

# Industrie 4.0 : construction d'un nouvel imaginaire industriel?

par

■ **Dorothee Kohler** ■

Fondateur et directeur général de KOHLER C&C, cabinet de conseil en organisation et en stratégie

■ **Jean-Daniel Weisz** ■

Associé de KOHLER C&C

## En bref

L'Industrie 4.0, affichée en 2011 à la Foire de Hanovre comme la quatrième révolution industrielle, a eu cette année les honneurs du Forum économique mondial de Davos. S'agit-il d'un affichage politique ou la peur de l'hégémonie de Google a-t-elle enclenché un véritable passage à l'offensive de l'État fédéral allemand, des industriels et des instituts de recherche? Quelles sont les transformations induites par le numérique dans le *Mittelstand*? Comment ces changements se manifestent-ils? Quelles stratégies suscitent-ils? La France doit-elle s'alarmer d'un éventuel retard? Dorothee Kohler et Jean-Daniel Weisz ont conduit une soixantaine d'interviews avec les parties prenantes de l'Industrie 4.0 pour décrypter les transformations en cours, leurs impacts potentiels sur le modèle allemand et la façon dont l'industrie française pourrait s'en inspirer.

Compte rendu rédigé par Élisabeth Bourguinat

*L'Association des Amis de l'École de Paris du management organise des débats et en diffuse des comptes rendus, les idées restant de la seule responsabilité de leurs auteurs. Elle peut également diffuser les commentaires que suscitent ces documents.*

Séminaire organisé avec le soutien de la Direction générale des entreprises (ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique) et grâce aux parrains de l'École de Paris (liste au 1<sup>er</sup> septembre 2016) :

• Airbus Group • Algoé<sup>1</sup> • ANRT • Be Angels • Cap Digital • Carewan • CEA • Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris Île-de-France • Conseil Supérieur de l'Ordre des Experts Comptables • Crédit Agricole S.A. • Danone • EDF • ESCP Europe • FABERNOVEL • Fondation Crédit Coopératif • Fondation Roger Godino • Groupe BPCE • HRA Pharma<sup>2</sup> • IdVectoR<sup>2</sup> • La Fabrique de l'Industrie • Mairie de Paris • MINES ParisTech • Ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique, DGE • NEOMA Business School • Orange • PricewaterhouseCoopers • PSA Peugeot Citroën • Renault • SNCF • Thales • Total • UIMM • Ylios

1. pour le séminaire Vie des affaires
2. pour le séminaire Ressources technologiques et innovation

**Dorothee KOHLER :** Jean-Daniel Weisz et moi-même avons travaillé pendant sept ans au Centre Marc Bloch de Berlin en tant que chercheurs rattachés au CNRS. Jean-Daniel y a soutenu une thèse d'économie et moi, une thèse de géographie. Puis nous avons fait le choix de travailler dans des entreprises industrielles. Après avoir passé huit ans chez Usinor, devenu Arcelor puis ArcelorMittal, j'ai fondé KOHLER C&C et Jean-Daniel m'a rejointe. Cela fait sept ans que nous accompagnons les entreprises dans leurs processus de transformation, notamment vers l'économie numérique. Nous nous intéressons particulièrement à ce qui se passe en Allemagne, non pour ériger ce pays en modèle, mais parce que l'Industrie 4.0 nous semble offrir de nombreuses opportunités de rapprochements entre les entreprises situées des deux côtés du Rhin.

### L'Industrie 4.0 : un système industriel "parfait" ?

En France, on se représente souvent l'Industrie 4.0 comme un système industriel "parfait". Pour Klaus Kronberger, patron de l'entreprise allemande Adiro, « *Il n'y aura jamais un moment où nous pourrions nous dire que nous avons atteint l'Industrie 4.0* ». Comme nous, les Allemands sont passés par la phase consistant à essayer de définir concrètement l'Industrie 4.0. Désormais, ils ont pris acte de la complexité du sujet et considèrent qu'il s'agit moins d'un état que d'un processus.

### La quatrième révolution industrielle

Dans un document diffusé aussi bien par le ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie (BMWi) et celui de la Formation et de la Recherche (BMBF) que par les instituts Fraunhofer ou encore le syndicat IG Metall, l'Industrie 4.0 est replacée dans une perspective historique et présentée comme une nouvelle révolution industrielle.

Selon ce document, la première révolution industrielle correspond à l'invention, en 1784, des métiers à tisser mécaniques, rendue possible par celle des machines à force hydraulique, puis à vapeur. La deuxième, symbolisée par la première chaîne automatisée mise en place dans les abattoirs de Cincinnati en 1870, correspond au développement d'une production de masse fondée sur la division du travail et l'utilisation de l'énergie électrique. La troisième est celle de l'électronique et des technologies de l'information mises au service d'une automatisation élargie de la production. Elle est illustrée par l'apparition du premier API (Automate programmable industriel), le Modicon 084, mis au point en 1969. La quatrième, baptisée Industrie 4.0, correspond à l'introduction de systèmes cyber-physiques dans l'entreprise.

### Continuité et rupture

Cette nouvelle révolution industrielle s'inscrit dans la continuité des précédentes, mais présente également des différences avec elles. Alors que les étapes antérieures reposaient sur des révolutions techniques, l'Industrie 4.0 s'appuie sur deux objets qui nous sont déjà familiers, le robot et le smartphone. Par ailleurs, alors que les autres révolutions industrielles étaient constatées après coup par les historiens, celle-ci est annoncée à l'avance et mise en œuvre délibérément.

Surtout, selon Ingo Ruhmann, du BMBF, « *l'Industrie 4.0, ce n'est pas davantage d'automatisation. Au contraire, c'est beaucoup moins d'automatisation et beaucoup plus d'intelligence* ». Il ne s'agit pas seulement d'ajouter une nouvelle couche de *Lean Manufacturing*, même si le *Lean* fait partie du dispositif, ou de rationaliser encore davantage les flux de production. Ce qui caractérise vraiment l'Industrie 4.0, c'est la volonté de faire communiquer les machines à la fois entre elles, avec les produits et avec les hommes.

## Les questions soulevées par l'Industrie 4.0

**Jean-Daniel WEISZ** : La dernière grande particularité de l'Industrie 4.0 est que le système cyber-physique qu'elle met en œuvre ne s'applique pas seulement aux usines, mais également aux fournisseurs ou encore aux clients. Il génère ainsi un métasystème susceptible, à terme, de réguler l'ensemble de l'économie. Dans son livre *The Road Ahead*, paru en 1995, Bill Gates annonçait que le numérique allait permettre de réaliser le vieux rêve des économistes, c'est-à-dire un marché pur et parfait, s'équilibrant en temps réel, conformément à la théorie de la "main invisible" d'Adam Smith. Aussi bien la production des biens que la division du travail seraient désormais organisées de la façon la plus rationnelle possible par des algorithmes.

Une telle perspective soulève un certain nombre de questions. On pense, naturellement, aux menaces qu'elle pourrait faire peser sur les libertés publiques. On peut aussi se demander ce que deviendraient les équilibres économiques si les usines étaient entièrement gérées par des systèmes cyber-physiques. Certains évoquent des risques systémiques semblables à ceux encourus par les marchés financiers en raison de leurs interconnexions et du rôle joué par les transactions à haute fréquence. À la Foire de Hanovre, nous avons pu observer une machine d'extrusion plastique qui tenait compte en temps réel du marché spot de l'énergie de Leipzig et adaptait sa production aux variations du cours de l'électricité. Ce genre d'interconnexion ne pose aucun problème tant qu'elle ne concerne que quelques machines. Mais que se passerait-il si des milliers de machines étaient connectées au même indicateur ?

Enfin, les Allemands s'inquiètent de l'avènement de ce qu'ils appellent le *collaborateur transparent*. Un débat très intéressant a eu lieu l'an dernier, à la Foire de Hanovre, entre le patron d'une grande entreprise et une représentante d'IG Metall. Le premier se réjouissait de pouvoir bientôt disposer de capteurs qui lanceraient des alertes en cas de problèmes physiques ou de signes annonciateurs de défaillances cardiaques survenant chez des travailleurs âgés, ce qui permettrait d'éviter des accidents. La syndicaliste s'inquiétait, pour sa part, de la possibilité d'évaluer en temps réel les performances physiques des salariés.

## De multiples expérimentations

L'Industrie 4.0 n'est pas un *plan* (les Allemands n'aiment pas ce terme) ni un *programme*. En 2006, elle a été présentée comme un "projet d'avenir" dans le cadre de la stratégie high-tech du BMBF, mais ce projet n'a pas été formalisé à cette occasion, et pas davantage lors de la Foire de Hanovre de 2011, où le concept a été présenté pour la première fois au grand public. Quant à la plateforme Industrie 4.0, ce n'est pas une association, mais simplement un regroupement informel d'acteurs de bonne volonté qui multiplient les expérimentations.

### *Le démonstrateur SmartFactory*

En 2005, le Centre allemand de recherche en intelligence artificielle de Kaiserslautern présente son démonstrateur SmartFactory, né d'une idée du *Professor Doktor* Detlef Zühlke. Il s'agit d'une chaîne de production modulaire composée d'éléments *plug & play*. Depuis, chaque année, de nouvelles déclinaisons de SmartFactory sont présentées à Hanovre. L'une de ses caractéristiques les plus frappantes est qu'il associe des entreprises très diverses et souvent concurrentes. Les industriels allemands cherchent ainsi à démontrer que demain, grâce à la définition de nouveaux standards, un même produit pourra circuler sur leurs différentes machines, qui seront désormais interopérables, d'où une puissance industrielle démultipliée.

### *Des robots qui sortent de leur cage*

**Dorothee KOHLER** : D'autres expérimentations portent sur les robots qui, désormais, sortent de leurs cages pour devenir des "assistants de travail". Des programmes de recherche ont été lancés par le BMWi et le BMBF sur la façon de combiner l'intelligence artificielle et l'intelligence humaine. À côté des robots de grande taille qu'on a l'habitude de voir dans les usines, on trouve désormais des robots beaucoup plus légers, de quinze à vingt kilos, dont le prix est dix fois inférieur à celui des robots traditionnels et qui sont conçus pour aider l'homme à accomplir certaines tâches. Ils peuvent, notamment, être programmés en temps réel pour répéter un geste humain.

### *Un Doodle pour gérer les pics de production*

L'application Doodle permet de programmer des rendez-vous collectifs. Une liste de créneaux horaires est proposée sur une page Internet, chacun coche ses disponibilités et le créneau le plus adéquat peut être identifié en quelques minutes. Le projet Kapaflexy, financé par le BMBF, s'inspire de cette application. En cas de pic de production, cet outil permet de solliciter les opérateurs et la maîtrise, et d'identifier ceux qui sont disponibles pour venir travailler le samedi après-midi, par exemple. Les conseils d'entreprises ont été associés à cette expérimentation et le syndicat IG Metall a posé des limites assez claires à ce genre de dispositif...

### *Relocaliser la production au cœur des villes*

D'autres expérimentations portent sur la production de biens personnalisés en temps réel, au même coût que la production de masse. Le démonstrateur Speedfactory, également financé par le BMWi, se présente sous la forme d'un container correspondant à la remorque d'un camion de trente-huit tonnes et comprenant une chaîne de production capable de fabriquer des chaussures Adidas personnalisées quasiment en temps réel.

**Jean-Daniel WEISZ** : À travers ce projet, le ministère a affirmé sa volonté de relocaliser la production en Allemagne. Il est d'ores et déjà possible de personnaliser ses chaussures chez Nike ou Adidas, mais comme ces produits sont fabriqués à 90 % au Vietnam et en Chine, il faut attendre plusieurs semaines pour se les faire livrer. Grâce à ces nouvelles chaînes, extrêmement automatisées et numérisées, le client peut se rendre dans un magasin et dessiner ses chaussures comme on choisit une cuisine chez IKEA, puis les recevoir quelques heures plus tard. Le système est déjà opérationnel dans deux boutiques expérimentales.

**Dorothee KOHLER** : La ville de Berlin, qui s'était largement désindustrialisée après la chute du mur, est en train de renaître de ses cendres et de devenir la métropole du numérique, ce qui préfigure peut-être l'évolution d'autres métropoles en Europe et dans le monde.

### *Une ligne de montage modulaire*

**Jean-Daniel WEISZ** : Bosch Rexroth produit une très grande variété de valves hydrauliques destinées aux machines agricoles : la gamme comprend deux cents produits différents, répartis entre six lignes de montage, avec de nombreux goulets d'étranglement. Une nouvelle chaîne de montage complètement modulaire a été mise en place à Hombourg en Sarre. Les produits sont identifiés grâce à des supports sur lesquels sont fixés des puces RFID (*Radio Frequency Identification*). Un système de *Kanban* automatique approvisionne les lignes. Tout le long de la ligne, le système indique aux neuf opérateurs quels gestes ils doivent accomplir. Ils sont eux aussi dotés d'une puce qui ajuste automatiquement la station de travail à leur ergonomie, à leur niveau d'expertise et éventuellement à leur langue maternelle.

## **Pionniers et suiveurs**

L'univers de l'Industrie 4.0 allemande est très diversifié. Parmi les offreurs de solutions et les acheteurs, on trouve à la fois des pionniers et des suiveurs.

Les offreurs pionniers ont compris que la pyramide de l'information existant au sein des entreprises est en train de se renverser, que tous les éléments de l'entreprise vont dorénavant communiquer en temps réel et qu'il faut désormais intégrer les ERP (*Enterprise Resource Planning*), les MES (*Manufacturing Execution System*), les capteurs installés sur les machines, et rendre tous ces dispositifs interopérables. Parmi ces pionniers, on trouve des grandes entreprises, comme Bosch ou Siemens, qui a, par exemple, aménagé une usine ultra-automatisée de cartes mères à Amberg, avec une multitude de capteurs permettant d'atteindre un nombre de défauts extrêmement faible (douze défauts par million d'unités).

Les offreurs de solutions comprennent aussi des suiveurs, qui vendent des machines relevant de l'Industrie 4.0 depuis dix ans, mais considèrent que leurs clients ne sont pas encore prêts à payer pour ces nouvelles applications et qu'ils ont d'autres priorités. Par exemple, un producteur de compresseurs pour l'industrie nous expliquait que,

vu le niveau de fuites constaté sur les réseaux d'air comprimé dans les usines, il préférerait commencer par s'attaquer à ce problème, ce qui lui permet de faire réaliser à ses clients des gains de productivité de 15 à 20 %.

On rencontre aussi des pionniers et des suiveurs parmi les acheteurs. Certaines entreprises commencent à réfléchir au sujet et ont lancé quelques études, mais elles estiment qu'il n'y aura pas de possibilité de gain immédiat et n'envisagent pas de se lancer dans des investissements dont le temps de retour est estimé aujourd'hui à cinq ou six ans.

## L'éclatement de la chaîne de valeur

**Dorothée KOHLER** : L'Industrie 4.0 a de nombreux impacts sur le pilotage des différents processus de la chaîne de valeur d'une entreprise et par voie de conséquence sur l'organisation du travail. La question n'est plus d'optimiser les coûts en externalisant ce qui ne relève pas du *core business* mais de capter la richesse que les réseaux peuvent créer entre les différentes fonctions. Il n'y a plus d'étanchéité entre la sphère de la production et celle de la consommation, ou celle, nouvelle, des usages. Nous sommes en train de passer d'une chaîne de valeur ordonnée verticalement et horizontalement à une "constellation de valeur" en prise directe avec les utilisateurs.

Dans l'usine d'Audi à Neckarsulm, par exemple, les portières sont démontées après la peinture de la caisse et envoyées à Offenau, à 10 kilomètres de là, pour être entièrement équipées, puis elles reviennent à Neckarsulm et sont remontées sur les véhicules. Chaque portière doit se retrouver très précisément sur la carrosserie avec laquelle elle a été peinte, afin qu'il n'y ait pas de différences de couleur, ce qui est rendu possible par la géolocalisation individuelle et en temps réel de chaque élément. Le sous-traitant qui réalise les opérations de montage n'est pas un équipementier automobile mais le groupe DHL, un logisticien. L'équipement des portières nécessite, en effet, de collecter un grand nombre de pièces détachées, métier dans lequel DHL est expert. Au passage, ce dispositif permet au constructeur de soustraire une partie de son activité de la convention de la métallurgie, sachant que celle dont relève DHL offre des tarifs de 20 % inférieurs à ceux de la métallurgie...

## L'impact sur les emplois et les métiers

**Jean-Daniel WEISZ** : En Allemagne, chacun est conscient que l'Industrie 4.0 va avoir des conséquences sur l'emploi, mais personne ne sait exactement dans quel sens. Une étude récente prédit la destruction de 490 000 emplois non qualifiés mais annonce que celle-ci devrait être partiellement compensée par la création de 430 000 nouveaux emplois qualifiés. Dans ce type d'études, c'est l'incertitude qui prévaut. Les hypothèses reposent notamment sur une distinction entre tâches routinières et non routinières, supposant que les tâches routinières sont les plus susceptibles d'être numérisées. Ces études font également des hypothèses sur le rythme de déploiement de la numérisation dans les différentes branches. Bref, c'est l'incertitude qui prévaut.

Il en va de même pour l'évolution du contenu du travail. Le syndicat IG Metall a cherché à analyser les avantages et les inconvénients de l'Industrie 4.0. Du côté des avantages, il mentionne les importantes marges de manœuvre laissées aux salariés grâce à l'abandon du pilotage hiérarchique; un travail au contenu plus riche, faisant davantage appel à la responsabilité et à l'aptitude à résoudre les problèmes; ou encore des tâches mieux adaptées aux seniors. Du côté des risques, il pointe la menace d'un travail réduit à une activité "passive", soumise au système technique, avec une probabilité de stress élevé, ou encore les minces perspectives de progression pour les salariés à qualification faible ou moyenne.

Selon Daniel Buhr, qui a rédigé l'étude *Une politique d'innovation sociale pour l'industrie 4.0* pour la Fondation Friedrich-Ebert, on peut imaginer deux types d'organisations du travail résultant de l'Industrie 4.0 : une organisation dite "en essaim", dans laquelle tout le monde est au même niveau, travaille de façon collaborative et exerce des fonctions hybrides, en ayant parfois un rôle d'ingénieur IT (*Information Technology*) et parfois celui d'un mécanicien; ou une organisation dite "polarisée" avec, d'un côté, des experts très qualifiés et spécialisés, disposant de grandes marges de manœuvre et, de l'autre, une main d'œuvre non qualifiée et dévalorisée, qui prend ses ordres directement auprès des machines.

## Le pragmatisme d'IG Metall

Face à ces incertitudes, IG Metall a opté pour le pragmatisme, en se souvenant que dans les années quatre-vingts, son opposition à l'arrivée des robots dans l'industrie l'avait conduit à se discréditer et à perdre des adhérents, sans pour autant empêcher l'automatisation des usines. Aujourd'hui, IG Metall est décidé à accompagner le mouvement. Lorsque Volkswagen a choisi d'équiper ses usines de *cobots* (robots collaboratifs), IG Metall, plutôt que de s'y opposer en invoquant la règle selon laquelle il faut commencer par réaliser une étude démontrant l'absence d'impact négatif, a accepté de participer à l'expérimentation, ce qui lui a permis d'y apporter son expertise et de mieux faire prendre en compte les aspects sociaux et humains. Il en a été de même avec le projet Kapaflexy, déjà évoqué.

## La compétitivité relationnelle

**Dorothee KOHLER** : Le rapport présenté par Louis Gallois en 2012 insistait sur plusieurs formes de compétitivité : celle qui repose sur les coûts salariaux, mais également la compétitivité hors prix qui concerne le design, l'innovation ou encore l'image de marque. La révolution numérique fait émerger une troisième forme de compétitivité, qui existait déjà mais prend une importance accrue. Il s'agit de la compétitivité relationnelle, le fameux « *travailler ensemble* » dont Louis Gallois parlait déjà dans son rapport. Cette nouvelle forme de compétitivité se mesure à la densité des interactions mises en œuvre à l'intérieur de l'entreprise et entre celle-ci et ses parties prenantes.

### Trois convictions

Nous en tirons trois convictions. Quand on nous demande « *Où en sont les Allemands avec l'Industrie 4.0?* », on nous interroge généralement sur la dimension technique et les innovations qui leur procureraient une avance sur les autres pays. En réalité, pour nous, le véritable défi de l'Industrie 4.0 est la capacité à expérimenter, travailler et produire ensemble. Malheureusement, en France, nous ne sommes pas très doués dans ce domaine. En matière de numérisation, notamment, chacun se retranche dans son coin. Ce faisant, nous risquons de passer à côté de très belles opportunités. Un patron de PME qui veut développer des objets connectés ne devrait pas forcément chercher à internaliser la compétence IT. Il aurait sans doute intérêt à s'allier avec une entreprise ayant déjà vingt-cinq ans d'expérience dans ce domaine.

Notre deuxième conviction est que toutes les entreprises vont être concernées par l'industrie numérique, y compris celles situées en début de chaîne et dans les filières *B to B*. De ce fait, les cartes de l'avantage compétitif vont être rebattues rapidement.

La troisième conviction est que la diffusion de la révolution numérique dans les territoires sera d'autant plus efficace qu'elle pourra s'appuyer sur un tissu d'entreprises moyennes. Les *big players* construisent des alliances au niveau mondial, et c'est plutôt sur les ETI, ou ce qu'on appelle en Allemagne le *Mittelstand Premium*, c'est-à-dire les entreprises dont le chiffre d'affaires va de 200 millions d'euros à 3 ou 4 milliards d'euros, que repose la diffusion de l'Industrie 4.0, car ce sont elles surtout qui créent des relations de coopération dans la recherche ou dans le développement de nouveaux produits.

### Le projet CyPros

Le concept de compétitivité relationnelle est illustré par l'exemple de CyPros, projet phare du BMBF pour la recherche sur les systèmes cyber-physiques. Il réunit un nombre important d'acteurs de la recherche, que ce soit en intelligence artificielle ou encore en logistique, et d'acteurs de l'industrie, qu'il s'agisse de grands groupes comme Siemens, DHL ou BMW, d'entreprises du *Mittelstand Premium* comme Trumpf ou Wittenstein, ou même de petites ETI ou PME. Dans les années 2009-2010, le BMBF s'est refusé à continuer de subventionner en parallèle plusieurs projets similaires : « *Commencez par vous mettre d'accord entre vous et revenez nous voir!* » C'est ce qui a permis la constitution de consortiums réunissant plus d'une dizaine d'acteurs et entraînant dans leur sillage des petites entreprises, qui n'étaient pas forcément les plus performantes mais en ont profité pour se renforcer.

## La plateforme AXOOM

La société Trumpf est leader mondial des machines de découpe laser. En France, par exemple, il est rare qu'une entreprise de tôlerie ne travaille pas avec des machines Trumpf. Cette société a cependant compris qu'à l'avenir, avec le développement de l'impression 3D métal, ce n'est pas avec ces machines qu'elle réalisera sa marge, mais plutôt avec les services associés qu'elle pourra offrir.

Elle a donc embauché vingt-six ingénieurs et les a installés à Karlsruhe, juste en face de l'Institut Fraunhofer, avec pour mission de développer une plateforme, AXOOM, qui propose notamment les services d'un MES, c'est-à-dire un système de pilotage de la production, et doit lui permettre de se positionner comme "iTunes" des applications industrielles. Cette plateforme accueille d'ores et déjà non seulement des applications permettant de gérer les machines Trumpf, mais également des logiciels développés par des concurrents. Une entreprise de tôlerie du Bade-Wurtemberg, par exemple, pourra bénéficier d'un programme développé par une société du Schleswig-Holstein pour gérer la dépose des tôles en sortie de *process*. Pour les clients de Trumpf, adopter ce MES signifie pouvoir connecter l'ensemble des briques existant sur le site.

Naturellement, ce genre de dispositif pose la question de la rémunération, c'est-à-dire de la rentabilité du *business model* et aussi de la relation de l'entreprise avec ses prestataires industriels, qui deviennent des prestataires en IT. De nombreux dirigeants du *Mittelstand*, échaudés par le coût de licence de leur ERP ou de leur base de données, sont réticents à intégrer davantage d'IT : « *On a parfois vu le coût des ERP progresser de 8 % en un an...* »

## La densification du tissu relationnel

Dans le cadre d'un sondage réalisé par le BMWi auprès d'entreprises de moins de cinq cents salariés, des industriels allemands ont été invités à estimer le nombre de clients et partenaires supplémentaires avec lesquels ils devraient coopérer dans un horizon de cinq ans, puis de dix ans. Le résultat moyen était de trente-trois pour un horizon de cinq ans et de soixante-quatorze pour un horizon de dix ans. Manifestement, les dirigeants des petites entreprises ont compris que la numérisation de l'industrie allait les obliger à chercher non seulement de nouveaux fournisseurs et de nouveaux clients, mais également de nouveaux partenaires pour leur développement.

Quand on pose la même question aux entreprises de plus de cinq cents salariés, le chiffre tombe à vingt-trois, car ces sociétés disposent de beaucoup plus de compétences internalisées.

## Débat



### Vers la relocalisation de l'industrie ?

**Un intervenant :** *La perspective de voir relocaliser en Europe une partie de l'industrie est alléchante. À quelles conditions cette perspective pourrait-elle se réaliser ?*

**Jean-Daniel Weisz :** De nombreuses entreprises commencent à rapatrier leur production en Europe au fur et à mesure qu'elles la numérisent. Les deux critères de décision principaux sont le coût de la main-d'œuvre et le caractère critique de la logistique. Les productions dans lesquelles la part de la main-d'œuvre directe est relativement faible et celles qui ont besoin d'être implantées à proximité de leur marché, en raison notamment de leur haut degré de personnalisation, ont vocation à revenir en Europe.

## Vers la disparition des emplois salariés ?

**Int. :** *Vous avez utilisé le terme de rêve à propos de l'Industrie 4.0, mais ce que vous évoquez ressemble surtout à un rêve d'ingénieur, avec énormément de robots, d'automatisation, de systèmes, et pratiquement plus d'êtres humains. Il n'y a sans doute pas beaucoup d'ouvriers dans le camion de trente-huit tonnes qui va produire des chaussures à façon... Peut-être la perspective de voir disparaître la moitié des emplois dans les années à venir paraît-elle acceptable, voire souhaitable, en Allemagne, pays dont la démographie est catastrophique. Mais en France, où les naissances restent nombreuses, ce qui était présenté comme l'un de nos avantages compétitifs va peut-être devenir un handicap, si des pays comme l'Allemagne et le Japon mettent au point une industrie capable de se passer des salariés.*

**Dorothee Kohler :** Le projet Industrie 4.0 est surtout né de la peur de perdre le leadership industriel face à la double concurrence de l'Asie et de géants comme Google. Les considérations démographiques ont également pu jouer un rôle mais, avec l'afflux d'un million de réfugiés, la situation est désormais très différente. La question qui se pose surtout est celle de la formation, d'où l'accent mis sur la notion de métier. En France, on parle beaucoup de travail et d'emplois, mais peu de l'évolution des métiers. Or, une partie des enjeux réside dans notre capacité à construire ces métiers du futur sur le terrain, avec les différentes parties prenantes.

**J.-D. W. :** Pour comprendre le lancement du projet Industrie 4.0, il faut se replacer dans le contexte des années 2000, moment où l'Allemagne réforme son modèle social mais aussi où elle s'interroge sur son positionnement international. Depuis la réunification, l'industrie allemande se focalisait sur la réduction des coûts et la compétition hors prix mais, dans son ouvrage *L'Économie de bazar*, publié en 2006, Hans-Werner Sinn tire la sonnette d'alarme : « *La part de la valeur ajoutée produite en dehors de l'Allemagne dans nos exportations est passée de 13 à 20% en quelques années : où cela va-t-il s'arrêter?* » C'est la volonté de conserver une part importante de la valeur ajoutée en Allemagne qui a conduit au lancement de l'Industrie 4.0. Dans cette réflexion, la question démographique n'était pas vraiment présente.

**D. K. :** On ne trouvera effectivement pas beaucoup de main-d'œuvre dans le camion de trente-huit tonnes, mais il en faudra énormément dans la conception en amont. Les disparitions d'emplois concerneront surtout les fonctions support (traitement de l'information, acheteurs, contrôleurs de gestion, planificateurs...) car la production a déjà été largement impactée par les vagues d'automatisation précédentes. Dans notre livre, nous montrons que certains constructeurs automobiles, qui ont voulu supprimer presque complètement la présence humaine, ont abouti à des catastrophes et sont revenus en arrière. On ne peut pas obtenir une qualité parfaite sans intervention de l'homme.

**Int. :** *Certaines fonctions support, notamment dans la chaîne logistique, ne sont pas près de disparaître, même si leur mode d'organisation va certainement évoluer. Quand une défaillance se produit chez un fournisseur ou même dans l'une de vos propres usines, les implications sont tellement importantes et les décisions représentent de tels enjeux en termes de coût ou de qualité que l'on aura longtemps encore besoin des hommes si l'on veut garantir une efficacité opérationnelle au quotidien.*

## D'où vient la capacité des Allemands à coopérer ?

**Int. :** *Comment comprendre que les Allemands soient tellement plus performants que les Français en matière de coopération ?*

**J.-D. W. :** Comparez la carte de France en 1789 et celle de l'Allemagne à la même époque, et vous aurez un début d'explication. L'Allemagne s'est constituée à partir d'une multitude de petites entités, ce qui a pu favoriser la capacité à coopérer, et peut expliquer aussi la densité des entreprises de petite et moyenne taille existant dans ce pays.

Je suis frappé aussi par une forme d'ouverture d'esprit que nous n'avons pas en France. Un jour, dans le hall d'une entreprise fabriquant des équipements pour l'industrie pharmaceutique, je vois une machine prête

à l'expédition, mais dans laquelle il manquait encore un élément. On m'explique que c'est l'entreprise voisine qui fabrique cet élément et qu'elle a un peu de retard. Je m'étonne : « *Vous n'avez jamais envisagé de racheter cette entreprise? – Pourquoi donc? Nous travaillons très bien ensemble.* »

Un autre trait culturel est l'approche systémique dont les Allemands sont familiers alors que nous avons un esprit beaucoup plus cartésien. Au début de son ouvrage *Les fondements de l'économie politique*, Walter Eucken évoque l'image de Descartes rédigeant le *Discours de la méthode* tout en se chauffant près de son poêle. Pour comprendre comment cet objet fonctionne, Descartes se livre à une approche analytique en distinguant les différentes parties qui composent le poêle. Pour sa part, Walter Eucken préfère répertorier les nombreuses activités économiques qui ont permis la présence de ce poêle dans sa chambre : l'extraction du minerai, la fabrication de la fonte, la construction des bateaux pour la transporter, la production de rivets pour assembler les bateaux, etc.

Cette approche systémique aboutit parfois à des notions qui nous paraissent relever d'erreurs logiques. C'est le cas avec le concept de *Mittelstand*. Nous avons du mal à comprendre comment Gerhard Sturm, fondateur de l'entreprise de ventilateurs ebm-papst, qui compte près de dix mille salariés, peut la présenter comme une entreprise du *Mittelstand*. Les Français distinguent de façon beaucoup plus marquée les start-up, les PME et les ETI. À partir de 251 salariés ou de 50,001 million d'euros de chiffre d'affaires, une PME devient une ETI et perd automatiquement un certain nombre d'avantages, ce qui entraîne de nombreuses conséquences. Il s'agit de deux représentations complètement différentes du tissu économique.

**D. K. :** La culture allemande accorde également une très grande place à la notion de bien commun, et c'est ce qui permet aux entreprises et aux centres de recherche de coopérer beaucoup plus facilement que chez nous. En tant que consultants, nous avons parfois du mal à faire accepter, en France, le fait de travailler à la fois avec les chefs d'entreprise, les organisations syndicales, des chercheurs et des universitaires. Heureusement, la valeur de cette hybridation convainc de plus en plus.

## Du Lean à l'Industrie 4.0

**Int. :** *L'Industrie 4.0 peut donner le vertige quand on pense à toutes les briques technologiques qu'elle suppose de mettre en œuvre : par où commencer? Beaucoup d'entreprises adoptent une démarche pragmatique et cherchent simplement à identifier telle ou telle partie du processus qui pourrait être améliorée. J'ai visité récemment une usine de Bosch France et on nous a montré comment un capteur avait été ajouté sur une machine pour aider les opérateurs à obtenir plus facilement une caractéristique mécanique donnée. Cette mesure apparemment très modeste représentait une véritable amélioration à la fois dans la rapidité de réglage de la machine et dans la qualité des produits.*

*C'est aussi cette approche très pragmatique qui a été retenue chez Renault. Nous nous efforçons par exemple, grâce au numérique, de supprimer les ruptures d'information et les ressaisies inutiles qui alourdissent le travail des opérateurs.*

**Int. :** *Dans le fond, y a-t-il vraiment une différence entre les principes du Lean et l'Industrie 4.0?*

**J.-D. W. :** Jusqu'à un certain point, la mise en relation intelligente des objets et des hommes rejoint la démarche *Lean*, mais elle va aussi bien au-delà. Cela dit, une fois qu'on a fait rêver le chef d'entreprise sur l'usine "idéale", avec une imprimante 3D métal ici, des *cobots* là, un peu de réalité augmentée plus loin, et qu'il vous demande « *D'accord, mais je commence par quoi?* », la première étape consiste souvent à réorganiser les flux et à raccourcir le délai client, c'est-à-dire à adopter des démarches assez classiques d'excellence opérationnelle. La référence à l'Industrie 4.0 a cependant l'avantage d'inciter l'ensemble de l'équipe à sortir du quotidien et à se projeter vers l'avenir.

**D. K. :** Adopter l'approche Industrie 4.0 peut aussi conduire à remettre en cause son *business model*, notamment en s'intéressant de beaucoup plus près aux besoins des clients et des utilisateurs, et en posant la question de l'adaptation de l'offre et de son positionnement tant stratégique que marketing. Dans ce cas, on est bien au-delà du *Lean*.

## ■ Présentation des orateurs ■

**Dorothee Kohler** : directeur général de KOHLER C&C, cabinet de conseil en stratégie et développement des organisations, elle est également coach de dirigeants et d'équipes de direction ; les régions industrielles allemandes et françaises ont constitué ses premiers terrains de recherche sur les questions de la transformation des territoires ; après son doctorat de géographie, elle poursuit sa carrière en tant que *General Manager Human Resources* chez ArcelorMittal au sein du segment Inox (dix-sept mille personnes) puis au sein du segment Asie, Afrique, CTO (*Chief Technology Officer*), *Growth Projects* (cent mille personnes) avant de créer en 2009 le cabinet KOHLER C&C.

**Jean-Daniel Weisz** : docteur en économie et diplômé de l'EM Lyon ; après une carrière dans l'industrie et le conseil, il a rejoint en 2010 le cabinet KOHLER C&C qui propose aux chefs d'entreprise d'appréhender différemment, à partir d'une nouvelle approche méthodologique, les projets de transformation de leur *business model* et les enjeux du numérique.

La diffusion du travail de Dorothee Kohler et Jean-Daniel Weisz sur l'industrie 4.0 a été soutenue par [La Fabrique de l'industrie](#).



---

Diffusion septembre 2016

---