

Transformation numérique de l'industrie : l'enjeu franco-allemand

Dorothee KOHLER

Jean-Daniel WEISZ

Décembre 2018

L'Ifri est, en France, le principal centre indépendant de recherche, d'information et de débat sur les grandes questions internationales. Créé en 1979 par Thierry de Montbrial, l'Ifri est une association reconnue d'utilité publique (loi de 1901). Il n'est soumis à aucune tutelle administrative, définit librement ses activités et publie régulièrement ses travaux.

L'Ifri associe, au travers de ses études et de ses débats, dans une démarche interdisciplinaire, décideurs politiques et experts à l'échelle internationale.

Les activités de recherche et de publication du Cerfa bénéficient du soutien du Centre d'analyse de prévision et de stratégie du Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères et du Frankreich-Referat de l'Auswärtiges Amt.



Ce texte est publié dans le cadre du *Dialogue d'avenir franco-allemand*, un projet mené en coopération par le Cerfa à l'Ifri, la Deutsche Gesellschaft für Auswärtige Politik et la Fondation Robert Bosch.



Les opinions exprimées dans ce texte n'engagent que la responsabilité des auteurs.

ISBN : 978-2-36567-953-4

© Tous droits réservés, Ifri, 2018

Comment citer cette publication :

Dorothee Kohler, Jean-Daniel Weisz, « Transformation numérique de l'industrie : l'enjeu franco-allemand », *Notes du Cerfa*, n° 145, Ifri, décembre 2018.

Ifri

27 rue de la Procession 75740 Paris Cedex 15 – FRANCE

Tél. : +33 (0)1 40 61 60 00 – Fax : +33 (0)1 40 61 60 60

E-mail : accueil@ifri.org

Site internet : ifri.org

Notes du Cerfa

Publiée depuis 2003 à un rythme mensuel, cette collection est consacrée à l'analyse de l'évolution politique, économique et sociale de l'Allemagne contemporaine : politique étrangère, politique intérieure, politique économique et questions de société. Les *Notes du Cerfa* sont des textes concis à caractère scientifique et de nature *policy oriented*. À l'instar des *Visions franco-allemandes*, les *Notes du Cerfa* sont accessibles sur le site de l'Ifri, où elles peuvent être consultées et téléchargées gratuitement.

Le Cerfa

Le [Comité d'études des relations franco-allemandes \(Cerfa\)](#) a été créé en 1954 par un accord gouvernemental entre la République fédérale d'Allemagne et la France. Il bénéficie d'un financement paritaire assuré par le Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères et l'Auswärtiges Amt. Le Cerfa a pour mission d'analyser l'état des relations franco-allemandes sur le plan politique, économique et international ; de mettre en lumière les questions et les problèmes concrets que posent ces relations à l'échelle gouvernementale ; de présenter des propositions et des suggestions pratiques pour approfondir et harmoniser les relations entre les deux pays. Cette mission se traduit par l'organisation régulière de rencontres et de séminaires réunissant hauts fonctionnaires, experts et journalistes, ainsi que par des travaux de recherche menés dans des domaines d'intérêt commun.

Hans Stark est secrétaire général du Cerfa et dirige avec Barbara Kunz, chercheur, les publications du Cerfa. Katja Borck est chargée de projets et du « [Dialogue d'avenir franco-allemand](#) ». Catherine Naiker est assistante au sein du Cerfa.

Auteurs

Dorothee Kohler, docteur en géographie et diplômée de Sciences Po Urba, dirige KOHLER C&C, cabinet de conseil en stratégie et développement des organisations. Chercheur au Centre Marc Bloch, spécialiste de la transformation des territoires industriels allemands et français, elle poursuit sa carrière en 2001 dans l'industrie. Elle est nommée General Manager Human Resources du segment Inox d'ArcelorMittal puis du segment Asie, Afrique, CTO, Growth Projects. En 2009, elle fonde le cabinet KOHLER C&C, expert dans les diagnostics de croissance des entreprises familiales, l'appui aux projets de transformation des *business models* confrontés aux enjeux du numérique et le coaching de dirigeants.

Jean-Daniel Weisz, diplômé de l'EM-Lyon et docteur en économie, est expert du *Mittelstand* et de la transformation numérique (Industrie 4.0) en France et en Allemagne. Il a commencé sa carrière professionnelle dans l'industrie au sein de Directions financières notamment chez Industeel (ArcelorMittal). Il a ensuite rejoint le cabinet de conseil BearingPoint où il a accompagné de nombreux clients dans l'amélioration du management de la performance. À partir de 2009, il devient associé du cabinet KOHLER C&C et réalise des missions stratégiques et opérationnelles. Il accompagne des entreprises familiales, PME et Entreprises de taille intermédiaire (ETI), dans des diagnostics de maturité numérique, dans la réflexion sur l'évolution de leur modèle d'affaires et dans le *design* de la feuille de route de leur transformation.

Résumé

L'enjeu de la transformation numérique de l'industrie a provoqué en France comme en Allemagne le retour de l'État et l'instauration d'une politique industrielle subsidiaire. Se sentant menacée dans son leadership industriel, l'Allemagne a mobilisé ses ressources à travers l'Industrie 4.0 en construisant une vision autour du concept de « système cyber-physique » avant de développer dans chaque Land une offre d'accompagnement. La France a de son côté forgé le concept d'Industrie du futur en suivant une logique de modernisation de l'outil de production, renforçant notamment l'automatisation et misant sur l'intégration de nouvelles briques technologiques. Les deux pays disposent désormais d'une infrastructure d'accompagnement sur leurs territoires respectifs. Les enjeux de l'Industrie 4.0 pour les systèmes de production, l'organisation du travail, les métiers, les compétences et l'emploi y sont anticipés à travers des instances de dialogue et de concertation.

Mais au-delà des périmètres de chaque usine, le développement du numérique industriel bouleverse en profondeur la répartition du pouvoir au sein des branches et filières entre donneurs d'ordre, sous-traitants et prestataires des Nouvelles technologies de l'information (NTIC). Cet enjeu culmine dans la question des plateformes de services industriels qui s'imposent progressivement comme une infrastructure essentielle de l'économie. Or les effets d'échelle de ces plateformes sont largement capturés par les fournisseurs d'infrastructure dominés aujourd'hui par certains GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft).

Face à ces défis, la coopération franco-allemande a tout intérêt à s'intensifier autour de trois axes essentiels : la régulation des acteurs de plateformes pour construire un marché concurrentiel, le développement des leviers de la compétitivité relationnelle entre nos deux pays et la conduite d'une réflexion et d'une action communes sur l'avenir du travail.

Abstract

The issue of the digital transformation of the industry provoked in France as in Germany the return of the state and the introduction of a subsidiary industrial policy. Feeling threatened in its industrial leadership, Germany mobilized its resources through industry 4.0 by building a vision around the concept of “cyber-physical system” before developing in each Land an accompanying offer. France has forged the concept of the industry of the future by following a logic of modernization of the production tool, reinforcing particularly the automation and building on the integration of new technological bricks. Both countries now have an accompanying infrastructure in their respective territories. The stakes of the 4.0 industry for production systems, work organization, trades, skills and employment are anticipated through dialogue and consultation processes.

But beyond the limits of each plant, the digitalization of industry will radically change the distribution of power within the branches and streams between suppliers, subcontractors and ICT providers. This issue culminates in the rise of industrial service platforms that will become an essential infrastructure for the economy. However, the scale effects of these platforms are largely captured by the infrastructure providers dominated by the GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft).

Facing these challenges, the Franco-German cooperation can intensify around three key axes: the regulation of platform players to build a competitive market, the development of the levers of relational competitiveness and common thinking and action on the future of work.

Sommaire

INTRODUCTION	7
INDUSTRIE 4.0 : UNE AFFAIRE D'ÉTAT ?	8
Le retour de l'État français dans la politique industrielle	8
En Allemagne, une impulsion majeure de l'État fédéral	10
L'INDUSTRIE 4.0 :	
UN CHANGEMENT DE PARADIGME INDUSTRIEL ?	13
Une quatrième révolution industrielle ?	13
L'industrie 4.0 : vers la fin de la production de masse	15
Quel avenir du travail dans le monde 4.0 ?	17
L'ENJEU GÉOPOLITIQUE DU NUMÉRIQUE INDUSTRIEL.....	20
Retour d'Hanovre 2018 : la Chine et les USA, têtes d'affiche	20
L'avènement des plateformes de services industriels	22
Un basculement inévitable vers le <i>cloud</i>	23
TROIS ENJEUX FRANCO-ALLEMANDS MAJEURS	25
Réguler les GAFAM, futurs maîtres des flux	25
Renforcer la compétitivité relationnelle franco-allemande	26
Anticiper ensemble la question de l'avenir du travail	30
CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	33

Introduction

L'Industrie du futur en France et l'Industrie 4.0 en Allemagne sont les deux programmes nationaux visant à favoriser la numérisation de l'industrie. Progressivement développés à partir des années 2011-2012, ils sont le reflet du poids de l'industrie dans nos deux pays, de la place et du rôle de l'État dans l'économie et de la structure du tissu d'entreprises. Mais ils laissent également transparaître des différences culturelles dans la manière d'appréhender les enjeux du numérique industriel pour organiser l'action collective.

Au moment où l'Allemagne s'interroge, face à la montée du populisme, sur la pérennité du lien entre l'économique et le social, pilier de son modèle d'après-guerre¹ et alors que la numérisation croissante de l'économie questionne toujours davantage l'organisation et l'avenir du travail, l'enjeu commun de transformation apparaît clairement comme une priorité pour l'agenda politico-économique.

Comment s'expliquent les différences dans la manière d'aborder le numérique industriel en France et en Allemagne ? Qu'avons-nous à apprendre les uns des autres sur ces sujets ? Quels sont les enjeux appelant des réponses concertées voire communes ? Dans quelle mesure l'enjeu numérique peut-il permettre de redynamiser une coopération franco-allemande à la peine depuis plusieurs années ?

1. C. Boutelet, « En Allemagne, le fossé se creuse entre politique et économie », *Le Monde*, 13 octobre 2018, disponible sur : www.lemonde.fr.

Industrie 4.0 : une affaire d'État ?

En Allemagne comme en France, l'irruption du numérique et de ses enjeux au sein du monde industriel a été l'occasion d'une réactivation de l'État comme acteur de la politique industrielle. Si les modalités de son action sont proches dans les deux pays, elles recouvrent en fait des manières différentes d'organiser l'action collective

Le retour de l'État français dans la politique industrielle

Après plusieurs décennies de discours en France sur le monde post-industriel culminant dans l'idéologie destructrice du *fabless* – un monde de services et de conception où la fabrication est réalisée dans des pays à bas coûts –, il est mis au crédit d'Arnaud Montebourg, alors ministre de l'Économie de François Hollande, d'avoir dès 2013 repositionné l'industrie et plus généralement le « made in France » au cœur des préoccupations. À côté de plans de filières ou ciblant un produit innovant, le 34^e et dernier plan de la Nouvelle France Industrielle concernait l'usine du futur. Il était piloté par deux champions français, l'ingénieur Fives et Dassault Systèmes, leader mondial des logiciels de conception assistée par ordinateur. L'ambition de ce plan était double : favoriser la modernisation de l'outil productif et « faire émerger une offre française de technologies et d'accompagnement du changement » en « coordonnant les briques technologiques existantes » et en développant « celles qui manquent encore à notre écosystème ». La thématique du rattrapage est d'autant plus prononcée que le déficit français en termes de robots est jugé pénalisant (cf. tableau 1).

Les moyens déployés sont alors de plusieurs ordres : des projets de recherche et développement (R&D) financés par l'État, la mise en place de vitrines montrant des lignes de production pilotes et la réalisation de plusieurs milliers de diagnostics Usine du futur dans les petites et moyennes entreprises (PME)².

2. Ministère de l'Économie, *Présentation des feuilles de route des 34 plans de la nouvelle France industrielle*, 2013, disponible sur : www.economie.gouv.fr.

Tableau 1 : Le déficit français en robots industriels multitâches

	Stock de robots installés pour 10 000 employés en 2016	Flux de nouveaux robots installés en 2017
France	132	4897
Allemagne	309	21404

Source : International Federation of Robotics, rapports annuels 2017 et 2018.

En 2015, les 34 plans seront regroupés en neuf solutions avec un pilier transverse appelé l'Industrie du futur. En juillet de la même année sera créée une Alliance pour l'industrie du futur (AIF) regroupant des organisations professionnelles de l'industrie et du numérique ainsi que des partenaires académiques, technologiques et de financement des entreprises.

Cette alliance pilote six groupes de travail³. Elle se charge de recenser les projets et de labelliser les vitrines (41 au total fin 2017) sur le territoire. Les diagnostics sont en revanche confiés aux régions qui ont lancé des appels d'offres auprès de prestataires privés.

Enfin, en septembre 2018, le gouvernement décide sur recommandation d'un rapport de l'Institut Montaigne⁴, la création de centres d'accélération de l'Industrie du futur, sorte de guichet unique regroupant régionalement l'ensemble des acteurs sous l'égide d'un grand groupe.

Avec le recul, on ne peut être que frappés par le rôle très subsidiaire de l'État français, laissant aux régions le soin de construire l'offre d'accompagnement. Cette décentralisation de la politique industrielle est interprétée comme un signe positif par les dirigeants de PME et d'Entreprise de taille intermédiaire (ETI), car les régions ont une connaissance fine de leur tissu industriel. En revanche, si l'État français a su imposer une démarche, il manque encore à l'Industrie du futur une vision porteuse d'une ambition à 10 ans et d'une finalité qui dépasse les termes génériques de 'rattrapage' et de 'modernisation' de l'outil industriel.

Ce risque de focalisation sur les modalités a été souligné par Bernard Charlès, PDG de Dassault Systèmes, qui considère que l'approche française se limite à « numériser l'industrie du XX^e siècle » alors qu'il convient à

3. Ces groupes de travail sont : GT 1 – Développement de l'offre technologique du futur, GT 2 – Déploiement régional auprès des entreprises, GT 3 – Homme et Industrie du futur, GT 4 – Normalisation à l'international, GT 5 – Promotion de l'offre technologique existante, GT 6 – Vitrines Industrie du Futur.

4. Institut Montaigne, *Industrie du futur, prêts, partez!*, septembre 2018, disponible sur : www.institutmontaigne.org.

présent « d'inventer l'industrie du XXI^e siècle⁵ ». Pour lui, la France n'a pas encore vraiment pris la mesure de la révolution numérique qui dépasse la seule modernisation et va bien au-delà de la sphère de la production⁶.

En Allemagne, une impulsion majeure de l'État fédéral

Face aux enjeux de la numérisation de l'industrie, la France et l'Allemagne ont posé différemment le problème à résoudre. Alors que la France soulève dès 2013 la question de la modernisation et du développement d'une offre nationale, l'Allemagne va mobiliser des leviers beaucoup plus émotionnels et jouer sur le registre du risque et de la peur. La peur de perdre son leadership industriel vis-à-vis de ses concurrents chinois et américains si son industrie ne réussit pas sa montée en gamme numérique en mariant l'industrie mécanique et l'industrie des technologies de l'information et de la communication.

Les industriels allemands questionnent l'impact de la percée des GAFAM dans le monde industriel sur la répartition du pouvoir économique tout le long des filières de production. À l'instar des disruptions opérées dans l'hôtellerie ou l'édition, l'intermédiaire entre l'industriel et son client dispose d'un pouvoir déterminant sur l'ensemble des acteurs de la filière. Il est le 'récipiendaire' des données d'usage du client final ce qui lui permet à la fois de développer des services adaptés, de capter une part croissante de la valeur et des marges, mais également d'approcher au plus près les secrets industriels

À titre d'exemple, Google devient dès 2010 l'épouvantail des conférences Industrie 4.0 en Allemagne en cherchant à imposer son logiciel Android dans les systèmes de navigation des voitures. Il n'est pas rare de voir des industriels très en amont de la filière mécanique s'interroger sur les conséquences d'une captation des données par les géants de l'internet. Quant aux constructeurs automobiles allemands, ils s'allieront pour racheter une application de cartographie concurrente.

Dans ce contexte, l'État fédéral allemand a eu, par l'intermédiaire du ministère fédéral de la Formation et de la Recherche, un rôle majeur d'impulsion avec le lancement en 2006 de la stratégie high-tech qui va donner naissance au « projet d'avenir Industrie 4.0 ». De 2006 à 2011,

5. B. Charlès, « La France doit d'urgence changer d'approche en matière de numérique », Propos recueillis par E. Grasland et D. Barroux, *Les Échos*, 27, mars 2018, disponible sur : www.lesechos.fr.

6. D. Kohler et J.-D. Weisz, *Industrie 4.0. La transformation numérique du modèle industriel allemand*, Paris, La Documentation française, 2016.

les Allemands ont pris le temps de la réflexion pour construire dans un dialogue constant entre les mondes de la recherche et de l'industrie, entre grandes entreprises et *Mittelstand*, les modalités d'une action collective en faveur de la numérisation de l'industrie⁷.

Si ce thème revêt en Allemagne une importance majeure, c'est parce que l'industrie pèse près de 22 % du PIB, contre un peu moins de 12 % en France. Mais c'est aussi parce qu'à côté des deux grands piliers industriels allemands très concentrés que sont l'automobile et la chimie, le troisième pilier est constitué par les industries de la construction mécanique et de l'électrotechnique. Ces entreprises fabriquent et installent les machines qui équipent les usines allemandes. Or, à la différence des deux premières branches, ce dernier secteur est le royaume de plus petites entreprises du *Mittelstand*⁸. Ce *Mittelstand* est le champion de l'innovation incrémentale, de la « perfection du banal » en lien étroit avec ses clients⁹. Ce *Mittelstand* est-il néanmoins armé face à une innovation radicale portée par le numérique ?

Ce n'est donc pas un hasard si la première plateforme industrie 4.0 inaugurée en 2013 était gouvernée par les trois fédérations professionnelles de la mécanique (VDMA) de l'électrotechnique (ZVEI) et des technologies de l'information et de la communication (Bitkom).

Quelques années plus tard, en 2015, Reinhard Clemens, CEO de T-Systems (filiale de Deutsche Telekom) déclarera avec fracas que l'Allemagne a perdu la première mi-temps du match du numérique industriel. La plateforme Industrie 4.0 a produit de nombreux rapports et recommandations, alors que les Américains multipliaient dans le même temps les cas d'application de manière pragmatique. Il est temps de se réveiller !

Constatant le relatif échec d'une plateforme Industrie 4.0 confiée à trois fédérations professionnelles collaborant avec difficulté, le ministre fédéral de l'Économie Sigmar Gabriel (SPD) reprendra la main en créant une plateforme plus ouverte et en lui assignant en avril 2015 trois priorités : la diffusion de l'Industrie 4.0 dans le *Mittelstand*, le développement de la

7. Forschungsunion, Acatech, *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0*, Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, avril 2013.

8. Le *Mittelstand* regroupe en Allemagne les entreprises familiales indépendantes de taille moyenne. L'Institut pour le *Mittelstand* de Bonn (IfM) qui retenait naguère des bornes de chiffre d'affaires (inférieur à 50 M€) et d'effectifs (inférieur à 500 collaborateurs) ne donne plus de limites chiffrées au périmètre du *Mittelstand*. Les ETI, mais aussi des grandes entreprises peuvent donc entrer dans ce périmètre qui ne se confond pas avec celui des PME.

9. D. Kohler et J.-D. Weisz, *Pour un nouveau regard sur le Mittelstand*, Rapport au Fonds stratégique d'investissement (FSI), Paris, La Documentation française, 2012.

réflexion sur l'avenir du travail et une feuille de route plus offensive sur la cybersécurité.

Alors que des initiatives se déploient dans les *Länder*, par exemple Allianz Industrie 4.0 en Bade-Wurtemberg, le gouvernement allemand labellise à partir de 2016 des centres de compétences Industrie 4.0 sur l'ensemble du territoire porté par des acteurs régionaux, des centres techniques ou des instituts Fraunhofer. Ils sont aujourd'hui au nombre de 23 auxquels sont associées quatre agences thématiques (*cloud*, commerce, processus, communication) et ont pour mission d'accompagner le *Mittelstand* et l'artisanat dans leur transformation numérique.

La France comme l'Allemagne disposent aujourd'hui sur la carte d'une infrastructure destinée à accompagner le tissu industriel dans sa transformation. Néanmoins les fédérations industrielles et les régions sont-elles suffisamment armées pour intervenir dans un monde où les fondamentaux du capitalisme industriel et des modèles d'affaires sont remis en cause ? Chaque institution, chaque corps intermédiaire est à la peine pour définir une offre en phase avec les besoins des industriels. Peu étonnant donc, de découvrir lors de la Foire de Hanovre en 2018, des industriels qui endossent le costume de prestataires de conseil. Nouvelle manière de consommer, de produire et de travailler, l'Industrie 4.0 implique de l'État et de ses régions d'inventer de nouveaux modes d'intervention et de régulation.

L'Industrie 4.0 : un changement de paradigme industriel ?

Derrière les vocables d'usine intelligente ou connectée, au-delà des briques technologiques couramment citées (réalité augmentée, robotique avancée, maintenance prédictive...), l'Industrie 4.0 se présente comme une rupture par rapport au paradigme fordiste né au début du XX^e siècle.

Une quatrième révolution industrielle ?

L'Allemagne est le pays d'Europe qui a forgé la vision la plus radicale de la révolution numérique dans l'Industrie en la désignant par l'Industrie 4.0. Ce terme qui s'apparente à un slogan signifie que nous vivons une quatrième révolution industrielle venant du monde du logiciel (le point zéro : '.0').

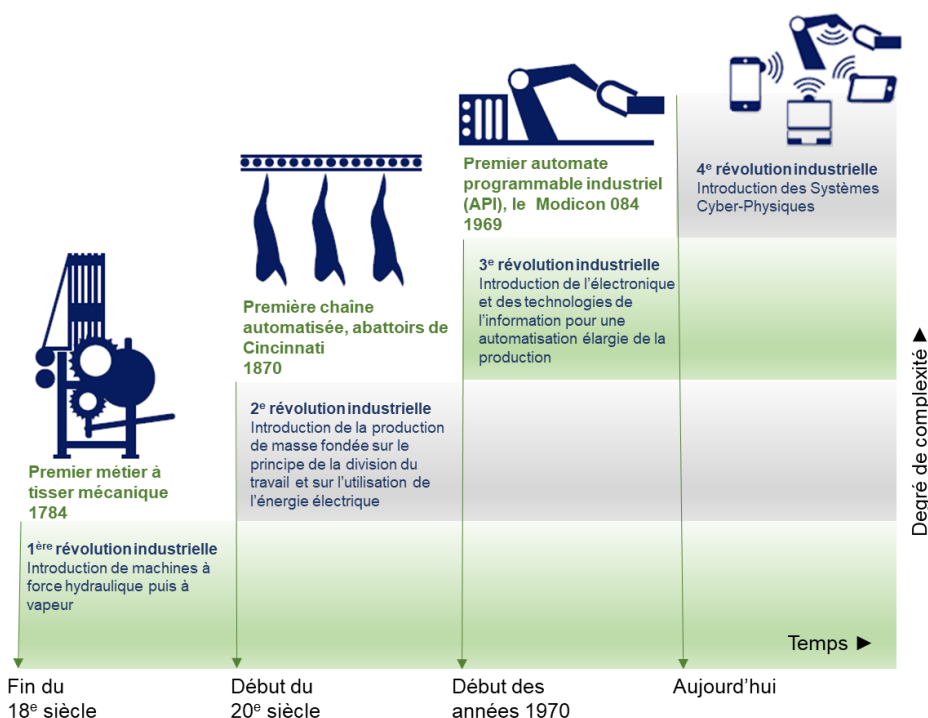
La première révolution industrielle avait vu la force hydraulique puis la vapeur supplanter la force humaine dans les travaux industriels (cf. Tableau 2). La deuxième révolution industrielle de Henry Ford et de Frederick Taylor a été portée par l'apparition de l'électricité, du travail à la chaîne et de l'organisation scientifique du travail. La troisième révolution industrielle se caractérisait par une automatisation toujours plus poussée qui permit le développement de la production de masse. Les systèmes d'information et de gestion de la production ont fait leur apparition pour accroître le contrôle sur la productivité et sur les flux entre la commande et la livraison.

Dans la vision allemande, la révolution qui suit est celle de l'Industrie 4.0 : « l'Industrie 4.0 c'est beaucoup moins d'automatisation et beaucoup plus d'intelligence !¹⁰ » Au-delà de l'automatisation, de la multiplication des robots et des machines, l'Industrie 4.0 est une révolution dans la manière de faire dialoguer des équipements de l'usine les uns avec les autres et avec les humains. La technologie à l'œuvre dans cette révolution des interactions est l'internet des objets. Les systèmes de production et d'information fusionnent pour former un « système cyber-physique de production » qui permet la coordination de l'ensemble. À la manière d'un avion en pilotage automatique

10. Interview d'I. Ruhmann, ministère fédéral de la Formation et de la Recherche *in* D. Kohler et J.-D. Weisz, *Industrie 4.0, op. cit.*, p. 26.

qui ajuste constamment ses paramètres de vol, l'usine 4.0 devient capable de s'autoréguler en temps réel.

Tableau 2 : Les quatre stades des révolutions industrielles



Source : D. Kohler et J.-D. Weisz, *Industrie 4.0. La transformation numérique du modèle industriel allemand*, Paris, La Documentation française, 2016, p. 25. D'après DFKI, 2011 issu de Acatech, *Forschungsunion (2013), Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0*, avril 2013, p. 17.

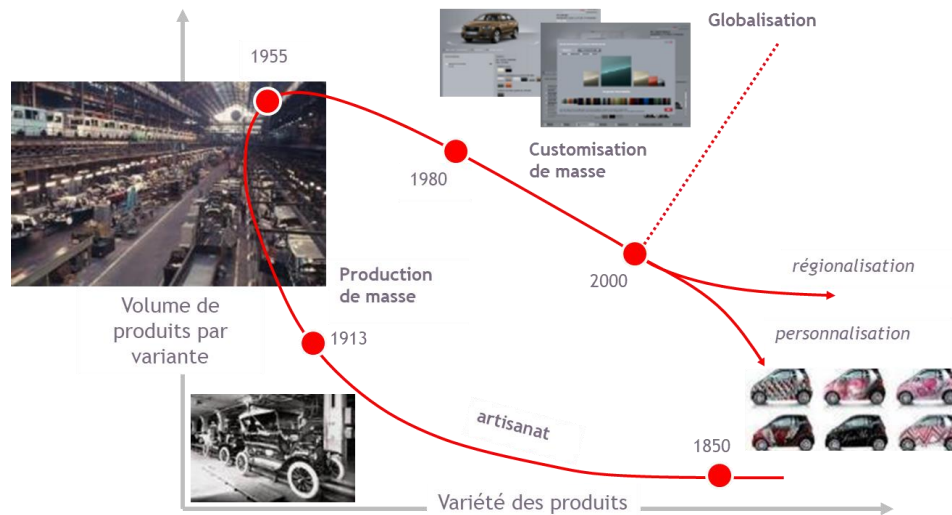
Les Allemands ont ainsi poussé très loin une vision cybernétique du monde économique qui ne s'arrête pas aux murs de l'usine mais englobe tout l'environnement des flux d'énergie, de matières, de composants, de produits, etc.

Cette transformation du mode de production s'accompagne d'un déplacement dans la finalité même du paradigme industriel. Le moteur de la seconde révolution industrielle reposait sur les gains de productivité que procurait une organisation toujours plus rationnelle de la production. De l'organisation scientifique du travail de Frederick Taylor aux méthodes de *lean manufacturing*, la finalité restait la même : la production de masse, l'augmentation de la productivité et de la qualité, la chasse aux gaspillages et la réduction des coûts.

Le slogan de l'Industrie 4.0 est la « série de taille 1 » (*Losgröße 1*) avec un enjeu de fabrication de séries unitaires aux mêmes coûts que ceux des produits fabriqués en masse. Elle s'inscrit dans un mouvement initié dans

les années 1960 de retour à la personnalisation et à la différenciation des biens de consommation (cf. schéma 1).

Schéma 1 : La production de « série de taille 1 », convergence entre artisanat et industrie ?



Source : D. Kohler et J.-D. Weisz, « Industrie 4.0, une révolution industrielle et sociétale », *Futuribles*, n° 424, mai-juin 2018. D'après Y. Koren, *The Global Manufacturing Revolution, Product-Process-Business Integration and Reconfigurable Systems*, Ann Arbor (MI), University of Michigan, 2010.

L'industrie 4.0 : vers la fin de la production de masse

Si les narrations diffèrent en France et en Allemagne sur la vision du monde industriel futur, nous observons en revanche une convergence dans la mise en pratique de l'Industrie du futur et de l'Industrie 4.0 dans les territoires.

Rien ne symbolise mieux cette quatrième révolution industrielle que la reconfiguration des usines automobiles. Loin des chaînes linéaires de production, dans l'usine automobile de demain, la caisse est transportée par un chariot autonome (AGV – *Automated Guided Vehicle*) au sein d'un espace comptant près de 200 îlots de production. La voiture est assemblée selon un processus qui s'auto-régule en temps réel en fonction des disponibilités dans chaque îlot. Le système de production obéit à la continuité numérique tout le long de la chaîne de valeur de la commande client à la livraison.

Dans cette course à la personnalisation de chaque variété de produit, la France n'est pas en reste et dispose également de champions. L'ingénieur Fives a développé pour le Groupe Schmidt une usine entièrement

automatisée. Elle fabrique des éléments de cuisine sur-mesure pour s'adapter au millimètre près aux dimensions de la pièce de son utilisateur final. La production est lancée pour remplir dans l'ordre de leur tournée les camions de livraison.

Les industriels en lien avec le client final profitent pleinement des atouts compétitifs qu'offre l'expérience client. La *Speedfactory* d'Adidas propose ainsi un schéma de conception-fabrication en rupture. Naguère fabriquées manuellement et importées par voie maritime depuis l'Asie, les chaussures de sport peuvent désormais être fabriquées en Europe aux portes des grandes agglomérations à l'aide de mini-usines avec des opérations critiques automatisées. La *Speedfactory*, usine miniaturisée devenue outil de conception-marketing-fabrication produit une marque de chaussure AM4PAR (Adidas Made For Paris) à Paris et une marque de chaussure AM4LDN à Londres. Demain, la semelle imprimée en 3D sera personnalisée et adaptée à la morphologie de chaque jogger, en attendant la semelle connectée permettant au jogger d'optimiser sa foulée.

Cette transformation des usines pour produire des biens personnalisés s'étend également au monde des biens d'équipement. L'entreprise Trumpf est un leader mondial de la fabrication de machines de découpe laser pour la tôle. Dans son usine de Ditzingen, Trumpf produit des poinçons spécifiques à chaque client industriel pour les outils de mise en forme des tôles. Les délais de fabrication et de livraison représentent un enjeu majeur car un poinçon endommagé peut immobiliser une chaîne de production. Face à l'extrême variété de formes exigées, le processus de fabrication a évolué pour gérer plus de 31 millions de configurations en mode automatisé et livrer les pièces en 24 heures¹¹.

Le *storytelling* de l'Industrie 4.0 se construit ainsi en rupture avec la vision fordiste de l'industrie autour d'unités de production agiles et modulaires capables de se reconfigurer en temps réel pour produire en série des biens uniques. Dans cette vision, il est moins question de réduction des coûts que de croissance du chiffre d'affaires grâce à l'avantage compétitif que procure le nouvel outil industriel.

La focalisation sur le système cyber-physique de production a structuré en Allemagne une narration autour de l'Industrie 4.0 adoptée par l'ensemble des acteurs : industrie, état, recherche, partenaires sociaux. En tant que méta-brique technologique, le système cyber-physique évite de se focaliser sur l'une ou l'autre des solutions existantes et met l'accent sur la vision systémique de l'Industrie 4.0 : la valeur se crée dans la mise en relation des

11. G. Deboutte, « Trumpf à la pointe de l'Industrie 4.0 », *L'Usine Nouvelle*, Business Case, Cahier n° 2, octobre 2018, disponible sur : www.usinenouvelle.com.

éléments du système plutôt que dans les éléments du système eux-mêmes. C'est la raison pour laquelle l'Allemagne aborde l'Industrie 4.0 sous l'angle d'une révolution du système de production et de son insertion dans l'environnement alors qu'en France le discours tend à se concentrer sur la notion de briques technologiques et la mise en valeur des offreurs de solution.

Quel avenir du travail dans le monde 4.0 ?

Il a été reproché à l'Industrie 4.0 d'oublier l'humain dans une vision trop centrée sur la technologie. Quelle est en effet la place de l'homme dans ce monde cybernétique qui semble régulé de manière autonome ? Quel est l'avenir du travail et des emplois industriels ?

Cette question de l'avenir du travail est éminemment complexe et incertaine. Il s'agit non seulement d'anticiper l'évolution des compétences et des métiers en tenant compte d'un grand nombre de paramètres : évolution des modèles d'affaires et des facteurs de localisation de l'industrie, vitesse de diffusion des technologies, évolution des modes de production, mutation de l'organisation du travail et du temps de travail, transformation des modes d'apprentissage, évolutions démographiques...

Dans ce contexte, deux attitudes sont possibles. La première consiste à tenter malgré tout d'évaluer les conséquences d'un avenir incertain. Une étude publiée en 2013 par Frey et Osborne¹² a mesuré l'impact de la digitalisation sur le marché de l'emploi aux États-Unis. Elle a d'abord conclu que 47 % des emplois américains étaient susceptibles de connaître un fort impact du fait de la numérisation. Elle a également montré que les activités les plus touchées se trouvaient moins dans la sphère de la production que dans celles des services administratifs, des fonctions de vente. D'autres travaux ont repris des méthodologies propres pour calculer un effet net de la numérisation sur l'emploi¹³ avec des résultats très variables

La seconde attitude face à la numérisation cherche moins à prévoir l'avenir qu'à l'anticiper pour s'y préparer. En Allemagne, le thème de l'avenir du travail a ainsi été abordé très tôt de manière pragmatique. L'IG Metall s'est distingué en proposant une approche duale (cf. tableau 3) recensant les opportunités et les menaces liées à l'Industrie 4.0.

12. D. Kohler et J.-D. Weisz, *Industrie 4.0, op. cit.* p. 66 ; C. B. Frey et M. A. Osborne, « The Future of Employment: How susceptible are Jobs to Computerisation? », Université d'Oxford, 17 septembre 2013, disponible sur : www.oxfordmartin.ox.ac.uk.

13. IAB, « Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft, IAB Forschungsbericht », août 2015.

Tableau 3 : L'impact de la numérisation sur le travail d'après l'IG Metall

Vision négative
<ul style="list-style-type: none"> • Le travail devient passif et soumis à la technique • Une absence de compétences transverses (système centré sur le spécialiste) • Un potentiel de stress élevé • Une flexibilisation renforcée du travail • Discrimination entre les « formés » et les « peu formés » • Des possibilités moindres de progression pour ceux avec des qualifications faibles • Une réduction des effectifs • Une augmentation de l'intérim/stratégies de dumping social • Un contournement de la co-détermination • Une atténuation de frontière entre vies professionnelle et privée
Vision positive
<ul style="list-style-type: none"> • Un travail doté de nouvelles marges de manœuvre avec la fin du pilotage central, hiérarchique • Un contenu de travail plus riche, plus intéressant, faisant appel à plus de la responsabilité et à la capacité de résolution de problèmes • Un travail mieux adapté aux seniors • Une participation plus étendue dans l'entreprise • Une communication et un management plus ouverts • Un développement plus robuste des compétences et des carrières • Un maintien de l'emploi sur le long terme grâce au développement des nouvelles technologies

Source : C. Kurz, « Industrie 4.0 – Veränderungen der Arbeitswelt: Mensch, Maschine und die neue Rolle der Beschäftigten », présentation au séminaire de la Chambre des Métiers du Land de Sarre, 2014. Traduction KOHLÉR C&C.

L'IG Metall a ainsi adopté une stratégie ouverte d'accompagnement des cas d'application comme la mise en place de robots ou d'outils digitaux pour organiser les équipes de production. Le syndicat considère en effet qu'il dispose de plus de pouvoir en accompagnant les expérimentations et en les infléchissant si nécessaire qu'en s'y opposant frontalement¹⁴. D'autres acteurs, comme le DGB ou des instituts de sciences sociales ont également travaillé sur des cas concrets de mise en œuvre de solutions Industrie 4.0.

Des chantiers portaient également sur l'évolution des compétences et de l'offre nécessaire en termes de formations initiale et continue. Les travaux menés sous l'égide du ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie ont abouti, en août 2018, à la modernisation de tout un ensemble de formations (mécanicien industriel, électronicien pour équipements et systèmes, mécanicien d'installations...) en intégrant de nouveaux contenus comme la cybersécurité, le *cloud*, la gestion de process¹⁵...

14. D. Kohler et J-D. Weisz, *Industrie 4.0*, op. cit., p. 65-84.

15. BMWi, « Ausbildung und Industrie 4.0: Zupacken statt zu warten in der Metall- und Elektroindustrie », disponible sur : www.bmwi.de.

Face au défi d'une 4^e révolution industrielle, France et Allemagne ont donc réagi de manière différente. La mobilisation des acteurs semble plus prononcée en Allemagne face à une narration partagée proposant la vision d'un renversement du paradigme fordiste. Elle confine à un récit de science-fiction alors que la France reste plus raisonnablement technicienne et nous propose, avec l'Industrie du futur, un voyage extraordinaire, dans la lignée de Jules Verne.

L'enjeu géopolitique du numérique industriel

Qu'il s'agisse de machines ou de produits destinés au public, les exemples cités montrent que l'introduction de nouveaux matériaux, d'électronique et de code dans les produits et les machines a pour corollaire l'évolution du modèle d'affaires de l'entreprise. Les fabricants suivent au plus près l'usage que les clients font des produits vendus. Ce qui permet en retour d'améliorer constamment le produit et de développer de nouveaux services en lien avec l'évolution des usages.

L'Industrie 4.0 ne se limite pas à l'automatisation d'une usine ou à la mise en place de quelques briques technologiques. Un des changements majeurs réside dans le positionnement du client au cœur de la chaîne de valeur. Il a été mis au centre de la redéfinition de la stratégie de l'entreprise pour construire des solutions personnalisées en temps réel. Et c'est justement dans ce domaine que s'engouffrent de puissants acteurs.

Retour de Hanovre 2018 : la Chine et les USA, têtes d'affiche

En avril 2018 à Hanovre, nous observons moins de machines, plus de tablettes et la démonstration récurrente de la capacité à faire fonctionner les équipements mis en réseau. Sur le stand Kuka, le grand robot qui faisait naguère office de manège a disparu. Beaucoup de cobots y sont exposés, des robots de bien plus petite taille et notamment le dernier-né, Iisy, qui pèse 7 kilogrammes et devrait coûter trois à quatre fois moins cher que son prédécesseur Iiwa. Les tablettes sont omniprésentes et malheur à ceux qui n'ont pas prévu de connexion haut débit pour alimenter leur stand !

Le pavillon français, emporté par Bpifrance, Business France sous les couleurs de *Creative France* et de la French Fab est également très visible. Les grands étendards français comme Schneider Electric ou Dassault Systèmes sont des habitués de la foire de Hanovre. La présence de start-up, de PME et d'ETI françaises est une vraie nouveauté avec un esprit de team building qui est une étape incontournable du « chasser en meute ».

Dans le paysage, l'extension du pavillon chinois surprend. Certes, les produits présentés ne semblent pas révolutionnaires et les visiteurs ne s'y

bousculent pas : moteurs électriques, ensembles mécaniques, pièces de fonderie. Toutefois, cette présentation de la « diversité de la Chine » et la démonstration de ses savoir-faire ne sont pas anodines. Chez l'observateur allemand avisé avec lequel nous partageons notre étonnement, la réponse fuse : « Mais quelle est l'alternative ? Un pays exportateur comme l'Allemagne peut-il se fermer, interdire ? » Le passage de Kuka sous pavillon chinois est pour l'instant sans conséquences apparentes et il est prévu que le siège social demeure en Bavière jusqu'en 2022. Mais l'épicentre du marché de la robotique s'est déplacé vers la Chine.

Le stand Amazon Web Services à la foire de Hanovre 2018

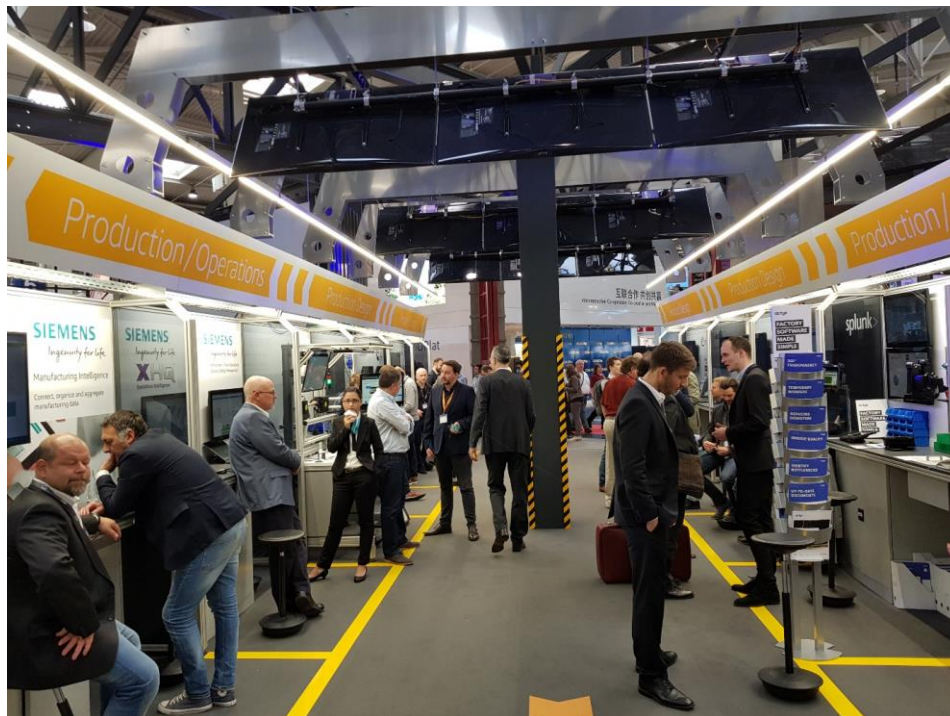


Photo Kohler C&C.

Pourtant, cette présence chinoise accrue devient presque anecdotique face à l'autre évolution d'ampleur : les mètres carrés occupés par les géants américains des TIC. Le stand de Microsoft pourra bientôt rivaliser en taille avec celui de Siemens. Amazon Web Services a reconstruit un bâtiment industriel en brique en plein milieu de la halle 8 au sein duquel il présente ses partenariats avec des éditeurs de solutions depuis la conception jusqu'à la fabrication. Déjà fortement présentes en 2017 avec notamment Predix de General Electric et Mindsphere de Siemens, les plateformes de services industriels sont désormais au cœur de la foire.

L'avènement des plateformes de services industriels

La transformation numérique permet l'émergence des plateformes, nouvelles infrastructures de l'économie¹⁶. Une plateforme numérique est une interface qui met en relation de multiples acteurs et facilite leurs interactions. Moins connues que les plateformes d'e-commerce, les plateformes industrielles sont devenues un enjeu crucial pour les acteurs économiques.

Dans l'Industrie 4.0, les équipements industriels ont vocation à être gérés en temps réel par des applications et des algorithmes. À un premier niveau, se trouvent des bibliothèques d'applications, comparables à celles disponibles sur nos téléphones portables. Les industriels peuvent sélectionner les plus utiles, par exemple une application de gestion de maintenance assistée par ordinateur. Ils peuvent également développer ces applications pour leurs propres besoins et les proposer ensuite à la vente sur ces plateformes. Ces applications sont adaptées à la spécificité de chaque activité industrielle.

À un second niveau se trouve l'infrastructure qui permet à ces applications de fonctionner. Or, à la différence de nos smartphones, ces applications ne sont pas téléchargées pour fonctionner avec un micro-processeur local. Elles sont dans le *cloud*, c'est-à-dire dans un espace de stockage et avec une puissance de calcul externalisée. Le savoir-faire de géants comme Amazon Web services ou Microsoft Azure est d'offrir une puissance de calcul capable de suivre l'évolution rapide de la demande. C'est ce que l'on appelle la 'scalabilité', le redimensionnement en temps réel du système en fonction du volume de la demande. Si la deuxième et la troisième révolution industrielle ont tiré profit des effets d'échelle de la production à la chaîne et de l'automatisation, les effets d'échelle de la quatrième révolution industrielle découlent de la scalabilité de cette infrastructure. Et ces effets d'échelle sont largement capturés par les propriétaires de l'infrastructure de la plateforme.

Dans ce domaine, les Américains savourent leur victoire. Sur le stand de Siemens-Mindsphere à la Foire de Hanovre en avril 2018, SAP a disparu des partenaires centraux, cédant la place à Amazon Web Services. Amazon, connu pour ses colis et ses entrepôts, réalise plus de 20 milliards d'euros de chiffre d'affaires dans une tout autre activité : l'infrastructure informatique. Amazon vend du stockage de données et de la puissance de calcul. La bataille de l'infrastructure des plateformes a été remportée par les Américains.

16. N. Colin et H. Verdier, *L'âge de la multitude : Entreprendre et gouverner après la révolution numérique*, Paris, Armand Colin, 2012.

Les acteurs allemands (SAP, Telekom) voire européens n'ont pas encore la capacité pour offrir des services de même qualité en termes de scalabilité. Peut-être verrons-nous un jour émerger un concurrent chinois à Amazon et Microsoft. Les interlocuteurs allemands ne semblent plus croire dans la capacité de l'Europe à engendrer un géant du *cloud*.

Un basculement inévitable vers le *cloud*

Dès lors, rien de surprenant à voir la fédération allemande de la machine-outil marteler à ses adhérents qu'ils doivent vite se préoccuper de la question des plateformes.

La révolution du *cloud* et des plateformes est très largement sous-estimée dans les tissus industriels allemand et français. Elle reste encore perçue comme une mode et engendre des craintes sur la propriété des données et l'indépendance de l'entreprise par rapport à ses systèmes d'information.

Trois arguments militent pourtant pour une prise en compte massive et urgente de ces sujets.

Il y a d'abord fort à parier que nous sommes proches d'un basculement massif car les avantages liés au *cloud* sont nombreux : rapidité de fonctionnement d'applications lourdes comme les logiciels de CAO, baisse des coûts d'utilisation, passage des dépenses de Capex en Opex¹⁷... Les premiers industriels convertis en tireront un avantage compétitif en termes de rapidité et de coûts.

Ensuite, tous les industriels restent menacés par des acteurs disruptifs comme des start-up qui peuvent venir par exemple préempter la relation entre le fabricant de machines et ses clients. Quand les fabricants réalisent au mieux 5 ou 6 % de marges sur la vente de leurs équipements, que se passera-t-il si le marché des pièces de rechange et des services, où les marges avoisinent les 20 % sont disruptés par des acteurs plus agiles ? Nous pouvons interpréter la volonté d'industriels comme Trumpf ou DMG-Mori qui ont lancé leurs propres plateformes comme une tentative d'occuper rapidement le terrain.

Enfin, se pose la question de la nouvelle répartition du pouvoir économique tout le long de la chaîne de création de valeur. Les géants du numérique maîtrisent déjà assez largement les données du client final et le suivi de ses usages. Ils sont en voie de s'imposer tout le long des filières et des chaînes de création de valeur comme les pourvoyeurs de la puissance de

17. Le terme Capex désigne des dépenses d'investissement et celui d'Opex des dépenses opérationnelles. Un équipement loué passe en Opex (loyers réguliers) plutôt qu'en Capex.

calcul dont l'industrie aura besoin demain pour produire. Enfin, ils déploient également leur puissance tout le long des chaînes logistiques. Demain, les flux physiques et les flux de données pourraient passer majoritairement par les GAFAM.

Trois enjeux franco-allemands majeurs

Il y a aujourd'hui urgence à approfondir la coopération franco-allemande dans le domaine du numérique industriel. Les plus grandes peurs, pour l'instant, se sont exprimées côté allemand, compte tenu de l'impact potentiel sur leur industrie des biens d'équipement. Mais la France n'a pas moins à craindre de l'avènement d'un nouvel équilibre des pouvoirs au sein du monde industriel.

Réguler les GAFAM, futurs maîtres des flux

Les industriels et les acteurs de leur écosystème gardent la maîtrise de savoir-faire distinctifs et les GAFAM n'ont pas l'ambition de produire à leur place. Mais qu'en est-il d'un possible renversement de la relation entre le client et son prestataire, c'est-à-dire entre les industriels et leurs fournisseurs d'infrastructure IT.

Imaginons des productions connectées qui fonctionnent et s'optimisent en temps réel grâce à des applications dans le *cloud*. Les machines fonctionnent en « pay per use », l'industriel ne les a pas achetées et ne paie que leurs heures de fonctionnement. Son client n'a-t-il pas demain intérêt à s'adresser directement à la plateforme pour identifier parmi les producteurs répertoriés les capacités de production disponibles les plus avantageuses ? L'industriel deviendrait alors prestataire de la plateforme. Et où se situe demain sa valeur ajoutée, quand son savoir-faire est largement digitalisé et ses machines louées ?

Ces plateformes, aujourd'hui prestataires, se contenteront-elles de leur côté de fournir l'infrastructure ? Les GAFAM ne seront-ils pas tentés lorsque ces plateformes seront parvenues à maturité de capter la relation existante entre leur client industriel et ses propres clients, de tirer profit de leur position quasiment monopolistique, à l'image aujourd'hui d'un Apple, d'un Google, d'un Amazon ?

La puissance de ces GAFAM est déjà démesurée, leur capitalisation boursière est huit à dix fois supérieure à celle des plus gros industriels européens. Et leur pouvoir sur l'économie ne cesse de s'amplifier. Ils ont la main sur la répartition des gains provenant des effets de réseaux et des

économies d'échelle, et potentiellement aussi demain sur la répartition de la production au sein de filières et des tissus économiques.

Nous pouvons imaginer une économie industrielle où, une fois le besoin de l'utilisateur final exprimé, les fonctions de conception, de fabrication et de logistique seront très largement laissées à la puissance des algorithmes distribuant les opérations au sein du système productif. Une question demeure qui mérite d'être anticipée : dans ce monde constamment replanifié en temps réel, que devient la notion d'ordre concurrentiel ? Peut-être est-il temps en France de moins se concentrer sur la transformation des monopoles du XX^e siècle pour regarder ceux qui naissent sous nos yeux, et en Allemagne de se poser la question d'un « ordolibéralisme 4.0 ».

Renforcer la compétitivité relationnelle franco-allemande

À côté de la constitution d'acteurs oligopolistiques particulièrement puissants, se développent également de nouveaux modes d'interaction entre les acteurs économiques. La grande surprise de notre analyse sur le terrain de l'Industrie 4.0 en Allemagne n'a pas été la découverte de technologies remarquables mais une nouvelle manière des acteurs d'interagir les uns avec les autres. Favorisés dès l'origine par l'État fédéral, relayés par les Länder, ces modes d'interaction sont à la base d'une nouvelle forme de compétitivité, la compétitivité relationnelle¹⁸. Il s'agit de l'ensemble des avantages compétitifs naissant de la capacité à s'allier avec d'autres acteurs pour construire des leaderships partagés. Ainsi, MSF Vathauer Antriebstechnik, une PME de Westphalie va-t-elle par exemple chercher auprès d'une ETI, Weidmüller, un spécialiste de connectivité industrielle, les solutions lui permettant de numériser son offre de systèmes d'entraînement. En France comme en Allemagne, des grands groupes vont de leur côté sélectionner auprès de start-up des concepts pouvant être déployés dans leurs usines sous la forme de *proof of concept* (POC). Les alliances entre grandes entreprises sont également en vogue, à l'image de celle de Fives et de Michelin dans l'impression 3D, avec leur co-entreprise Add-up.

Cette logique d'interaction croissante a été démontrée en Allemagne par une étude du ministère fédéral de l'Économie et de l'Énergie de 2015 : à 5-10 ans, les entreprises allemandes de moins de 500 salariés anticipent de

18. D. Kohler et J.-D. Weisz, *Industrie 4.0, op. cit.*, p. 141 ; D. Kohler, « La compétitivité relationnelle, enjeu de la révolution numérique », *Les Échos*, 5 avril 2016.

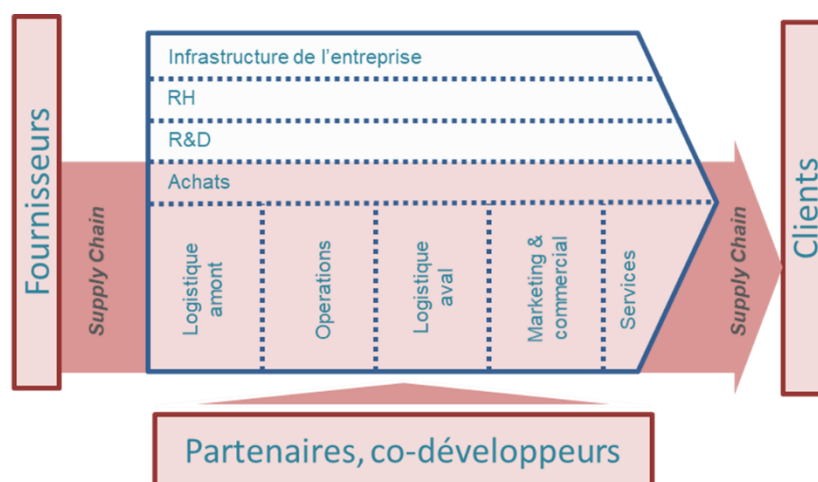
devoir travailler avec en moyenne 74 nouveaux partenaires pour faire face aux défis de l'Industrie 4.0¹⁹.

Cette montée en puissance de la compétitivité relationnelle est motivée par plusieurs contraintes.

La première est liée à la disponibilité des ressources. Les compétences numériques sont rares et chères, les acteurs sont donc incités à chercher des partenaires. Souvent éloignées des métiers d'origine, ces compétences sont par ailleurs longues à internaliser au sein des entreprises. Or, le temps numérique suppose une forte réactivité.

Mais cette compétitivité relationnelle est surtout stimulée par la transformation même des organisations industrielles. La représentation classique de la chaîne de valeur faisait apparaître des silos entre les différentes activités et fonctions de l'entreprise (cf. tableau 4).

Tableau 4 : La chaîne de valeur hier



Source : D. Kohler, J.-D. Weisz, Industrie 4.0, op. cit., p. 42.

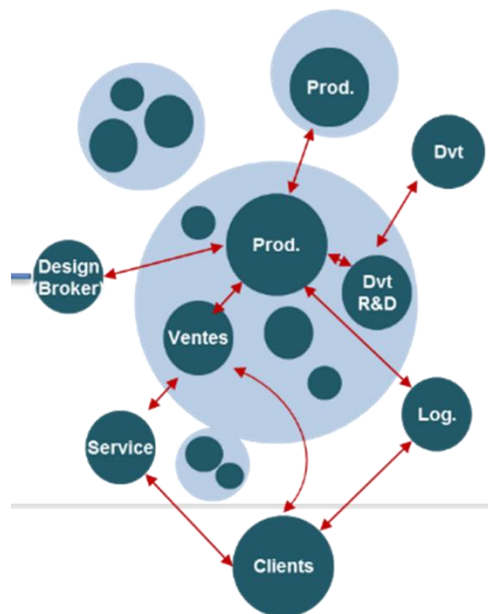
Dans la représentation qu'en donne Henning Kagermann, un des pères de l'Industrie 4.0, cette organisation vole en éclat et l'on voit ses fonctions et activités se découpler pour former des entités plus indépendantes, régulées par une multiplication d'interactions (cf. tableau 5).

Dans une vision poussée encore plus loin, nous imaginons un système productif où les interactions se sont multipliées avec l'apparition de nouveaux acteurs (plateformes, start-up) centrés autour du client.

19. BMWi, « Industrie 4.0 - Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland, Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm AUTONOMIK für Industrie 4.0 », 2015.

D'un côté, la réactivité nécessaire à la coordination en temps réel des interactions demande des circuits de décision courts. D'un autre côté, l'Industrie 4.0 entraîne une décentralisation de la commande et de la décision avec des systèmes autonomes et des opérateurs-techniciens-ingénieurs sachant prendre des décisions en lieu et place des hiérarchies traditionnelles. Alors que l'entreprise s'étend, la hiérarchie de l'entreprise a elle-même tendance à s'aplatir (cf. schéma 2).

Schéma 2 : Quel avenir pour la chaîne de valeur ?



Source : Henning Kagermann, *Impuls – Zukunftsbild Industrie 4.0*, Bitkom Kick-Off „Industrie 4.0“, Berlin, 9 janvier 2013.

Cette évolution pose bien évidemment la question du positionnement d'un management intermédiaire dont la légitimité technique peut se trouver dépassée par l'appétence numérique des échelons inférieurs. Mais également celle de dirigeants dont la capacité décisionnelle se trouve entamée. Certains dirigeants d'entreprises ayant commencé cette transformation en ont d'ailleurs bien compris les enjeux ; ils en viennent à questionner leur propre valeur ajoutée et réfléchissent aux manières de reconstruire leur légitimité et de fonder leur autorité.

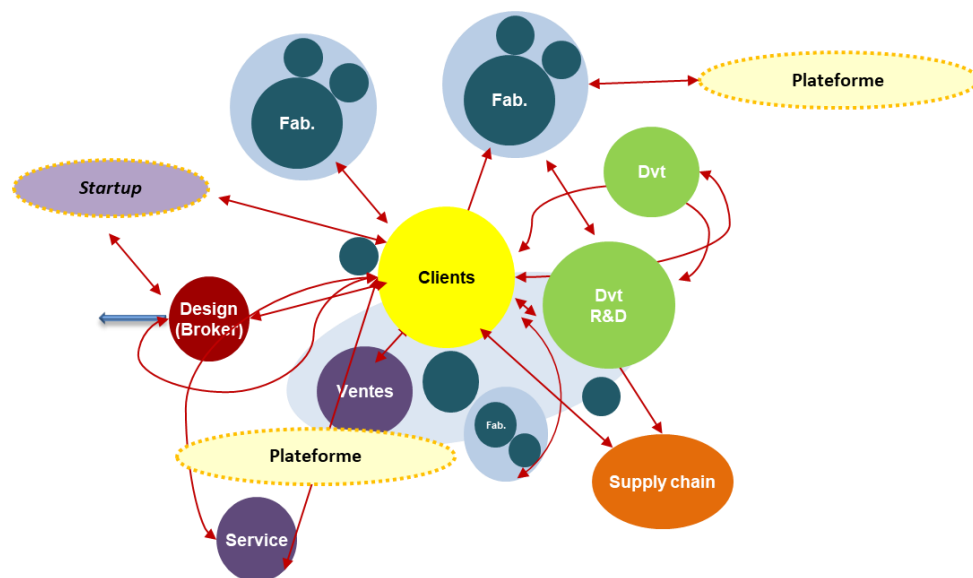
Cette représentation de l'impact de l'Industrie 4.0 sur l'organisation met l'enjeu culturel au cœur du processus de transformation. La rupture avec l'ancien paradigme post-fordiste est claire et nette (cf. tableau 5).

Le monde du 3.0 reste en partie prévisible et probabilisable. C'est le monde des budgets, des scénarios et des calculs de retour sur investissement. La transformation se comprend comme le passage d'un

point A à un point B, matérialisée par une roadmap, des agendas de projet et des balises.

Le monde du 4.0 est d'abord fait de mises en relation. Au-delà des silos, c'est aux interstices entre les fonctions, entre les périmètres d'application, entre les filières que se crée une nouvelle valeur. Nous y observons une multiplication des phénomènes d'hybridation, notamment entre fabrication, conception et logistique et entre filières industrielles.

Schéma 3 : La nouvelle constellation de la chaîne de valeur













Source : D. Kohler et J.-D. Weisz, « Industrie 4.0 comment caractériser cette 4^e révolution industrielle et ses enjeux », Réalités industrielles, Annales des Mines, novembre 2016, p. 56.

Ce monde accepte l'incertitude radicale. Les stratégies d'acteurs observées sur le terrain s'appuient sur des démarches itératives, d'expérimentation, de *test and learn*. La stratégie se construit chemin faisant en saisissant les opportunités, en capitalisant sur les succès et en apprenant des échecs²⁰.

C'est donc un monde qui regorge d'opportunités pour peu que les acteurs économiques aient accompli ce que de nombreux dirigeants français et allemands ont pu qualifier de « révolution culturelle ».

20. D. Kohler et J.-D. Weisz, « Industrie 4.0, une révolution sociétale ? », *Allemagne d'aujourd'hui*, n° 222, octobre-décembre 2017.

Tableau 5 : Un changement de vision du monde

Dans l'univers 3.0		Dans l'univers 4.0	
	Le monde est probabilisable		Incertitude radicale
	Pensée analytique, séquentielle, disjonctive		Pensée systémique
	Calcul de ROI		Test and learn
	Budget et plan stratégique		Approche constructiviste
	Réduction des coûts		Augmentation du CA par la qualité et le service
	Une stratégie dans une seule entreprise		Ouverture et partenariats, co-leadership

Source : D. Kohler et J.-D. Weisz, « Industrie 4.0, une révolution industrielle et sociétale », op. cit., p. 67.

Anticiper ensemble la question de l'avenir du travail

Cet impact anticipé sur les organisations, sur les métiers et sur les compétences rend encore plus redoutables les changements à venir. D'où la nécessité d'allier nos forces et de confronter nos visions du monde pour travailler d'arrache-pied sur ce chantier.

Les Allemands ont en effet déjà produit un travail important : la vision d'une 4e révolution industrielle incarnée par l'Industrie 4.0 n'est pas restée longtemps cantonnée au seul périmètre de la fabrication.

Dès le début des années 2010, l'État, les syndicats, les entreprises, les chercheurs ont fait de l'impact de l'Industrie 4.0 sur le travail, un axe majeur de réflexion intitulé « Avenir du travail » (*Zukunft der Arbeit*). Il s'est traduit dans les faits par un exercice de dialogue lancé le 22 avril 2015 à l'initiative du ministère fédéral du Travail et des Affaires Sociales (BMAS). Ce premier travail s'est ensuite concrétisé par la publication d'un livre vert (*Grünbuch*). Ce livre questionne les représentations du travail 4.0 en lien avec l'évolution des modes de vie, les aspirations individuelles et collectives, les rôles futurs des partenaires sociaux et de l'État. Il a donné le coup d'envoi de sessions d'experts dédiées à des thématiques spécifiques, de sessions de dialogues avec la société civile et à la constitution d'un cercle d'experts durant 1 an, le tout piloté par le ministère fédéral du travail et des affaires

sociales (BMAS). Une étude a notamment identifié les sept configurations de mondes du travail dans lesquels les Allemands souhaitent vivre²¹.

Le 28 novembre 2016, la ministre sociale-démocrate Andrea Nahles a présenté Le livre blanc (*Weißbuch*) qui reprend toutes les solutions négociées entre les partenaires sociaux. « Le bon travail dans la transformation digitale » (*die gute Arbeit im digitalen Wandel*) est caractérisé par deux mots-clés : la sécurité et la flexibilité. Les experts recommandent notamment la mise en place de « comptes épargne temps longue durée en entreprise » (*betriebliche Langzeitkonten*). La création d'un compte formation, utilisable durant toute la vie professionnelle et majoritairement abondé par l'État est également envisagée. Sécuriser le travail des indépendants est aussi un des axes promus dans ce livre blanc. Cette méthode de dialogue constitue un socle de réflexion sur le bien commun à construire, ce que les citoyens souhaitent obtenir et prépare la prochaine étape plus opérationnelle²².

Le livre blanc « Travailler 4.0 »

Le livre blanc « Travailler 4.0 » distingue six impacts de la numérisation sur le monde du travail :

1. La numérisation a un impact direct sur l'emploi et particulièrement sur des tâches administratives, mais elle se traduit également par des transferts importants d'emplois entre branches et activités. Une étude prospective du BMAS prévoit une baisse de 750 000 emplois dans des secteurs comme le commerce, l'imprimerie, l'administration, mais une augmentation d'un million d'emplois dans la machine-outil, les technologies de l'information, la recherche et développement... soit un solde positif de 250 000 emplois. Cette évolution pose la question de la formation et de la mise en place d'une flexi-sécurité.
2. La montée en puissance de plateformes qui se présentent non plus comme des employeurs mais comme des intermédiaires conduit à encadrer les conditions de travail et à définir un cadre de droit du travail adapté.
3. Le déploiement du *big data* interroge sur la nécessité de protéger les données personnelles tout comme la vie privée.
4. L'interaction homme-machine au sein de l'Industrie 4.0 implique un enrichissement des tâches, une évolution des qualifications,

21. Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Nextpractice, Wertewelten Arbeiten 4.0, mars 2016, disponible sur : www.arbeitenviernull.de.

22. D. Kohler et J.-D. Weisz, « Industrie 4.0, une révolution industrielle et sociétale », *Futuribles*, n° 424, mai-juin 2018.

mais pose aussi de nombreuses questions car les données recueillies permettent aussi un contrôle plus important de la productivité individuelle. De même, que se passe-t-il lorsque c'est la machine qui devient chef d'équipe et commande à l'opérateur ?

5. La fin de la culture de la présence, l'émergence de modes de travail flexibles dans le temps et dans l'espace interroge sur la capacité future des collaborateurs de l'entreprise à participer à la définition de leur temps de travail sans se le voir imposer.
6. La transformation de l'organisation de l'entreprise où la structure hiérarchique s'efface au profit d'une organisation en réseau déstabilise l'institution de la codétermination. Comment se réorganise dans ce schéma le dialogue social ?

Source : D. Kohler et J.-D. Weisz, « Industrie 4.0, une révolution industrielle et sociétale », op. cit., p. 64.

Côté français, l'Alliance Industrie de Futur a également insisté dès sa création sur la place de l'homme dans l'usine du futur. Un groupe de travail a été constitué en son sein avec comme objectifs affichés le développement d'une offre de formation initiale et continue pour les salariés qui soit adaptée aux nouvelles compétences et le lancement en parallèle de programmes de recherche pluridisciplinaires et de chaires. Cette vision de l'homme dans l'Industrie du futur a été précisée par la publication d'un livre blanc fin 2017²³. Rédigée à l'aide de contributions venant d'horizons très divers (étudiants, fédérations professionnelles, experts...) il insiste notamment sur l'importance d'un décloisonnement entre les acteurs économiques et sociaux.

Au final, France et Allemagne font face à trois enjeux dont l'issue va très largement déterminer demain notre manière de travailler et de vivre. Si la barrière de la langue explique pour partie la difficulté que nous avons à les aborder ensemble, la question se pose désormais de savoir si rester enfermés dans nos approches nationales a encore du sens.

23. Agora Industrie, « Révolution humaine ? Un nouveau rôle pour les hommes et les femmes de l'industrie du futur », mars 2018.

Conclusions et perspectives

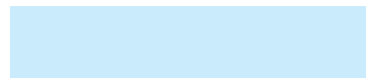
Partenaires économiques privilégiés, l'Allemagne et la France font aujourd'hui face aux mêmes défis. Si les impacts sont différents au vu de la structure de nos économies nationales, les approches ne peuvent être que complémentaires car nos différences culturelles fondent des avantages compétitifs distincts.

Une vraie valeur commune peut être créée par la mise en relation plus intense des tissus économiques. À côté des grands groupes dont l'avenir se joue au niveau mondial, les PME-ETI, d'un côté, le *Mittelstand*, de l'autre peuvent devenir les acteurs d'une montée en puissance de la compétitivité relationnelle par-delà le Rhin. Ce tissage de liens doit surmonter l'obstacle de la langue et les *a priori* pour privilégier systématiquement une démarche proche du terrain et à l'écoute constante des besoins des industriels.

L'enjeu du numérique industriel est une formidable opportunité pour tisser des liens plus consistants entre ses tissus économiques de part et d'autre du Rhin et contribuer ainsi à renforcer nos économies face aux autres défis du moment que sont la consolidation des filières, le passage de témoin entre générations, la défense de pépites européennes face à l'appétit de certaines puissances, sans oublier l'intégration économique de larges populations de migrants. La capacité à tirer tous les fruits de ce défi dépendra de notre propension à dépasser nos propres grilles de lecture et à reconnaître l'enjeu de création d'un *Mittelstand* franco-allemand.

Les dernières publications du Cerfa

- E. Keller, [De Meseberg à nulle part ? Des impulsions franco-allemandes pour la zone euro](#), *Visions franco-allemandes*, n° 29, Ifri, novembre 2018
- H. Stark, [Entre crise politique et tentative de relance européenne : interrogations allemandes](#), *Notes du Cerfa*, n° 144, Ifri, septembre 2018
- G. Bosch, [La formation en alternance : clé de voûte du *made in Germany*?](#), *Notes du Cerfa*, n° 143, Ifri, juillet 2018
- N. K. Wissmann, [Cinq theses sur la « crise des réfugiés » en Allemagne](#), *Notes du Cerfa*, n° 142, Ifri, mai 2018
- B. Kunz, [Beyond 'pro' and 'anti' Putin: Debating Russia Policies in France and Germany](#), *Visions franco-allemandes*, n° 28, Ifri, janvier 2018.
- B. Kunz, R. Kempin, France, [Germany, and the Quest for European Strategic Autonomy: Franco-German Defence Cooperation in A New Era](#), *Notes du Cerfa*, n° 141, Ifri, décembre 2017.
- R. Burç, B. Çopur, [La politique turque de l'Allemagne sous Merkel : un bilan critique](#), *Notes du Cerfa* n° 140, Ifri, septembre 2017.



ifri

institut français
des relations
internationales