

Industrie 4.0, ou l'avenir de l'industrie en Allemagne : vision, enjeux, méthode

Sommaire

1. UNE VISION PARTAGEE DE L'AVENIR INDUSTRIEL..... 2
2. LES ENJEUX IDENTIFIES D'INDUSTRIE 4.0 4
3. UN PROJET EXEMPLAIRE DE LA « METHODE ALLEMANDE » 6

Auteurs de la note :

Dorothee Kohler

Tel : +33 1 43 55 42 65

Mob : +33 6 19 79 12 89

dorothee.kohler@kohler-cc.com

Jean-Daniel Weisz

Tel : +33 1 43 55 42 65

Mob : +33 6 45 60 46 61

Jean-daniel.weisz@kohler-cc.com

www.kohler-cc.com

L'Allemagne a confirmé récemment un projet industriel très ambitieux appelé **Industrie 4.0** sur la base du constat selon lequel la révolution digitale n'a pas encore pleinement affecté le monde de la production industrielle. Ce projet vise ni plus ni moins à dessiner les contours d'une 4^{ème} révolution industrielle portée par la vision d'une mise en réseau de tous les éléments du processus de production : l'usine ultra-connectée du futur, baptisée *integrated industry* ou *digital factory*.

Ce projet est intéressant à 3 titres :

- il présente la **vision** que se donnent collectivement les Allemands de leur avenir économique,
- il souligne les **enjeux** identifiés par nos voisins pour construire l'industrie de demain,
- il renseigne sur la **méthode** employée par les parties prenantes allemandes pour construire des réponses à ces enjeux collectifs.

1. Une vision partagée de l'avenir industriel

Selon les mots du ministère fédéral de l'Economie : « *le projet d'avenir Industrie 4.0 a pour objectif de mettre l'industrie allemande en situation de répondre aux évolutions de la production* » qui sont considérées comme les ferments d'une 4^{ème} révolution industrielle.

La vision qui sous-tend le projet Industrie 4.0 repose en effet sur 3 convictions :

- l'avenir économique de l'Allemagne passe par l'industrie,
- la priorité est de conserver le positionnement de leader à l'international sur les marchés de biens d'équipement,
- un enjeu vital pour le pays est donc d'anticiper l'impact à venir des technologies de l'information sur les processus de production pour profiter pleinement des opportunités qu'elles offrent.

Or, une étude de 2011 menée par l'Institut Fraunhofer pour l'ingénierie industrielle (Fraunhofer IAO) a montré que seul un quart des constructeurs allemands de machines-outils ont élaboré une stratégie explicite de développement de services basés sur internet et que seul un cinquième d'entre eux ont un business model adapté.

Cette révolution induirait dans l'usine 4.0 un processus de production éclaté entre des machines et des pièces usinées qui interagissent et se reconnaissent mutuellement. Produits, processus de production et usine constitueraient alors un gigantesque « système productif cyber-physique » (CPPS) bâti sur des communications radio, l'emploi de capteurs et de puces RFID. Selon les mots d'un expert, « le protocole IP remplace la carte mère » (Prof. Wolfgang Wahlster, DFKI - *Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz*).

Tous les niveaux du système productif sont impliqués, comme le montre le tableau ci-dessous.

	Hier Industrie 1.0 et 2.0	Aujourd'hui Industrie 3.0	Demain Industrie 4.0
Supersystème	Communication analogique <ul style="list-style-type: none"> • Marchés nationaux • Gros calculateurs 	Internet et Intranet <ul style="list-style-type: none"> • Marchés à l'export • PC 	Internet des objets <ul style="list-style-type: none"> • Marchés localisés • Mobile & Cloud Computing
Système	Néo-taylorisme <ul style="list-style-type: none"> • Production avec stocks • Tâche d'exécution • Organisation avec contremaître 	Lean Production <ul style="list-style-type: none"> • Production <i>just in time</i> • Orientation process • Team-Organisation 	Smart Factory <ul style="list-style-type: none"> • Production individualisée • Production résiliente • Réalité augmentée pour l'opérateur
Sous-système	Mécanisation <ul style="list-style-type: none"> • Machines conventionnelles • Plans de travail • Planches à dessin • Volants de commande 	Automatisation <ul style="list-style-type: none"> • Machines CNC • ERP/MES • 3D-CAD/CAD-CAM • Pupitre de commande 	Virtualisation <ul style="list-style-type: none"> • Social Machines • Virtual Production • Smart Products • Systèmes mobiles

Source : Société Trumpf dans le Rapport final sur Industrie 4.0, octobre 2012, p.12 - traduction de Kohler C&C

Tous les liens au sein d'une filière de production seraient également concernés : « *la production industrielle sera caractérisée par une forte individualisation des produits sous conditions d'une production en grande série hautement flexible, l'intégration profonde des clients et des partenaires de business au sein des processus de la chaîne de valeur et le couplage entre la production et les services à haute valeur ajoutée* » (Rapport final sur Industrie 4.0, traduction Kohler C&C).

Industrie 4.0 conçoit l'usine, voire la filière de production dans son ensemble comme un gigantesque système cyber-physique largement autorégulé par des

interactions machine-objet et dont sont attendus des gains en termes de flexibilité et d'agilité, des gains de temps, de qualité et de coûts.

Au-delà des aspects technologiques, c'est une vision systémique de l'appareil productif qui prévaut : découpage en systèmes, sous-systèmes..., rôle essentiel des interactions et des régulations entre les éléments, frontières estompées entre l'usine et son environnement économique et social et l'idée que « tout est dans tout », le plus petit objet usiné pouvant contenir la mémoire et l'information concernant l'ensemble du système.

2. Les enjeux identifiés d'Industrie 4.0

Pour l'un des responsables de l'Institut Fraunhofer d'optronique, des technologies des systèmes et de l'exploitation d'image (IOSB), les évolutions liées à Industrie 4.0 supposent la maîtrise de 4 enjeux majeurs :

- L'interopérabilité ou la capacité à synchroniser un ensemble d'éléments (produits, machines, processus, usine...) qui évoluent de manière indépendante.
- La gestion de la complexité des données et l'organisation comme l'exploitation de l'ensemble de l'information générée par les capteurs.
- La configuration de l'interface pour ne renvoyer vers l'utilisateur que l'information pertinente dans l'exécution de ses tâches.
- La sécurité des données pour éviter des intrusions dans les systèmes de production.

Or, comme le montre le récent bilan de la stratégie high-tech paru en avril 2013, Industrie 4.0 s'organise justement autour de 4 axes qui répondent à ces enjeux :

- Un projet de recherche SPES XT qui promeut des outils de développement et des architectures systèmes pour des systèmes « cyber-physiques ».
- Une alliance des acteurs industriels pour l'innovation dans les produits à mémoire sémantique (internet des objets) : les produits contiennent eux-mêmes la mémoire des processus de production. Pilotée par un chercheur, elle regroupe le Centre Allemand de Recherche en Intelligence Artificielle - DFKI, les sociétés 7x4 Pharma, BMW Forschung und Technik GmbH, la Deutsche Post AG, GLOBUS SB-Warenhaus, SAP et Siemens.
- Des projets pour la mise en réseau intelligente de la production et l'intégration de systèmes « cyberphysiques » hétérogènes.

- La recherche de solutions permettant de faire l'interface entre les systèmes « cyberphysiques » et les « systèmes de production intelligents ».

A ces axes, il faudrait rajouter le développement de la simulation numérique en amont des processus industriels, pour simuler des process, des flux logistiques, le comportement de certains produits. Enfin, Industrie 4.0 s'accompagne d'un projet « Avenir du travail » qui vise à réfléchir sur les nouvelles formes de compétences et de travail collaboratif qu'amèneraient ces évolutions du processus de production.

A ce jour, les réalisations restent à l'état de prototype, mais comme le soulignent les missions allemandes en France, *« les allées de la Foire de Hanovre regorgent d'idées créatives. Cela va des robots économes en énergie, qui se débranchent et se rebranchent automatiquement à chaque interruption, jusqu'au contrôle par Internet. »* D'autres démonstrateurs sont apparus au Cebit, comme un mini-processus de fabrication de badges, où chaque badge équipé d'une puce RFID indique aux machines la couleur dans laquelle il doit être peint et les inscriptions à y apporter ; ou bien encore un simulateur d'entraînement permettant à des opérateurs de réaliser virtuellement des opérations de production.

De l'avis des experts, la viabilité économique de ce modèle où le coût de la production individualisée ne devrait pas excéder celui de la production de masse reste conditionnée à trois facteurs :

- la faisabilité technique et la capacité de la R&D à proposer des solutions durables et efficaces,
- la baisse des prix des capteurs à liaison radio et des puces,
- la baisse des coûts d'IT par l'utilisation de standard ouverts.

3. Un projet exemplaire de la « méthode allemande »

Industrie 4.0 est un exemple éclairant de la manière dont les Allemands font de la « politique industrielle » en faisant de l'enjeu de transformation industrielle un projet collectif. Le processus même de transformation devient un projet. L'impulsion et le sens de ce projet est donné par le politique avec un passage de relais très rapide aux parties prenantes pour lui donner du contenu.

Il y a donc une forme de méthode dans la manière dont les Allemands se focalisent sur le problème, identifient là où les gains potentiels sont les plus forts, connectent les parties prenantes et les responsabilisent dans le pilotage du projet.

A l'origine, Industrie 4.0 est l'un des 10 « projets d'avenir » (*Zukunftsprojekte*) résultants de la stratégie high-tech lancée en 2006 par le Gouvernement fédéral.

Les ambitions de cette stratégie représentative de la manière dont la politique industrielle est menée en Allemagne visaient à définir les lignes directrices à donner, à poser un cadre et à favoriser les coopérations entre acteurs de l'économie et de la recherche. « La stratégie high-tech ne se concentre pas sur des technologies isolées, mais considère de manière systématique l'ensemble de la chaîne de valeur depuis la recherche fondamentale jusqu'à la recherche appliquée : elle relie et articule les parties appartenant à un même système » selon les termes du bilan gouvernemental de cette stratégie publié en avril 2013.

Cette stratégie fonctionne en effet selon 6 principes clairement revendiqués :

- l'orientation sur le besoin de la société,
- la promotion du dialogue entre les parties prenantes,
- la promotion de la vision, des enjeux et des missions,
- le regroupement des forces,
- la définition de priorités
- l'évaluation régulière de l'efficacité des dispositifs.

Cette stratégie high-tech a dès le départ ciblé cinq domaines privilégiés avec un soutien aux technologies clés : climat/énergie, santé/alimentation, communication, mobilité et sécurité. Industrie 4.0 s'insère dans l'axe

« communication » avec un autre projet appelé « les services basés sur internet au profit de l'économie. »

Les grandes étapes de conception et de déploiement du projet ont été les suivantes :

- 2006 : lancement de la stratégie high-tech du gouvernement fédéral
- 2011 : lancement d'Industrie 4.0 à la foire de Hanovre.
- Janvier 2012 : mise en place du groupe de travail industrie 4.0
- octobre 2012 : remise par le groupe de travail Industrie 4.0 des propositions pour la mise en œuvre
- 5 – 9 mars : présentation de l'avancement du projet CEBIT
- 8 avril 2013 : remise à la foire de Hanovre du rapport final du groupe de travail Industrie 4.0

Ce projet est organisé autour de 5 groupes de travail : usine ultra-connectée (*smart factory*), environnement réel, environnement économique, travail et condition humaine, facteur technologique.

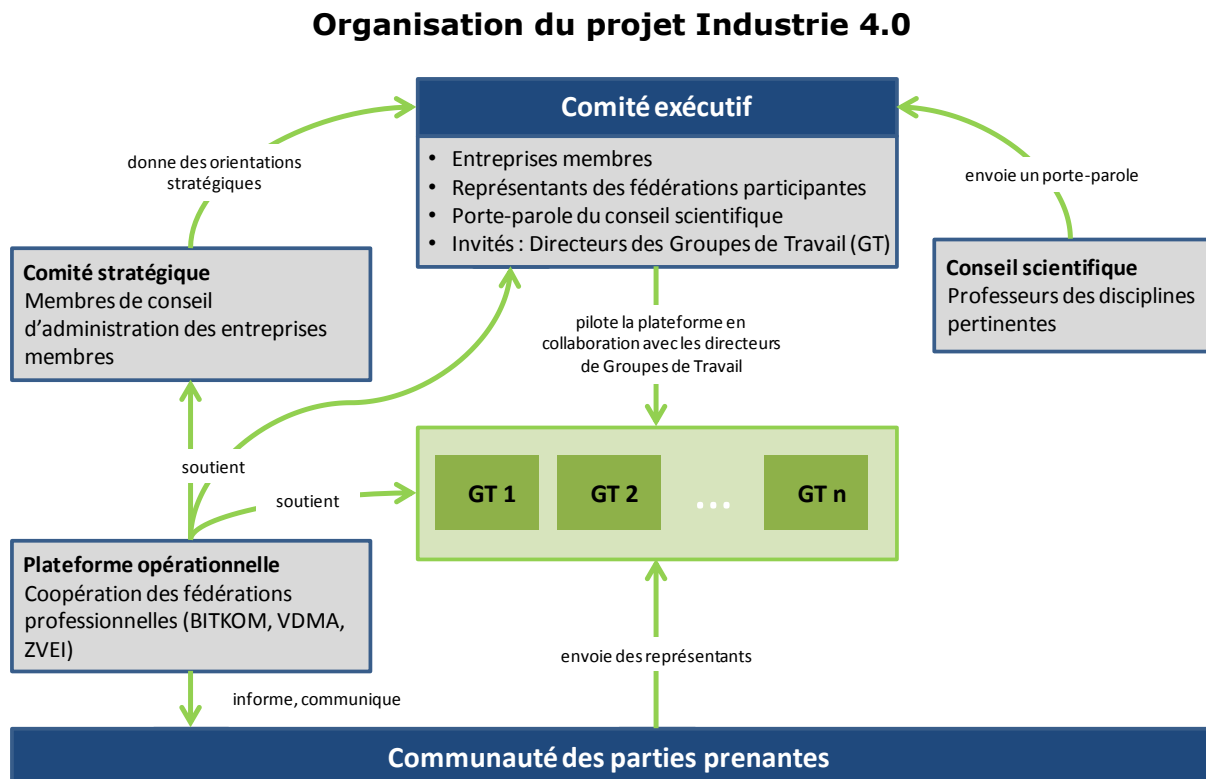
Ces groupes de travail sont constitués de représentants des parties prenantes (cf. figure page suivante). Le pilotage du projet est assuré par un Comité exécutif comprenant les directeurs de ces groupes de travail ainsi que des membres des entreprises (Thyssenkrupp, Deutsche Telekom, BMW, Deutsche Post, Software AG, Trumpf, Daimler, Infineon, Hewlett-Packard, ABB), des représentants des fédérations professionnelles et le porte-parole du Conseil scientifique.

Ce Comité exécutif est épaulé par un Comité stratégique où siègent les entreprises, par un Conseil scientifique composé de membres de la communauté universitaire et d'instituts de recherche (Universités techniques, Instituts Fraunhofer) et par une plateforme opérationnelle bénéficiant de ressources mises à disposition par les 3 fédérations professionnelles porteuses du projet (BITKOM, VDMA, ZVEI).

Ce projet est donc organisé en deux cercles :

- Un premier cercle regroupe les membres des instances énumérés ci-dessus,

- Un second cercle plus large comprend les participants aux groupes de travail :
 - la fédération BDI,
 - le syndicat DGB,
 - des membres « invités » du Ministère des Finances et du Ministère de l'économie et de la technologie.



Source : plateforme internet Industrie 4.0 (<http://www.plattform-i40.de>) – traduction de KOHLER C&C

La dernière foire de Hanovre a ainsi marqué l'aboutissement d'un processus de réflexion et de mobilisation des acteurs lancé en 2011 autour de ce projet Industrie 4.0 qui est exemplaire de la manière dont est conduite la « politique industrielle » outre-Rhin. Et la Chancelière A. Merkel de conclure : « maintenant tout cela doit percoler jusque dans les formations professionnelles. »

La boucle est bouclée entre la définition d'une problématique, la mobilisation des parties prenantes, la construction d'une vision, sa traduction en projets, sa diffusion et sa déclinaison en termes opérationnels et en objectifs de formation.