

# « L'industrie 4.0, c'est la 4<sup>e</sup> révolution industrielle »

Entretien avec Olivier SCALABRE  
*Boston Consulting Group*

### **Études Marines: Comment définiriez-vous l'industrie 4.0?**

**Olivier Scalabre:** L'industrie 4.0, c'est la 4<sup>e</sup> révolution industrielle. La machine à vapeur a entraîné les premières vagues d'automatisation au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, le fordisme, la standardisation du travail au début du XX<sup>e</sup> et dans les années 1970, nous avons eu les premières vagues de robotisation dans l'automobile et depuis, nous n'avons pas réussi à changer le modèle de nos usines.

### **Même avec les délocalisations?**

Précisément, faute de pouvoir transformer nos sites de production, nous avons cherché à gagner en compétitivité *via* deux leviers: la délocalisation et la spécialisation. Il y a cinquante ou soixante ans, les usines étaient beaucoup plus polyvalentes... Mais aussi beaucoup moins efficaces. Pour amortir les coûts fixes, on les a donc conçues plus grandes tout en les spécialisant sur un produit. Sauf que la spécialisation va à l'encontre de la proximité client: on perd en réactivité. Et quand un concurrent change la donne, vous ne pouvez plus suivre. C'est l'exemple de *Zara* et de sa pluralité de collections annuelles: personne n'a pu se mettre au diapason du fait d'usines trop spécialisées et délocalisées. C'est une des limites de la délocalisation à laquelle s'ajoute désormais une deuxième: les pays *low cost* sont de moins en moins *low cost*. L'écart de coûts se resserre: la Chine sera au même niveau que les États-Unis l'année prochaine, le Brésil, qui était un des pays les plus compétitifs au monde, est maintenant plus cher que la France. L'industrie 4.0 arrive donc à un moment où le modèle industriel est à bout de souffle, car trop rigide, de moins en moins adapté au mode de consommation et parce que les économies qu'il engendrait deviennent de plus en plus faibles.

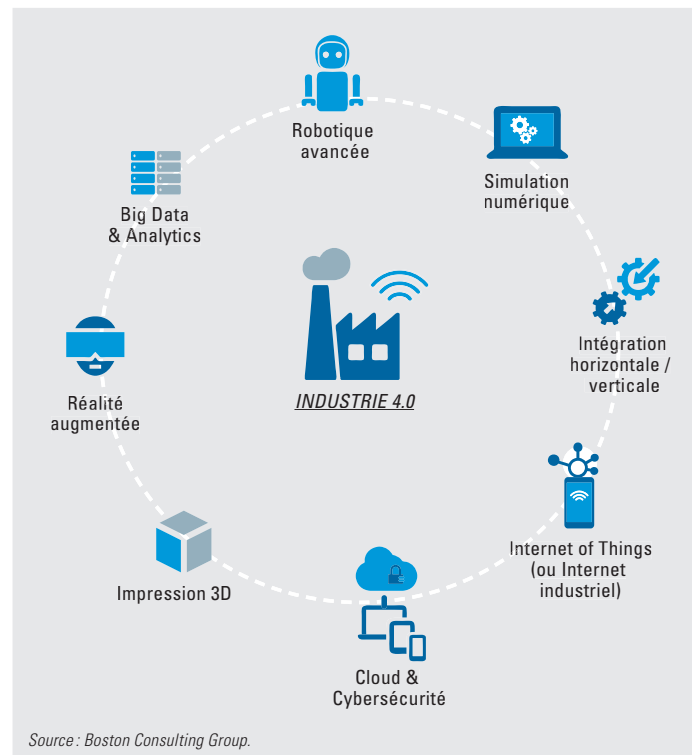
### **Sur quoi repose précisément cette nouvelle révolution industrielle?**

C'est un assemblage de briques technologiques dont la première est constituée d'une nouvelle génération de robots. Collaboratifs, ils coopèrent entre eux et avec l'humain. Ils permettent d'automatiser une partie du travail qui ne pouvait l'être avec les robots d'ancienne génération, faits pour opérer à très grande vitesse et abattre des tâches peu complexes à très grande cadence. Les nouveaux robots sont programmables, reprogrammables très facilement et déplaçables d'un endroit à un autre. Mais cette révolution robotique n'aurait pas le même impact sans les *Automated Guided Vehicles* (AGV), petits chariots autonomes qui peuvent aller d'un point à l'autre de l'usine

sans que quelqu'un soit derrière. Grâce à eux, on peut modifier la configuration de la ligne de production de façon quasi permanente quand auparavant il fallait du génie civil, des convoyeurs, des machines.

Pour aider les industriels à mieux appréhender cette révolution et les technologies qui la constituent, le BCG a d'ailleurs lancé en 2016 l'*Innovation Center for Operations* (ICO). Cette usine pilote leur permet d'expérimenter sur des lignes de production réelles toutes les nouvelles technologies et les nouveaux savoir-faire des opérations. Deux lignes de production ont été créées pour couvrir les grandes typologies de fabrication industrielle et répondre aux défis de tous les secteurs: la première par assemblage avec une ligne de scooters, la seconde par procédés avec une ligne de fabrication de bonbons. Avec ce centre, nous voulons aider nos clients à accélérer leur transformation vers l'industrie 4.0.

#### Les huit briques technologiques de l'industrie 4.0



### **Les imprimantes 3D font partie de ce champ industriel mais se limitent-elles aux structures plus petites?**

Elles en font totalement partie et avec un impact très fort. Dans un certain nombre de domaines – les secteurs utilisant des métaux ou plastiques très onéreux – la fabrication additive va même remplacer le processus de production classique. Dans l'aéronautique par exemple, une des pièces les plus complexes des moteurs est constituée des injecteurs de kérosène. Réalisés en titane – matière première au coût particulièrement élevé – leurs éléments étaient usinés séparément avant d'être assemblés au terme de douze étapes successives. Avec l'impression 3D vous avez, pour ce cas précis, des gains de productivité et de matières premières immédiats. La fabrication additive va être généralisée dans toutes les industries et il y en a quelques-unes sur lesquelles l'impact sera considérable. Prenez les pneus: auparavant, les moules nécessaires à la fabrication des pneus étaient uniques, avec toutes les conséquences que l'on imagine en matière de stock. L'impression 3D permet de générer un moule à la demande, personnalisé en fonction des conditions d'utilisation du pneu, ce qui change tout. Enfin, ce type de technologie va révolutionner tout le champ du prototypage: les prototypes pourront être conçus de façon quasiment instantanée et les interactions seront beaucoup plus fortes avec le *design* et plus largement l'ensemble des départements concernés par la conception d'un nouveau produit.

### **C'est donc une révolution qui touche aussi bien l'amont de la production que la production elle-même...**

Et l'aval! La réalité augmentée change ainsi la façon dont on réalise l'inspection des produits. Grâce à une caméra 3D branchée sur une tablette, l'opérateur peut par exemple vérifier que les pièces correspondent à la configuration choisie avant d'envoyer le produit dans le flux de production. La réalité augmentée modifie aussi la maintenance des machines: fini le temps des piles de documentations, l'intervention est projetée sur les lunettes de l'opérateur qui n'a plus qu'à calquer ses gestes sur ce qui défile. Revenons à l'aval, l'internet des objets constitue une autre brique technologique importante. Les capteurs que l'on insère dans les produits au cours du processus de production comme à la sortie d'usine permettent aujourd'hui de parvenir à une conformité, une qualité et un suivi jamais vus auparavant. En collectant les données, je peux comprendre pourquoi j'ai eu un produit sans défaut dans telles conditions et seulement à 70% dans telles autres. Au-delà, c'est toute une maintenance prédictive qui pourra être réalisée: même entre les mains de l'utilisateur, on saura à l'avance que tel élément de sa voiture ou de son four pourrait tomber en panne et qu'il nécessite d'être changé.

### **Ce que vous décrivez ce sont des machines à l'origine d'un produit fini mais aussi d'une quantité massive de données...**

Exactement. Il faut bien comprendre que les usines produisent des téraoctets de données qui, avec l'industrie 4.0, seront intégrées sur une plate-forme dans laquelle on piochera en fonction des besoins. La maintenance prédictive par exemple permet, en collectant ces données, de prévoir quand une machine va tomber en panne et d'anticiper les bonnes opérations de maintenance à réaliser. D'autres applications tiennent à la réduction de la consommation d'énergie en optimisant le fonctionnement des machines, de la chaîne de production. Le centre d'opération et d'optimisation à distance inauguré par *Air Liquide* fin janvier 2017 lui permet par exemple, non seulement de gérer quatre de ses sites français à distance mais aussi, en collectant un milliard de données par jour, de réduire la consommation d'énergie tout en mettant en place une maintenance prédictive de ses installations. Inutile de souligner que les usines deviennent dans cette configuration un endroit stratégique, un point névralgique pour des attaques extérieures, ce qui ne sera pas neutre en matière de cyber-sécurité.

### **On mesure l'impact de cette révolution sur la productivité, mais elle offre aussi la capacité de personnaliser le produit : nous entrons dans l'ère de la personnalisation de masse ?**

Oui, c'est ce que l'on appelle la *mass customization*. La combinaison de l'ensemble de ces technologies permet de réaliser un produit personnalisé au même coût et dans les mêmes délais qu'un produit de masse. Concrètement, si on prend l'exemple d'un scooter dans une ligne de production, il est doté d'une petite puce RFID<sup>1</sup> qui donne sa configuration finale, fait intervenir les AGV qui vont amener en bord de ligne les pièces nécessaires, interagit avec la table de projection qui va indiquer au technicien quels gestes faire, avant que la réalité augmentée ne permette de contrôler la qualité. Et tout cela au même coût qu'un produit standardisé.

### **Cette personnalisation de masse est totalement en phase avec l'évolution de la demande du consommateur en recherche d'individualisation, d'immédiateté...**

Tout à fait : regardez *Nike* qui imprime déjà en 3D la semelle individualisée de ses chaussures. Le maquillage de *L'Oréal* est en train d'évoluer sur le même modèle :

---

1. *Radio frequency identification.*

sur-mesure, personnalisé. Idem pour les cafés *Nespresso*... Cette personnalisation devient une norme de consommation qui nécessite d'être très proche d'un client qui n'accepte plus d'attendre, veut être servi le lendemain. Nous allons vers un format d'usines totalement différent, beaucoup plus petites, beaucoup plus proches des marchés de consommation, beaucoup plus agiles, qui fonctionneront à la demande.

**Cela peut-il signifier, à terme, que le consommateur devant son écran personnalisera son produit en ligne, passera commande, avant que l'usine ne se mette immédiatement à le fabriquer pour une livraison deux-trois jours après?**

C'est en effet toute la tendance actuelle. Aujourd'hui, quand vous choisissez vos vêtements sur internet, vous pouvez déjà vous prendre en photo, donner votre morphologie, le site internet de la marque vous proposant ensuite des produits adaptés à votre taille ainsi que des éléments supplémentaires. C'est pratiquement de la semi-mesure et cela se développe dans toutes les industries. C'est une tendance de fond de la consommation, née du digital, mais qui était freinée par un modèle industriel incapable de suivre. C'est aujourd'hui ce qui change.

**Est-ce qu'il n'y a pas un coût supplémentaire en matière de logistique et de stocks? La diversité des pièces à fournir pour assurer la personnalisation du produit impose une chaîne logistique très performante et un stock conséquent...**

En effet, mais dans le modèle actuel – un modèle où l'on est très spécialisé et loin des marchés finaux –, les coûts aval pour aller servir le consommateur sont loin d'être négligeables. Dans l'industrie 4.0, les coûts amont seront sans doute plus importants, mais il est quand même moins compliqué d'acheminer des pièces dans une usine que d'aller servir les milliards de consommateurs qui existent dans le monde.

**Les pays gagnants seront donc ceux qui seront les plus aptes à optimiser les flux?**

Exactement. Nous n'aurons pas un modèle unique d'usines de petite taille : il y aura toujours en amont des sites à vocation mondiale qui transformeront des matières premières ou produiront des composants de niveau 1. À l'inverse, nous aurons en aval des usines qui réaliseront les assemblages et seront beaucoup plus proches des marchés de destination et beaucoup plus flexibles. Nous allons vers une globalisation

de l'amont et une ultra-spécialisation couplée à une ultra-régionalisation de l'aval. Dans ce contexte, il est bien évident que les grands gagnants seront les pays en capacité de relier de la façon la plus optimale l'amont et l'aval.

### **Cela redistribue les cartes de la globalisation ?**

Je pense en effet que les flux mondiaux seront fortement impactés par cette tendance : nous allons vers des échanges beaucoup plus régionalisés. Chaque zone aura son pays *low cost* pour réaliser l'amont et un aval très proche des marchés. On trouve déjà, dans chacune des régions du monde, des pays *low cost* beaucoup plus efficaces que leurs homologues des confins. Le Mexique est ainsi bien plus compétitif que la Chine et constitue un formidable atout pour les États-Unis. En Europe, l'Espagne et l'Italie, en coûts rendus par rapport à la Chine, commencent à être compétitives de la même façon. L'industrie 4.0 ne fera qu'accélérer une tendance à la relocalisation déjà en œuvre du fait de l'égalisation des coûts de main d'œuvre et de la montée en puissance d'énergies renouvelables, localisées par définition.

### **Vous nous décrivez le monde qui vient mais concernant le déploiement de l'industrie 4.0, en sommes-nous aux prémices ou se diffuse-t-elle rapidement ?**

Nous en sommes au tout début : dans les premiers 100 mètres d'un marathon avec des écarts qui ne sont pas encore décisifs. Il n'y a pas aujourd'hui un énorme décalage entre les différents pays du monde. L'Allemagne, les États-Unis, le Royaume-Uni sont concernés, tout comme la Chine qui y voit un moyen de regagner la compétitivité qu'elle est en train de perdre. La France possède beaucoup d'atouts dans son jeu mais sans toujours en avoir conscience. Aujourd'hui, tout le monde – PME comprises – fait des expérimentations, mais rares sont les acteurs à avoir franchi le cap des usines. *General Electric*, un des acteurs les plus avancés, a transformé 8 sites sur 200. Il reste donc encore du chemin à parcourir, mais cela peut être très rapide car cette révolution industrielle est une formidable chance pour remettre de la productivité dans nos usines : 25 à 30 % de gains à 12-18 mois. L'avantage de ces nouvelles technologies est en effet qu'elles ne nécessitent pas obligatoirement de construire de nouvelles usines, elles peuvent s'insérer dans l'existant. Un site doté d'un parc machines vieillissant peut aussi accueillir des robots collaboratifs, des AGV, une plate-forme de données. L'enjeu aujourd'hui est précisément de transformer les usines existantes, viendra ensuite le temps des micro-usines derrière le magasin de sports pour faire des baskets sur mesure.

### **Donc la démocratisation est en marche?**

Oui. Un robot collaboratif par exemple – l'élément le plus onéreux des technologies évoquées –, avec ses coûts d'intégration dans l'usine, coûte 70 000 euros, ce qui est dérisoire. Une puce RFID peut se trouver à 2-3 centimes d'euros et par conséquent équiper n'importe quel produit sans que cela occasionne un coût prohibitif. La *data*, quant à elle, est constituée de données existantes et le *cloud* n'est facturé qu'à l'usage : la plate-forme de données est donc très accessible. C'est très peu capitalistique au final. En fait, le plus gros frein réside aujourd'hui dans la formation et l'investissement sur les personnels.

### **Cela signifie qu'il y aura un fort impact sur l'emploi?**

Pas tellement au niveau des cols bleus : ces technologies sont intuitives et, en fait, elles sont arrivées à domicile bien avant d'arriver dans l'usine ; les opérateurs les maîtrisent sans en avoir conscience. Alors certes, avec des usines plus productives et des ouvriers plus polyvalents, on aura sans doute besoin de moins de personnes. On évoque 20 % de productivité en plus et 20 % de personnes en moins, mais comme, à l'inverse, des usines vont se relocaliser pour se rapprocher des lieux de consommation, des emplois se recréeront. Au final, cela devrait être neutre pour l'emploi des cols bleus. En revanche, pour les cols blancs, cela va constituer une vraie révolution. Selon une étude BCG, 37 % des industriels français considèrent ainsi le manque de personnel qualifié comme le défi principal de l'industrie 4.0.

Nous aurons besoin de *data scientists*, d'architectes données, d'automaticiens, d'experts en cyber-sécurité. C'est pour les cols blancs que les écarts, et par conséquent les défis, seront les plus importants.

Propos recueillis par l'ASP Quentin Chanal et Cyrille P. Coutansais