

PRODUCTION

L'usine 4.0 : la révolution numérique

SOPHIE EUSTACHE ^[1]

L'usine du futur ? Elle sera connectée. Demain, les chaînes de production communiqueront avec les robots, les automates, et les produits en cours de fabrication. Une vision que portent non seulement les industriels, mais aussi les gouvernements soucieux de réindustrialisation, et qui commence déjà à devenir réalité.

Qu'ils parlent de production 4.0, d'usine du futur, de quatrième révolution industrielle ou encore d'usine connectée, gouvernants et industriels croient aux chaînes de production intelligentes et connectées. Parmi les 34 plans de réindustrialisation du gouvernement français pour relancer la compétitivité industrielle de la France, l'usine du futur figure ainsi en bonne place. Ce plan, lancé début 2014, est piloté par Frédéric Sanchez, PDG du groupe d'ingénierie Fives, et Bernard Charlès, directeur général de Dassault Systèmes. Objectif : intégrer des technologies de pointe en termes de robotisation, d'impression 3D, de réalité augmentée, d'intelligence artificielle et de virtualisation.

Le concept de la machine validé dès la conception

Certains industriels n'ont pas attendu pour installer ces technologies autour de leurs lignes de production et d'assemblage. Dès décembre 2012, la Snecma a travaillé en ce sens dans son usine d'assemblage de moteurs civils de Villaroche en banlieue parisienne. « Nous avons mis en place un robot de détection des défauts, pour aider l'inspecteur. Ce dernier reçoit un rapport et demande à l'opérateur

Mots-clés
numérique,
production,
réseau

de corriger les défauts si nécessaire », raconte Nathalie Marciniak, responsable montage final CFM et banc d'essai. Au même titre que les iPad, mis en place en avril, « ces technologies réduisent les risques et les défauts liés au facteur humain ». Plus d'efficacité, moins de risque, ces technologies permettent d'optimiser le travail des opérateurs, mais aussi de faciliter la collaboration entre différents intervenants. En fusionnant le logiciel d'automatisation TIA Portal et le logiciel CAP Mecatronics Concept Designer sur une même plate-forme, Siemens Industry et Siemens PLM Software ont ainsi conçu une solution baptisée Usine numérique. « Avec cet outil, on a une virtualisation du process et de l'ensemble des outils. C'est une base de données qui permet une collaboration en parallèle des différents ingénieurs, automaticiens, électriciens... », détaille Franck Mercier, en charge de la Digital Factory chez Siemens.

Cette intégration permet de faire le lien entre la planification et le développement du produit et son automatisation. C'est-à-dire de travailler en parallèle sur la conception du produit, le debug et les tests. L'application MCD permet d'entrer les données physiques d'un objet, comme son poids ou son volume, et de les comparer avec d'autres éléments pour en vérifier la bonne coordination. On pourra,

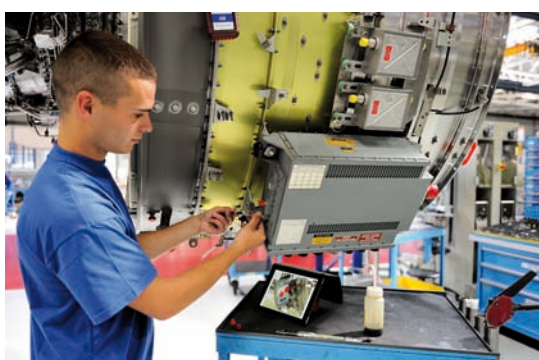
par exemple, constater la difficulté à faire circuler sans collision des bacs d'une taille et d'un poids donnés sur un circuit de convoyeur réglé à une vitesse donnée, et jouer sur les différents paramètres pour trouver une solution adaptée. Dès le stade de la conception, on peut valider le concept de la machine. L'outil permet d'ailleurs un véritable dialogue entre l'outil d'ingénierie et l'outil d'automatisme. « Il y a une connexion bidirectionnelle entre la partie réelle et l'outil de modélisation. Si on modifie l'automate physique, la modification est répercutée dans l'outil de virtualisation. » L'outil permet alors de minimiser les coûts de R&D et de prototypage, et de gagner du temps pour passer de l'idée au produit physique. L'utilisation de l'Usine numérique a permis à Sanofi d'économiser 20 % sur le temps d'étude.

Au-delà du process, cet outil PLM permet aussi de vérifier l'ergonomie d'une machine. « Si vous avez un flot

34 plans à haute teneur en numérique

Des 34 plans industriels lancés par le gouvernement en septembre dernier, la moitié concerne le domaine du numérique et des nouvelles technologies. « Les supercalculateurs et la robotique industrielle sont des briques de l'usine du futur, dans laquelle il y aura une meilleure utilisation de l'être humain et de la robotique. La réalité augmentée permettra de former les ouvriers à de nouvelles tâches », a détaillé Tahrar Melliti, conseiller chargé du plan usine du futur. L'objectif de l'usine du futur est aussi de rattraper le retard accumulé par la France par rapport à ses compétiteurs.

[1] Article extrait de la revue *Industrie & technologies*, n° 963, mars 2014.



■ **Les tablettes.** Certains industriels équipent les opérateurs de tablettes, rendant ainsi leur poste de travail mobile

■ **Les capteurs.** Caméra, capteurs et sondes reliés en Wi-Fi permettent de surveiller notamment la température, la pression, ou la présence de gaz dans l'environnement industriel



■ **Les robots.** Dotés de capteurs et de systèmes d'intelligence artificielle, les robots peuvent collaborer harmonieusement avec les humains

de robots, cet outil permet de tester l'interaction homme-machine», continue Franck Mercier.

Quand l'opérateur et le robot sont des collègues

L'intégration de la robotique coopérative dans les usines est un point-clé pour l'avènement des chaînes de fabrication 4.0. Or elle pose la question de la sécurité des opérateurs qui travaillent dans l'environnement du robot, d'où de nombreux travaux sur le sujet. Ainsi, le projet ANR Icaro a pour objectif de permettre aux robots et aux hommes de travailler à proximité. Le projet, auquel participent EADS, PSA, Kineo, CNRS, LIRMM, le Cnam-CRTD, est de produire des outils «permettant la perception des gestes des opérateurs, l'interférence de leurs intentions et la replanification en temps réel des trajectoires». Les robots seront dotés de capteurs, de lasers et de caméras, et d'un système d'arrêt automatique

s'ils détectent un mouvement dans la zone de sécurité.

Intégrer plus d'intelligence et de connectivité sur les lignes de production améliore la sécurité des opérateurs, mais également l'efficacité et la traçabilité des produits. Le robot Fanuc installé par la Snecma prend 150 photos du moteur pour détecter les défauts et améliorer la traçabilité des moteurs assemblés. Les photos sont prises sous le même angle pour chaque moteur. Pour assurer la traçabilité des produits, le constructeur Siemens propose, quant à lui, une solution d'étiquetage RFID. «Au fur et à mesure que le produit avance sur la

« L'Industrie 4.0 permet une production de masse individualisée »



FRANCK MERCIER, Siemens

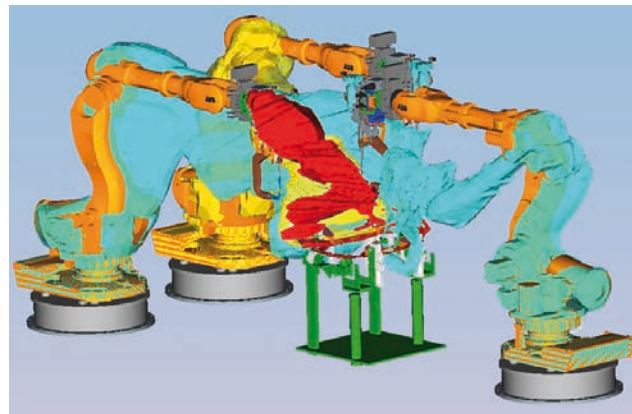
chaîne de production, la puce RFID conserve les données et en ajoute d'autres. Contrairement aux solutions optiques telles que le code Datamatrix, on peut continuer à écrire de l'information dans la puce», souligne Franck Noyaret, chef produit identification et communication chez Siemens. La solution de traçabilité par puce RFID est utilisée par exemple sur l'assemblage de véhicules, elle permet de vérifier le bon emplacement des pièces ou d'identifier les caractéristiques du produit. Les lecteurs RFID, qui peuvent être fixes ou mobiles, sont dotés d'une interface Modbus et Profinet, pour permettre une intégration sur les chaînes de production. «L'idée est d'avoir une modularité très forte», précise Franck Noyaret.

Homogénéiser le format des échanges de données

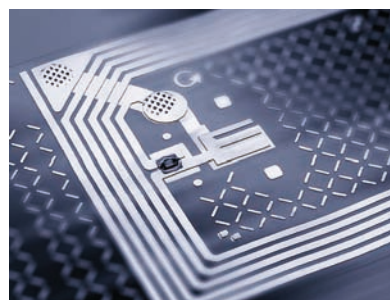
Puces RFID, tablettes tactiles, l'usine du futur s'appuiera sur des dispositifs favorisant les échanges d'infor-



■ **La réalité augmentée.** Les outils numériques permettent de superposer à l'environnement industriel des informations sur les tâches à effectuer



■ **Les logiciels.** L'optimisation des process par simulation, le contrôle des automates et l'analyse des données passent par des outils logiciels



■ **Les puces RFID.** Pour une production plus fiable et une meilleure traçabilité, les produits peuvent être équipés de puces RFID

mations. Cette connectivité offre plus d'efficacité aux opérateurs, et permet aussi de piloter la production à distance. À Saint-Étienne, le Centre technique des industries mécaniques (Cetim) met d'ailleurs à disposition des industriels une plate-forme de production partagée et pilotée à distance. « Cette plate-forme partagée permet de répartir les risques et de tester la rentabilité de la production. Des caméras à l'intérieur et à l'extérieur des machines permettent de superviser l'environnement de production », détaille Laurent Lalliard, ingénieur du Cetim. Les données de production sont enregistrées dans un serveur, qui, en fonction des tranches horaires attribuées pour l'utilisation de la plate-forme, lance ou arrête une production. « En dehors de ces temps d'accès, l'industriel ne peut accéder aux informations de production ni les modifier », continue Laurent Lalliard.

Robots, technologies de communication, intelligence artificielle :

les solutions sont déjà là, mais des obstacles à leur généralisation subsistent. « Il n'existe pas de protocoles. Chaque fois qu'on reçoit une machine, nous devons recommencer le paramétrage et la standardiser en fonction de notre propre réseau. Le dialogue entre les robots et les machines est un véritable verrou à lever. Il faut réinventer des dialogues », explique Laurent Lalliard. Dans un environnement concurrentiel, difficile d'établir des standards. « Aujourd'hui, un fournisseur n'a pas envie d'ouvrir son système, et la solution de ne se fournir que chez un seul constructeur... n'est pas une solution. La question est celle de l'indépendance », poursuit l'expert. Homogénéiser le format des échanges de données est donc l'un des points clés pour l'avènement de l'industrie 4.0.

Au même titre que l'interopérabilité, la sécurité est un enjeu important de l'usine connectée. Incluse parmi les

34 plans industriels, la cybersécurité des systèmes industriels a aussi été abordée dans la loi de programmation militaire. Les industriels devront désormais se conformer à certaines exigences en termes de cybersécurité.

Déjà présentes autour des lignes de production, ces technologies doivent encore être maîtrisées par les opérateurs et les ingénieurs, pour que la cohabitation des hommes et des machines soit efficace et sécurisée. Au-delà des seules technologies, cela passe aussi par l'éducation, estime Franck Mercier de chez Siemens. La Snecma a par exemple formé ses opérateurs à l'utilisation des tablettes et des robots. Quant à l'outil numérique développé par Siemens, il a été testé par un lycée français près de Nantes. Une démarche de mise à disposition des technologies pour les rendre familières qui sera déterminante pour que la production 4.0 continue à gagner du terrain. ■

Web vidéo : La quatrième révolution industrielle selon Siemens

Siemens, constructeur d'automates et éditeur de logiciels industriels, déroule sa vision de la quatrième révolution industrielle. À savoir : une usine dans laquelle les machines communiquent les unes avec les autres. Après avoir listé les technologies de l'industrie 4.0, le constructeur revient sur les différentes révolutions industrielles, depuis la machine à vapeur. « Aujourd'hui chez Siemens, nous en sommes à l'Industrie 3.8 », explique Franck Mercier, en charge de la Digital Factory. Pour atteindre l'industrie 4.0, il faut encore améliorer la cadence des imprimantes 3D, et assurer la cybersécurité.

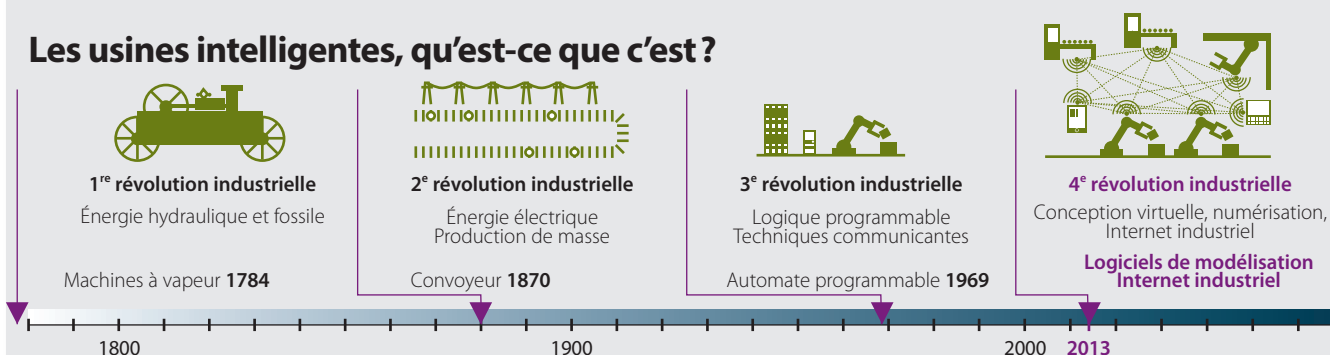
www.industrie-techno.com

(taper « Siemens » dans le champ de recherche)



La quatrième révolution

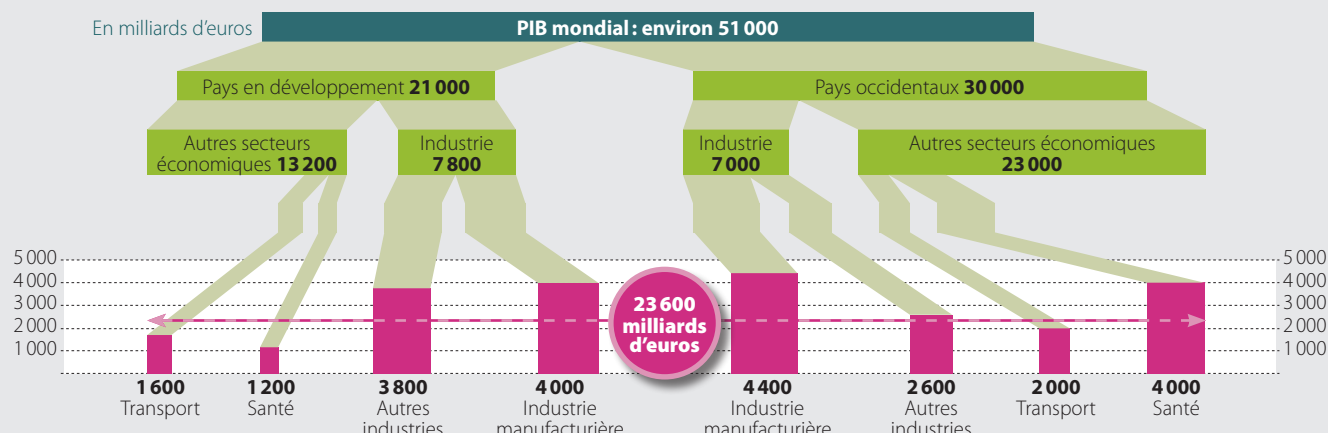
Les usines intelligentes, qu'est-ce que c'est ?



Après l'invention de la machine à vapeur, l'introduction de l'électricité et celle des technologies de l'information et de la communication, la virtualisation de la conception, la numérisation croissante des chaînes de production et la mise en réseaux des équipements préfigurent une quatrième révolution. Automates, robots et équipements de production dotés de capteurs sont désormais capables de communiquer entre eux et avec des dispositifs d'organisation et de contrôle de l'activité.

La production 4.0, un marché prometteur

L'industrie 4.0 concerne un grand nombre de secteurs industriels, dont le poids s'élève 23 600 milliards d'euros, soit 46 % de l'économie mondiale.



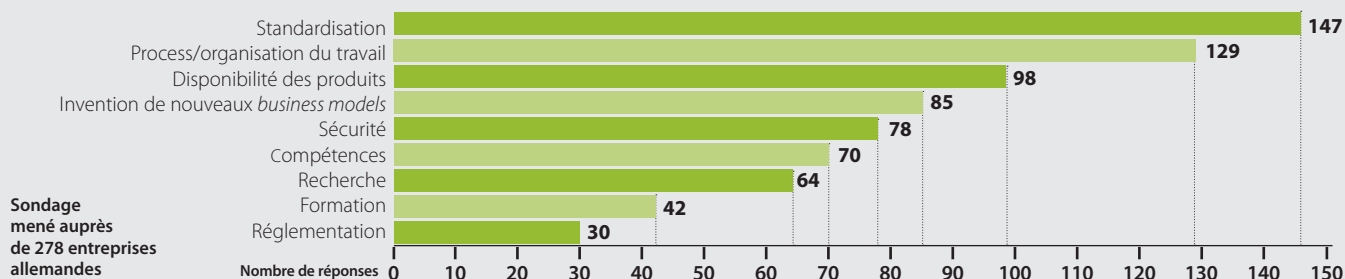
90 % des process en fabrication industrielle mettent déjà en œuvre les technologies de l'information et de la communication.

➔ Le marché des logiciels industriels représente **8 600** milliards d'euros, en croissance moyenne de **8 %** par an.

96 % des entreprises envisagent d'utiliser l'Internet des objets d'ici trois ans.

Les défis du « cloud manufacturing »

Quels sont à votre avis les principaux défis liés à la mise en place d'une industrie 4.0 ?



SOURCES : SIEMENS, DFKI, BANQUE MONDIALE, GENERAL ELECTRIC, IBM, INSTITUT G9, BITKOM, VDMA, ZVEI, ACATECH