

L'industrie 4.0 fait son show

CHRISTOPHE ULTRÉ ^[1]

Le 16 octobre 2014 se déroulait sur le campus de la Doua à l'université Claude-Bernard de Villeurbanne la journée technologique « Open Robotics pour l'industrie 4.0 ». Compte rendu des interventions et des présentations de cette journée.

L'objectif principal de cette journée était de comprendre comment les industries de pointe présentes répondent au challenge de « l'industrie 4.0 » (voir « De la machine à vapeur à l'usine 4.0 » en encadré et S. Eustache, « L'usine 4.0 : la révolution numérique », *Technologie*, n° 193, sept.-oct. 2014), et comment l'Université peut, afin de mieux répondre à leur demande en ressources humaines qualifiées, faire en sorte qu'elles accompagnent les étudiants le long de leur cursus.

Après le mot de bienvenue de Sonia Fleck, vice-présidente déléguée à la formation initiale pour l'université Lyon-I, accompagnée de Jan Gadras, responsable technique chez B&R France, les responsables des formations de licence pro Automatique et informatique industrielle et de master Contrôle et supervision des systèmes d'énergie, respectivement Sami Othman et Hamed Yahoui, nous présentent les spécificités de leurs formations (qui seront développées dans un futur article).

Puis c'est au tour des industriels de prendre la parole, à commencer par B&R, représenté par Stéphane Potier, responsable marketing, et Tomas Prchal, responsable technique (voir en encadré).

Ils nous expliquent que les solutions d'automatisation B&R ¹ offrent déjà tous les outils requis pour la production flexible caractéristique de l'industrie 4.0. Les systèmes de contrôle B&R sont basés sur des standards ouverts : Powerlink (voir en encadré) pour la communication temps réel « dur », openSafety pour la sûreté des transmissions (certifié SIL 3, *system integrity level* niveau 3), et OPC UA (*object linking and embedding for process control unified architecture*) pour la communication entre automates ou avec les systèmes Scada (*supervisory control and data acquisition*, systèmes de télégestion à grande échelle).

[1] Professeur de maintenance des systèmes de production au lycée la Martinière Diderot de Lyon (69).

mots-clés

recherche & développement, réseau

L'environnement logiciel Automation Studio supporte toutes les technologies de contrôle de mouvements : actionneurs hydrauliques, moteurs pas à pas, servomoteurs, actionneurs linéaires et rotatifs, flots pneumatiques, etc. Il est ainsi aisé de combiner différentes technologies d'entraînement en fonction des besoins, fussent-ils changeants. De plus, l'interface de programmation est uniforme, quel que soit le type d'axes utilisé.

Le design modulaire et flexible d'Automation Studio simplifie l'intégration du contrôle robotique avec les fonctions CNC et *motion control*. Ainsi, les systèmes B&R permettent de piloter directement ou via le contrôleur dédié du robot de très nombreuses cinématiques : Scara, delta, bras articulé, axes cartésiens, portiques. Le réseau Powerlink et le *runtime* temps réel des systèmes B&R assurent une parfaite synchronisation des fonctions robotiques avec les autres fonctions de contrôle de mouvement, CNC ou *motion control*. Un seul et unique contrôleur suffit pour piloter et synchroniser toutes les combinaisons d'axes (robotiques, CNC, axes individuels pour les opérations de réglage, convoyage, etc.).

Les fonctions *safe robotics* intégrées aux systèmes B&R via openSafety étendent le concept de sécurité intégrée aux axes robotiques. B&R ouvre ainsi la voie à la robotique collaborative : l'homme et le robot interagissent directement, sans barrière de protection.

Ensuite vient le tour de Valentina Ferrara, ingénieure logiciels, pour la société Comau. Bien qu'italienne et ayant l'habitude de faire ses conférences en anglais, elle s'adressera à nous en français.



¹ Florilège de produits B&R

© B&R



Depuis 1991, Comau donne à ses contrôleurs de robots une ouverture suffisante pour en permettre l'utilisation à des fins d'enseignement et de recherche. Dans la perspective de l'industrie 4.0, les robots de nouvelle génération devront se doter de contrôleurs ouverts, comme le C5G Open **2**, dont nous avons pu découvrir les fonctionnalités, les performances et les domaines d'application lors de cette journée.

Comau est un leader mondial dans la construction de systèmes automatisés et robotisés. Basée à Turin (Italie), la société emploie environ 14 000 personnes dans le monde et possède 15 usines. Elle est spécialisée dans les lignes de soudure de caisses de véhicule, dans les lignes d'assemblage de moteurs et en robotique industrielle. Elle offre une large gamme de produits ainsi que des solutions sur mesure pour répondre aux besoins de nombreuses industries.

Après une courte pause-déjeuner, pendant laquelle nous pouvons accéder à la zone de démonstration **3 4**, nous retrouvons en amphithéâtre Nicolas Siauve, pour une présentation de la licence pro Métiers de l'industrie : conception et amélioration de processus et procédés industriels. Puis Raphaël Masquelier, responsable marketing de Festo, nous convie à un voyage dans le futur en dévoilant les solutions du constructeur pour répondre au défi de l'usine 4.0.

Festo est un leader mondial en technologies d'automatisation et formations technologiques pour l'industrie. Son cœur de compétence est la génération et le contrôle du mouvement industriel, par des technologies électromécaniques, pneumatiques ou servopneumatiques, pour les industries manufacturières et du process. Le groupe a une approche globale de l'industrie 4.0, tant du point de vue humain que du point de vue technologique. Systèmes d'intelligence décentralisés, haut degré d'adaptabilité, systèmes intuitifs et faciles à mettre en œuvre..., dans l'avenir, il y aura convergence des mondes réel et virtuel, et Festo Didactic propose dès à présent du matériel pédagogique conçu pour former les jeunes à ce nouvel univers. Les interactions de l'homme et de la machine en sont un autre point clé. Les technologies vont devoir être capables de s'adapter à des conditions extérieures changeantes et aux interventions de l'humain. Les derniers développements de la recherche chez Festo en sont une illustration : le Bionic Handling Assitant, le Brain



2 Le Comau Racer, le robot le plus rapide de sa catégorie, et son contrôleur C5G Open

Computer Interface Cognigame **5** ainsi que l'ExoHand (voir « Bionique : Du modèle naturel au monde de la technique », *Technologie*, n° 194, nov.-déc. 2014).

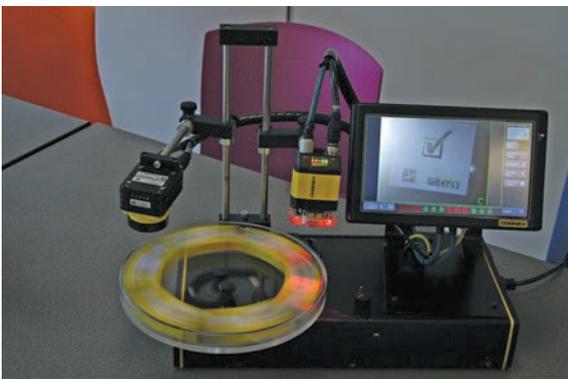
C'est ensuite au tour de Patrick Doyen, président de la société Thimonnier, leader dans la conception et la fabrication de machines d'emballage de produits liquides en sachets souples et de machines à fermer les plastiques par thermosoudure. Cette société implantée dans le bassin lyonnais a su, malgré le climat morose de l'emploi, maintenir une croissance et une embauche régulières en gagnant en flexibilité et en innovant dans l'emballage 4.0, grâce aux systèmes mécatroniques présentés par Maxime Perrain, ingénieur R&D.

Il sera suivi de Guillaume Paillissé, ingénieur technico-commercial chez Cognex, qui « donne des yeux aux robots », premier fournisseur mondial de systèmes, logiciels et capteurs de vision et de systèmes d'inspection de surface **6** utilisés dans l'automatisation des processus de fabrication, également un leader dans les systèmes d'identification. En conclusion, il nous présente la dernière innovation de Cognex, la caméra scanner 3D. Elle permet d'obtenir le profil en relief de la pièce à inspecter avec une précision de l'ordre du micromètre – une vision du futur, à n'en pas douter.

Cette journée riche en informations se termine, mais le dernier intervenant, Samuel Pinault, va nous étonner avec un exemple singulier de « cobotique », la robotique



3 Le stand de démonstration de B&R



4 Démonstration de prise d'images à la volée d'une caméra sur le stand Cognex

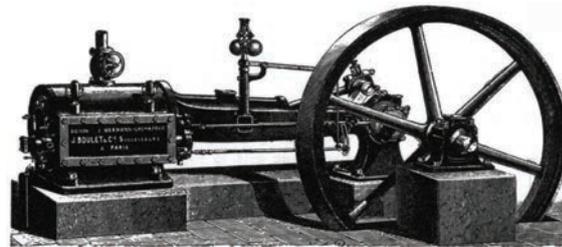


5 Le Brain Computer Interface et l'ExoHand de Festo

collaborative, ainsi nommée car les opérateurs peuvent évoluer en toute sécurité dans le rayon d'action du robot. Il s'agit de la table médicalisée de Leoni, servant au repositionnement quotidien d'un patient en protonthérapie 7. Ce robot est prévu pour placer avec une très grande précision un patient devant une source de protons pour le traitement de tumeurs. L'irradiation nécessitant plusieurs séances, il est indispensable de retrouver exactement la même position d'un jour sur l'autre. De plus, le robot doit cohabiter avec les opérateurs médicaux et ne pas induire de stress chez le patient lors de ses mouvements. Piloté par une application sur tablette et évoluant parmi les hommes en toute sécurité, il démontre, comme toutes les présentations de la journée, que les industriels et les universitaires sont prêts pour l'industrie 4.0. ■

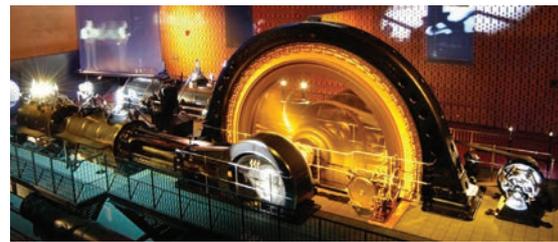
De la machine à vapeur à l'usine 4.0

La première révolution industrielle (1780-1810) naît de la maîtrise de l'énergie de la vapeur d'eau a. Les progrès techniques de la machine à vapeur vont permettre de modifier considérablement les moyens de production. Les usines vont faire leur apparition et progressivement remplacer les ateliers artisanaux. Sans oublier les moyens de transport, qui vont aussi profiter de l'énergie de la vapeur maîtrisée.



a Machine à vapeur horizontale à tiroirs plans (extrait du catalogue J. Boulton & Cie)

La deuxième révolution industrielle (1880-1940) voit l'énergie électrique remplacer l'énergie de la vapeur b, et la troisième (1950-1990) l'avènement de l'automate programmable industriel associé à des outils robotisés c. Quant au concept de quatrième révolution industrielle, d'usine 4.0, il est quant à lui apparu en Allemagne avant que le bouleversement n'ait eu lieu. Il annonce les futures stratégies industrielles qui vont répondre aux besoins de la société de demain – la production en masse d'objets personnalisés, par exemple.



b L'alternateur Brown, Boveri & Cie actionné par une machine à vapeur Sulzer

Les pièces à fabriquer deviendront des objets véhiculant des informations les concernant, comme leur historique, leur état, leur destination finale, une spécification client. Les machines s'autoconfigureront en fonction des objets qui se présentent à elles. Elles choisiront l'énergie dont elles ont besoin en fonction du tarif en temps réel et de ce qu'elles fabriquent. Les systèmes de production intelligents ainsi créés seront mis en réseau verticalement avec les systèmes de gestion d'entreprise et Internet, et horizontalement pour répartir et coordonner les tâches entre équipements. L'homme et la machine pourront ainsi interagir directement, localement ou à distance, de même que le consommateur et l'appareil productif. Intelligentes et connectées, les usines du futur flexibiliseront la production et la logistique, développeront la maintenance prédictive et rentabiliseront la production de produits personnalisés voire uniques, favorisant ainsi l'émergence de nouvelles formes de création de valeur.

L'évolution des modes de production selon les concepts de l'industrie 4.0 passera non seulement par une meilleure interaction des robots, de l'homme et de l'environnement, mais aussi par des solutions d'automatisation basées sur des standards ouverts et favorisant l'interdisciplinarité.



c Atelier de ferrage : soudage d'une caisse en blanc

© MUSEE EDF ELECTROPOLIS / PHOTO : ATOLL

© FESTO

© BMW

Le réseau Powerlink

Powerlink est un réseau de terrain 100 % temps réel basé sur l'Ethernet standard introduit pour la première fois sur le marché par B&R en 2001.

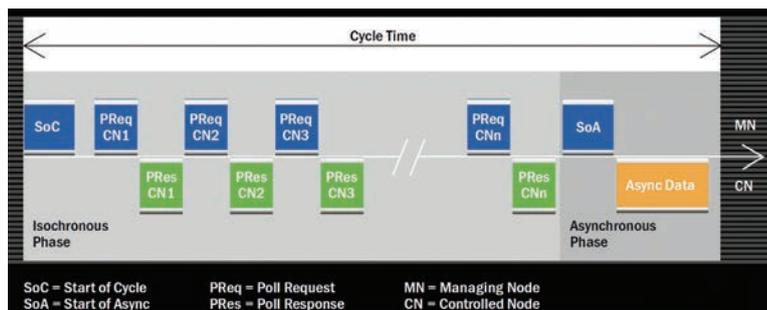
Il est composé d'une série de trames avec un temps de cycle scindé en deux parties (voir figure), une partie isochrone très courte mais à durée configurable pour la transmission des données critiques, et une partie asynchrone pour la transmission des autres données non temps réel (téléchargement de *firmware*, diagnostic, serveur Web...). Il existe également un mécanisme de multiplexage, qui optimise la bande passante. Il n'est, en effet, pas indispensable d'échanger toutes les données au cycle le plus rapide. Les données non critiques peuvent attendre.

Phase de start : Le nœud MN (*master node*) émet un message de synchronisation à tous les nœuds du réseau – trame **SoC**.

Phase isochrone : Le nœud MN appelle chaque nœud à transmettre ses données critiques – trame **PReq**. Le nœud appelé répond avec une trame **PRes**. Tous les nœuds restent à l'écoute des données transmises sur le réseau.

Phase asynchrone : Le nœud MN donne le droit à un nœud en particulier d'émettre ses données – trame **SoA**. Le nœud destinataire répond avec une trame **Asnd** (pendant cette phase, les protocoles de type Internet peuvent être utilisés).

Un seul nœud à la fois a accès au réseau, ce qui évite d'avoir à gérer les collisions comme pour l'Ethernet standard : le réseau Powerlink est déterministe.



Le protocole Powerlink



6 Les caméras industrielles Cognex



7 Le bras médicalisé Leoni

En ligne

<http://csse.univ-lyon1.fr>

www.ampere-lab.fr

www.ethernet-powerlink.org/

www.br-automation.com/fr/

www.festo.com

www.cognex.com

www.comau.com

www.leoni-healthcare.com/

Patient-positioning.16027.0.html?&L=1

www.thimonnier.com

Retrouvez tous les liens sur <http://eduscol.education.fr/sti/revue-technologie>

3 QUESTIONS À

Tomas Prchal et Stéphane Potier, respectivement responsable technique et responsable marketing chez B&R

« Une technologie entièrement ouverte »

Combien d'acteurs peut-il y avoir sur le réseau Powerlink ?

T. P. Il peut y avoir 240 CN (*controlled nodes*) par MN (*master node*).

Comment intégrer des petits capteurs spécifiques dépourvus d'interface Powerlink ?

T. P. On retrouve là l'intérêt d'une technologie entièrement ouverte. Vous trouverez toujours des développeurs prêts à faire la carte dont vous avez besoin. De plus, nous avons une aide à la réalisation.

Contrairement à d'autres grands fabricants d'automates, vous développez, depuis une dizaine d'années, vos systèmes à partir d'un réseau totalement ouvert. Quel est l'impact de cette décision sur l'essor de B&R ?

S. P. Avec une croissance annuelle de 13 %, B&R a franchi la barre du demi-milliard d'euros cette année. L'utilisation de standards ouverts a fortement contribué à ce formidable succès. Cela permet à tout fabricant de composants d'automatisme d'intégrer facilement ses produits au sein des solutions de B&R. C'est très positif pour nos clients, car ils disposent ainsi d'une solution optimale, performante et parfaitement intégrée.



■ Tomas Prchal



■ Stéphane Potier