



Un AGV (Automated Guided Vehicle) alimente une cellule robotisée avec un module semi-conducteur.

# Histoire de la création d'une usine numérique

**Genesis** | La fabrication des modules semi-conducteurs d'ABB Power Grids, à Lenzburg, sera sous peu entièrement automatisée et numérisée. Genesis est à ce jour le projet d'automatisation et de numérisation d'ABB le plus complet à l'échelle européenne. Le site de Lenzburg a remporté l'année dernière le Prix « Usine de l'année » pour la mise en œuvre de sa stratégie de numérisation.

DAVID HAJAS, MORITZ MAUTE

**L**es modules semi-conducteurs de puissance d'ABB utilisés pour la conversion entre courant alternatif et courant continu – ils sont employés notamment dans des applications de traction et de transport de courant continu à haute tension (CCHT) –, sont fabriqués à Lenzburg. En raison de la demande croissante pour de tels modules, l'entreprise a investi dans le développement du site de Lenzburg et dans ses capacités de production. Pour accroître encore la compétitivité du

site, une stratégie axée sur l'automatisation et la numérisation a été initiée; elle offre non seulement l'avantage d'une augmentation de la productivité, mais aussi une amélioration du rendement et de la qualité des produits, et ce, grâce à la répétabilité plus précise de la fabrication automatisée. En outre, la numérisation permet d'enregistrer des données de production qui peuvent ensuite être utilisées pour augmenter encore le rendement et la qualité. Les semi-conducteurs de puissance étant

généralement intégrés dans de grands projets d'infrastructure, les volumes de production requis peuvent fluctuer considérablement. L'automatisation de la production permet d'amortir ces fluctuations de manière beaucoup plus flexible.

Des wafers de silicium à l'emballage des produits finis, la fabrication de ces produits passe par des centaines d'étapes. La dernière cinquantaine est consacrée à l'assemblage en modules des puces électroniques (chips) réali-



Dans la salle de contrôle, les informations nécessaires pour le pilotage de la production ainsi que les images en live stream sont affichées dans l'IHM (interface homme-machine). Ainsi, une seule personne suffit pour diriger l'ensemble de la production.

sées à partir des wafers de silicium. En raison de la diversité des types de produits, une grande quantité de travail manuel était auparavant nécessaire. L'analyse de ces processus de fabrication a montré que de nombreuses étapes sans valeur ajoutée telles que la fourniture de matériels auxiliaires, le chargement, le déchargement et l'adaptation des machines, ainsi que le transport des produits, représentaient une part considérable de la charge de travail. Ainsi, pour obtenir un gain significatif de productivité, il a fallu automatiser non seulement les procédés à

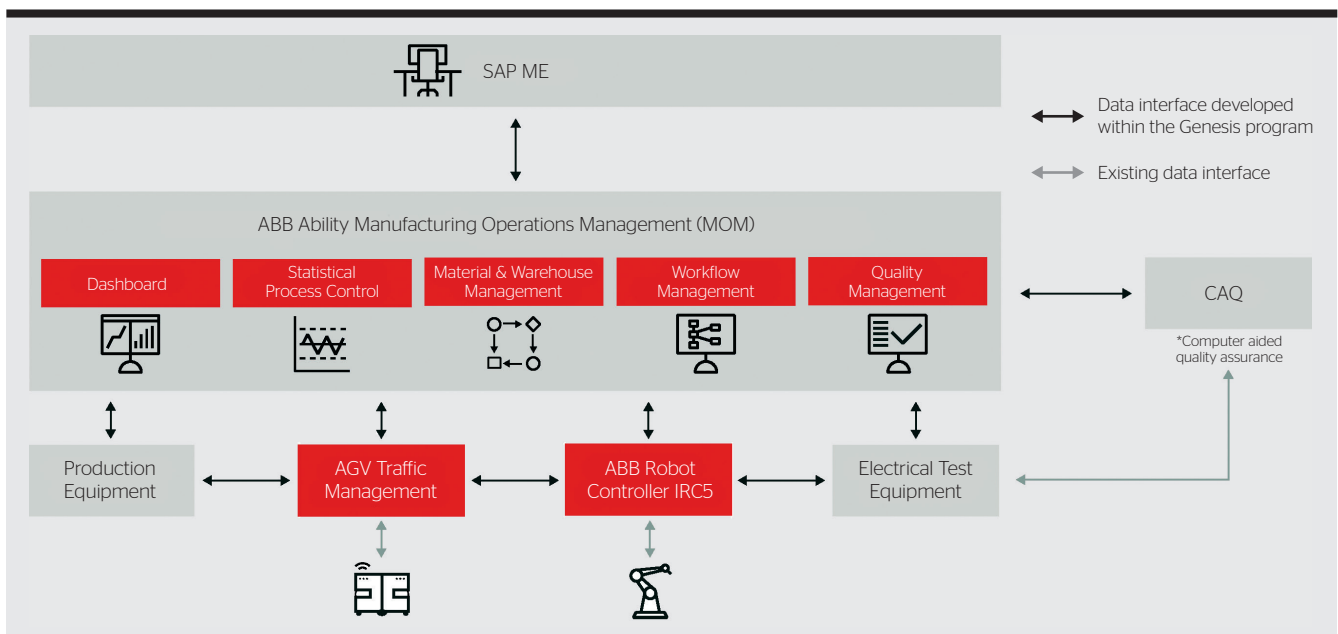
valeur ajoutée, mais aussi les processus sans valeur ajoutée néanmoins nécessaires. Le nouveau concept comprenait donc, en plus de l'automatisation de toutes les étapes de fabrication, également l'automatisation des transports, des processus d'adaptation des machines et du stockage des matériels auxiliaires.

**Du concept à la mise en œuvre**

Les itinéraires de production n'étant pas linéaires et variant considérablement selon les produits, le transport de matériel à l'aide de tapis roulants n'était

pas envisageable; un système de transport très flexible s'est révélé nécessaire. La solution: des systèmes de transport sans conducteur (AGV, Automated Guided Vehicles), qui transfèrent les différentes pièces d'une étape de fabrication à l'autre, quel que soit l'endroit où se trouve l'installation nécessaire. Le transport des ressources depuis les entrepôts automatisés a également dû être pris en charge par les AGV.

L'utilisation des AGV a ouvert la voie à des possibilités insoupçonnées et s'est révélée tout aussi importante que les robots industriels pour la réalisation



Représentation de l'architecture informatique du site. Le MOM fait office de système central dans lequel se trouve la logique de production. Il est en charge de la communication entre les différents systèmes. Par exemple, il reçoit les commandes du niveau ERP (Enterprise Resource Planning), recherche les recettes nécessaires, génère toutes les tâches de transport vers les AGV et les robots nécessaires pour la fabrication des commandes, et achemine ainsi le matériel à travers l'ensemble de la production.



L'équipe « Genesis », lauréate du Prix « Excellent Location Safeguarding by Digitalization », lors de la cérémonie de remise des Prix « Factory of the Year 2018 ».

d'une automatisation industrielle flexible. Toutefois, une production aussi complexe nécessitait un système centralisé pour la gestion des flux de matériel et la communication des informations indispensables aux machines. Une fois le concept complètement élaboré, commença la recherche de fournisseurs appropriés pour les machines spécialisées, les systèmes MES et les AGV. Capable d'intégrer verticalement l'ensemble des quelque 120 machines différentes, le MES (Manufacturing Execution System) « ABB Ability MOM » s'est avéré être le système de commande centralisée le mieux adapté aux besoins du programme. Aucune entreprise générale n'ayant pu être trouvée pour prendre la tête de l'intégration, ABB a décidé de s'en charger elle-même.

En raison du manque d'expérience dans les grands projets d'automatisation, une ligne pilote a d'abord été mise en place afin de simuler les concepts d'automatisation proposés pour les processus de production les plus importants. L'objectif consistait à démontrer la faisabilité du concept, à minimiser les risques et à améliorer les connaissances pratiques. La ligne pilote devait permettre de développer et de tester les interfaces de données, les équipements (dont les AGV) et la logique de production, ainsi que de récolter des valeurs expérimentales dans des conditions réelles. Parallèlement, les concepts d'automatisation de la fabrication ont été perfectionnés grâce aux connaissances acquises, puis modélisés et soumis à une simulation des flux de procé-

dés afin de pouvoir identifier à l'avance d'éventuels goulots d'étranglement. Étant donné qu'il aurait été impossible de planifier et de mettre en œuvre un changement de cette ampleur parallèlement aux activités quotidiennes, une équipe a été engagée et dédiée à ce projet, appelé depuis « Genesis ».

L'équipe nouvellement formée a commencé dès 2015 – avec des partenaires externes et le soutien des unités opérationnelles internes Control Technologies et Robotics – la construction de la ligne pilote avec des robots industriels, des AGV ainsi que divers automates spécifiques aux processus de fabrication, dans le but de valider le concept et de l'étendre ensuite à l'ensemble de la production. Les expériences acquises grâce à cette installation pilote et à la coopération avec les différents partenaires ont été essentielles pour pouvoir ensuite mettre en œuvre l'ensemble du projet. L'objectif était de pouvoir faire fonctionner l'installation pilote pendant 72 heures sans interruption ni intervention humaine. Sans les connaissances ainsi acquises et ce développement du savoir-faire, il n'aurait pas été possible de mettre en place l'automatisation parallèlement à la production en cours.

### Le résultat

Une fois la faisabilité démontrée sur la ligne pilote, la phase d'implémentation a été lancée. Le programme Genesis englobe plus de 120 projets avec au total 55 robots, dont 40 robots industriels d'ABB. Près de 30 nouvelles installa-

tions spéciales et au total 120 machines seront intégrées dans le MES. En novembre 2018, la première cellule robotisée a été mise en service. Une fois la réalisation du projet terminée, le site de Lenzburg disposera d'un système de fabrication automatisée d'une complexité inégalée. Le site servira alors également de projet phare et d'usine de démonstration et permettra ainsi d'appréhender les possibilités offertes par les AGV, les robots et les solutions Ability d'ABB.

Avec Genesis, une installation de production de type Industrie 4.0 est réalisée avec une intégration numérique totale – horizontale et verticale –, de l'insertion des puces d'électronique de puissance jusqu'à la production et au contrôle entièrement automatisés de modules semi-conducteurs prêts à être expédiés dans de multiples variantes. L'intelligence et la logique de production résident dans le MES: c'est ce système centralisé qui envoie aux robots, aux AGV, aux installations, aux entrepôts, etc., les instructions de transport et les informations telles que les recettes, les configurations et les indications spécifiques au produit. Toutes les machines et les robots échangent des informations avec le MES pour permettre la réalisation simultanée de différents produits dans une cellule de production dotée de plusieurs robots. Les robots peuvent ainsi préparer les machines conformément aux informations fournies par le MES. Les processus d'adaptation et autres processus de transport sans valeur ajoutée sont ainsi automatisés. Ceci permet d'obtenir une production très flexible, capable de s'adapter continuellement et de manière autonome aux exigences. La fabrication est pilotée à partir d'une salle de contrôle, de sorte qu'une seule personne peut surveiller et gérer l'ensemble du processus de fabrication. Les informations et données de production nécessaires au contrôle sont fournies au MES par le biais de l'intégration verticale et sont visualisées. Les données de fabrication et les chiffres clés importants sont représentés sous forme de graphiques dans un « production dashboard » (tableau de bord).

### Défis, enseignements retenus et facteurs de réussite

Chaque phase d'un tel programme comporte ses propres défis. Le plus

grand de la phase de planification a consisté à formuler la vision ainsi qu'à concevoir le concept de base. Ce dernier illustre la vision au moyen d'un plan initial et définit l'objectif à atteindre. Il évolue continuellement au fil du temps. Développer un concept en détail nécessite plusieurs années. La phase de planification représente une période sans «retour sur investissement»; il est donc essentiel pour l'équipe de projet de bénéficier du soutien de toute l'organisation pendant cette période.

L'ensemble des sous-projets et des tâches ont été définis pendant la phase préparatoire. Le directeur du programme est responsable de l'élaboration et de la mise en application de la stratégie, et s'assure que le concept évolue dans la direction souhaitée. Il coordonne les projets, établit les priorités et assiste l'équipe dans l'élaboration des solutions et dans la résolution des problèmes pouvant survenir. Dans cette phase, le savoir-faire acquis au cours de

la phase pilote, tant dans l'organisation que chez les fournisseurs, constitue un facteur déterminant.

Dans la phase d'implémentation, les collaborateurs du projet doivent être aptes à prendre des décisions de manière autonome. La confiance, la transparence et l'honnêteté sont essentielles à tous les niveaux. Un rôle-clé est joué par les membres de l'équipe centrale en charge du programme, qui dirigent et administrent les projets. Leur compréhension technique et leur aptitude à résoudre les problèmes jouent un rôle majeur dans la réalisation des projets. L'un des plus grands défis lors de cette phase consiste en la réalisation de l'automatisation dans les sites de production existants parallèlement à l'exploitation, et ce, sans restreindre cette dernière de façon trop marquée. Par conséquent, la planification détaillée de l'exécution est très importante.

En complément de la planification habituelle, une planification graphique a été utilisée, avec des «scénarios»

offrant la possibilité de visualiser les séquences d'installation étape par étape. Cette représentation facilite grandement la planification, en permettant à toutes les personnes impliquées de mieux comprendre ce qui est à faire, et quand. En outre, elle met en évidence les éventuelles erreurs de planification. Les fournisseurs représentent un autre facteur de réussite. Il est conseillé de travailler avec le moins de fournisseurs possible afin de pouvoir profiter des synergies dans les différents projets et minimiser les efforts de coordination. Finalement, le succès du projet global dépend de l'implication de tous les collaborateurs sur le site.

#### Auteurs

D<sup>r</sup> **David Hajas** est directeur de programme chez ABB Power Grids.  
→ ABB Power Grids Switzerland AG, 5600 Lenzburg  
→ david.hajas@ch.abb.com

**Moritz Maute** est chef de projet chez ABB Power Grids.  
→ moritz-johannes.maute@ch.abb.com