400 de la ligne P64 gèrent chacun un réseau Profinet en charge des entrées/sorties et de la sécurité machine et 2 réseaux Profibus en liaison avec les codeurs et les variateurs. Au total la ligne comprend plus de 50 stations d'entrées/sorties ET200S, 70 variateurs Siemens avec gestion de la sécurité intégrée et 50 codeurs. Sur cette ligne, nous voulions aussi gérer la sécurité machine sur le réseau.

Le passage de Profibus à Profinet représente-t-il une contrainte particulière pour l'automaticien ?

Non, pas vraiment. Par exemple, en matière de configuration matérielle et d'environnement de programmation, Profinet introduit l'utilisation d'une adresse IP au lieu d'une adresse à deux chiffres pour Profibus. Par ailleurs, avec Profinet, l'adresse MAC peut être modifiée à distance et sans arrêter la tête de station !

Pourquoi 5 liaisons Wi-Fi sous Profinet ?

Appliquée aux nombreuses parties mobiles de la ligne et du pont roulant, la liaison radio résout les problèmes d'usure de câbles et de la maintenance qui en découle. D'autre part, la mise en œuvre s'avère beaucoup plus simple que pour la technologie d'alignement laser. Par ailleurs, pour les besoins la maintenance, l'accès aux réseaux d'automatisme via une antenne Wi-Fi qui couvre l'ensemble du hall, facilite grandement tout diagnostic à l'aide d'un PC portable ou d'une console de programmation, depuis n'importe quel point de la machine !

Pour la commande, la transmission Wi-Fi de Profinet est-elle suffisamment rapide ?

Oui, sans aucun problème ! D'ailleurs, la vitesse de trans-

De nombreuses liaisons Profinet permettent de relier capteurs et actionneurs au niveau terrain.

mission sous Profinet Wi-Fi, 54 Mbits en théorie, est supérieure à celle de Profibus sur réseau câblé. La ligne P64 laisse une large place aux passerelles Wi-Fi utilisées pour le contrôle-commande des deux chariots de traction des profilés en sortie de presse, de la scie mobile de découpe et de la table de redressage des barres. Et pour preuve d'une totale intégration, les liaisons Wi-Fi transfèrent aussi les trames relatives à la sécurité machine !

Quels sont les autres atouts des liaisons Ethernet ?

De la façon dont l'automatisation a été conçue, on peut considérer que les chariots de traction ou la scie mobile disposés sur la ligne sont des machines à part entière. Cette approche est en totale cohérence avec les capacités offertes par la liaison Profinet Wi-Fi. En effet, l'élément mobile embarque une antenne réceptrice du signal Wi-Fi qui, grâce à ses caractéristiques de passerelle Profinet/Profibus (serveur proxy) devient maître Profibus-DP. De quoi gérer localement en réseau un module d'entrées/sorties ET200S, 5 variateurs de vitesse et 4 codeurs embarqués.

Jean-Serge Paruitte, responsable du projet chez Alcan et ses deux sous-traitants intervenus en renfort pour la conception et la programmation des automatismes sous Ethernet : Gaétan Berna, chef de projet chez Actémium et Cédric Dumon, chef de projet chez Méta Productique.

Quel retour d'expérience en matière de disponibilité ?

Depuis la mise en œuvre de la ligne P64, nous n'avons eu à déplorer aucun problème d'automatisme ou de communication ! ■

Vernet Behringer : Sans aucun a priori...

Vernet Behringer, spécialisé dans la conception et la réalisation de machines-outils, propose des lignes complètes d'équipements (matériels et logiciels) pour les constructeurs et charpentiers métalliques. Déjà ouvert au pilotage d'axes sur PC, le service automatisme du constructeur de machines n'a eu qu'un pas à faire pour passer à l'Ethernet industriel.

Comment s'est faite l'approche d'Ethernet ?

Loïc Keredan, responsable du bureau d'études automatisme chez Vernet Behringer : Il y a 6 ans, nous avons commencé à implanter Sercos sur plate-forme PC Bechhoff temps réel avec un média fibres optiques, afin de piloter les axes et les entrées/sorties d'un type de machine. Depuis 4 ans, nous sommes passé à Ethercat sur ces mêmes machines. Un an plus tard, nous généralisions Ethercat sur l'ensemble de notre fabrication de machines, simples ou complexes.

Pourquoi un tel choix ?

Ethercat a représenté pour nous un gain de temps en matière de câblage par rapport à Sercos sur fibre optique, notamment au niveau des connectique qui, par ailleurs, résistent mieux aux vibrations. De plus, Ethernet ne se limite pas à une architecture en anneau ! On notera que le support physique aujourd'hui utilisé présente un coût inférieur à celui de la fibre optique. De plus nous n'avons plus besoin de coupleur Servos. En matière de vitesse de transmission, le passage sous Ethernet n'a pas changé grand chose.

Suivez-vous la même politique en ce qui concerne la sécurité machine ?

Nous travaillons encore avec une sécurité machine câblée en fil à fil. Ce n'est pas à cause d'un manque de confiance, mais simplement pour des raisons économiques. Deux arrêts d'urgence et deux barrières immatérielles ne valent pas la peine de déployer une solution sur bus !

Vous intégrez des PC industriels sur vos machines ?

Il y a 18 ans, nous avons commencé à mettre en place une interface propriétaire à l'aide d'un PC et d'un automate en second plan, chargé d'exécuter les séquences envoyées par le PC. En 2003, nous sommes passé au temps réel directement sur le PC pour assurer le contrôle-commande des machines.

Quel est le point de vue de vos clients ?

Nous avons la chance de ne pas être imposé par nos clients en ce qui concerne les choix technologiques. Nous avons par ailleurs de très bons retours. Je n'ai pas connaissance de problèmes, qu'il s'agisse du bus, des matériels ou des logiciels. ■