



Hello  
Open  
World

INNOVATING IN GOOD COMPANY

## L'INDUSTRIE 4.0 : UNE PROMESSE DE CROISSANCE

---

L'Industrie du Futur annonce la quatrième révolution industrielle, après celle des années 70, issue de la combinaison de l'électronique, des télécommunications de l'informatique et de l'audiovisuel. Cette nouvelle mutation technologique est évidemment liée à l'avènement du numérique qui autorise l'interconnexion totale des machines et des systèmes au sein des sites de production, et entre ces derniers et l'extérieur.

Pour autant, l'industrie du futur ne se limite pas au numérique. Certes, le digital transcende toutes les technologies, mais d'autres innovations, comme les robots intelligents, l'Internet des Objets, l'intelligence artificielle ou la blockchain, vont également contribuer à transformer en profondeur la production industrielle.

*« Les transformations suscitées actuellement par le numérique dans le monde des affaires sont aussi importantes et profondes que lorsqu'on est passé de la vapeur à l'électricité. »*

- Andrew McAfee, professeur au MIT, gourou de l'Industrie 4.0 et auteur de "Des machines, des plateformes et des foules" chez Odile Jacob

On espère de cette nouvelle révolution une forte accélération de croissance et la réhabilitation du secteur industriel au cœur des enjeux macro-économiques. Philippe Varin, président du Cercle de l'Industrie, met en garde : l'industrie ne représente désormais plus que 12,5 % du PIB contre 16,5 % en 2000, et un quart des emplois a

été détruit or « l'industrie représente 80 % de l'investissement national en recherche-développement, 75 % des exportations et la moitié des gains de productivité. Sa bonne santé est décisive pour le redressement du solde extérieur. »

## Le march de l'i4.0

Selon différentes études, le marché de l'Industrie 4.0 (i4.0) représente un potentiel énorme d'ici 2020. Gartner évalue le marché de l'internet des objets à quelques 3,7 trillions de dollars. Morgan Stanley parie sur un marché de la cybersécurité d'une valeur de 183 milliards de dollars et IDC estime les domaines de la réalité virtuelle et augmentée à plus de 162 milliards de dollars. Au total, les analyses actuelles avancement le chiffre de 4,4 trillions de dollars pour le marché des composants i4.0.

Tous les grands pays développés se sont d'ores et déjà lancés dans la course : la guerre pour le leadership bat son plein. Dès 2011, l'Allemagne a lancé son programme « Industrie 4.0 », centré sur le numérique, suivi des États-Unis avec « Smart Factory », du Royaume-Uni avec « High Value Manufacturing Catapult », tandis que La Chine a initié son « Made in China 2025 » en 2015. En France, des acteurs du secteur se sont alliés pour créer l'Alliance Industrie du futur en 2014 avec un objectif clair : « Il s'agit de poursuivre la modernisation de l'outil de production et d'accompagner les entreprises dans la transformation de leurs modèles d'affaires, de leurs organisations, de leurs modes de conception et de commercialisation, dans un monde où les outils numériques font tomber la cloison entre industrie et services ».

*« Entre num riser l'industrie du XXe siècle et inventer l'industrie du XXIe siècle, il y a une diff rence »*

- Bernard Charlès, directeur g n ral de Dassault Systèmes

Pour ne pas être distancée, l'industrie française doit en effet se moderniser. Avec un âge moyen de machine de 19 ans, soit sept à huit ans de plus qu'en Allemagne, le passage à l'industrie du futur doit permettre, en France, un saut technologique majeur, gage de compétitivité accrue et d'innovation. Car la création de valeur générée au cœur de la chaîne de production doit désormais irriguer l'organisation toute entière, ses parties prenantes et le client final.

L'une des caractéristiques françaises en Europe est la surreprésentation en nombre de ses grands groupes industriels et l'anémie du tissu d'ETI et PMI. Les grands groupes, dotés de moyens et d'équipes, ont été pionniers dans le déploiement des technologies du futur au cœur de leur process. Ils ont désormais un rôle de locomotive à jouer, en tant animateurs de filières, dans le passage à l'acte des ETI et PMI. Pour ces PME et ETI industrielles, l'industrie 4.0 est un levier stratégique pour gagner en productivité, accélérer leur croissance organique ou intégrer plus fortement la chaîne de valeur des donneurs d'ordre. Beaucoup tardent cependant à se lancer dans cette transformation digitale face à des solutions et des écosystèmes perçus comme trop complexes.

Pourtant plus aucun industriel, quel que soit sa taille ou son secteur d'activité, ne peut désormais faire l'impasse sur cette réflexion : comment bénéficier de l'industrie 4.0 ? Faut-il révolutionner entièrement l'organisation ou adopter une stratégie de petits pas ? Faut-il traiter le sujet comme une opportunité de reconsidérer son business model ou bien comme un moyen de faire surperformer l'existant ? Faut-il l'aborder par l'intégration de nouvelles technologies ou par l'identification de problématiques ?

Initier une démarche Industrie 4.0 commence d'abord par accepter de placer l'usine au centre d'une réflexion stratégique globale intégrant non seulement les aspects techniques et organisationnels mais aussi humains, environnementaux et sociétaux.

## UN ENJEU DE TRANSFORMATION

Comme toute révolution industrielle, l'enjeu de l'industrie 4.0 est bien celui d'une transformation globale. Pour autant, cette perception reste ténue. Selon le « [Baromètre 2017 de la transformation industrielle](#) » réalisé en 2017 par KPMG en collaboration avec Usine Nouvelle auprès de 223 décideurs de l'industrie en France, tous secteurs confondus, seuls 7% ont identifié la mutation digitale comme la mise en place d'un nouveau business model.

Or, selon KPMG, la valeur réelle de l'i4.0 ne vient pas des composants technologiques ou des capacités, mais plutôt de l'intégration d'automatisation, de données, d'analytique, de fabrication et de produits, d'une manière qui offre des avantages concurrentiels uniques et libère de nouveaux business et modèles d'exploitation. Et ceci ne peut être accompli sans réaliser, à plus grande échelle, une meilleure intégration des fonctions et sans une volonté de sortir du statu quo.

Il faut donc imaginer le futur. Ce qui nécessite une bonne appréciation de la concurrence, une connaissance réelle des technologies existantes et de leurs potentiels, une évaluation sans complaisance de l'existant, la définition d'une nouvelle feuille de route et souvent aussi une remise en question de la gouvernance.

Cela commence par une vision élargie de la chaîne de valeur. Les business models disruptifs ne seront pas forcément issus du même secteur ou de la même filière. Il faut donc intégrer un panel d'acteurs plus large pour pouvoir évaluer le spectre concurrentiel. L'industrie 4.0 permet d'injecter de la valeur ajoutée dans les produits, d'évoluer vers la personnalisation et même de passer du produit au service. Voilà qui ouvre de nouvelles perspectives aux industriels, mais aussi une nouvelle crainte, celle d'être désintermédiés.

Penser large, c'est aussi avoir la capacité de se positionner au sein d'un écosystème, soit comme prescripteur de standards numériques d'échange d'informations si on joue déjà un rôle de leader, soit comme simple participant. L'écosystème i4.0 associe les diverses parties prenantes, y compris le client.

Les nouvelles technologies existantes sont en évolution constante. Leur appropriation au sein des entreprises varie profondément en fonction de leur taille, de l'écosystème dans lequel elles évoluent, de la prise de conscience de leurs dirigeants. Pour s'y

retrouver explique Michaël Soussan, Leader Industrie 4.0 & Digital Operations chez KPMG, il faut garder en tête que « *le digital n'est pas une fin en soi, mais reste un moyen. Et ce moyen doit combiner plusieurs technologies car une seule d'entre elles ne peut répondre à toutes les problématiques* ».

Réunir ces connaissances, les étudier à l'aune des forces et faiblesses existantes de l'entreprise doit permettre d'élaborer une stratégie d'avenir. Car si le saut technologique doit pouvoir générer des gains de performance rapides, l'objectif de long terme est bien de réinventer l'entreprise au service du client. La qualité de l'expérience client et l'amélioration continue des biens et prestations fournis, innovations à l'appui, sont en effet devenues la meilleure façon de palier tout risque d'ubérisation. Cela implique une entreprise sous tension, qui remodèle *front* et *middle office* pour se recentrer sur le client.

Ces évolutions profondes ne peuvent se faire sans conseil ni sans évolution de gouvernance. La nomination d'un ou d'une responsable industrie du futur en charge de l'innovation mais aussi de l'évolution de l'organisation en vue de plus d'agilité et de réactivité est un signal fort de volonté de changement. Car la capacité de l'organisation à se transformer dépendra de sa capacité d'ouverture sur l'extérieur, pour collaborer avec des startups par exemple, de la motivation du management, de la qualité de son dialogue social, de l'adhésion de son personnel.

## **UN LEVIER DE PERFORMANCE**

L'idée que la transformation digitale permet de réduire les coûts de production est largement acceptée. 84% des industriels interrogés par KPMG en sont d'accord. Or leurs préoccupations prioritaires sont la réduction des coûts (pour 55%), suivie de la flexibilité des procédés et de l'outil industriel (45%) et d'une meilleure réactivité face à la demande (39%).

Les technologies 4.0 permettent de doper ces axes de performance car elles interagissent à tous les niveaux de l'entreprise. Au sein des départements R&D, elles permettent de réduire le *time to market* et d'anticiper le cycle de vie du produit et les phénomènes de substitution en optimisant la conception du produit et en gérant leur industrialisation. Elles s'intègrent aussi dans la planification puisqu'elles permettent d'améliorer la prévision des ventes en maîtrisant la connaissance du besoin client et en comprenant mieux les modèles d'achat clients. Dans les activités d'achats-approvisionnement, elles aboutissent à plus de collaboration avec les partenaires pour améliorer la précision des prévisions et mieux gérer la performance fournisseurs. Elles permettent, en ce qui concerne la production, d'adapter les process, de réduire le temps d'arrêt et les coûts de maintenance, et de favoriser une meilleure utilisation des équipements et la fabrication de produits personnalisés. Ces technologies peuvent conduire à améliorer la qualité et la cohérence des produits, et la puissance du marketing. Enfin, en logistique, elles permettent de maîtriser la supply chain en temps réel, de réduire les temps de livraison, d'optimiser la gestion des entrepôts ainsi que la logistique sur le dernier kilomètre et les retours.

C'est donc bien, comme le met en avant KPMG, « *la capacité à relier deux dimensions, celles des produits intelligents et des processus améliorés est la clé pour débloquer la valeur fondamentale de l'Industrie 4.0* ».

La bonne démarche consiste à prioriser des axes de développement puis à définir l'apport technologique de l'industrie du futur afin d'atteindre les gains de performance anticipés. Les chefs d'entreprise demandent des ROI très courts sur l'introduction de nouvelles technologies. Le plus souvent, la transformation se fait donc par strates successives de court terme, chacune portant des projets distincts plutôt que par un bouleversement en profondeur. Le nombre de technologies utilisées varie entre trois et dix. Et fréquemment, les résultats escomptés dépassent les attentes des dirigeants : là où ils espèrent des réductions de coûts de production de l'ordre de 2 à 5%, ils sont plus de 70% à obtenir plus de 5% et jusqu'à 20%, selon le « Baromètre de la transformation industrielle » publié par KPMG et Usine Nouvelle en 2017.

Dans d'autres cas, le choix est fait de créer un nouveau site industriel entièrement dédié à l'i4.0. L'usine du futur agrège tout un ensemble de technologies dont la donnée est la matière première. Les informations sont captées et numérisées par les objets connectés, stockées sur des infrastructures de Big Data, protégées par des outils de cybersécurité, analysées et transformées en prédiction et recommandations par les algorithmes de Machine Learning. Cette matière est rendue facilement exploitable grâce aux interfaces en réalité augmentée. Selon le baromètre de KPMG, une telle usine peut générer jusqu'à 20% de productivité additionnelle par rapport à l'existante.

## CAS PRATIQUE

En pleine croissance, anticipant une multiplication par quatre dans les quatre ans à venir, une entreprise de menuiserie industrielle (portes et fenêtres) a souhaité créer un nouveau site industriel de 18 000 m<sup>2</sup>. La question s'est alors posée de le configurer comme les précédents ou bien au contraire d'en profiter pour revoir tous les procédés et introduire de nouveaux équipements avec des gains de productivité à la clé.

Un séminaire Industrie 4.0 a d'abord été organisé avec une douzaine de décideurs. Les technologies i4.0 et différents cas d'usage ont été présentés, accompagnés d'une évaluation opportunités-risques. A l'issue de ce séminaire, six technologies ont été retenues par l'entreprise et leur intégration au nouveau site étudiée : outils de réalité virtuelle et augmentée, installation de capteurs, mise en place d'un « manufacturing execution system » (MES) permettant de piloter des robots et automates avec un suivi en temps réel, recours aux véhicules guidés automatiques (AGV), un « transport management system » (TMS) plus sophistiqué et une robotisation des procédures administratives.

L'usage de ces technologies permet d'envisager les applications suivantes :

- design numérique du nouveau site avant sa conception effective
- test de l'ergonomie de chaque poste
- pilotage de la production en temps réel
- réduction des ports de charges lourdes aux opérateurs
- suivi en temps réel et optimisation des délais de livraison.

Ce nouveau site accueillera 110 personnes et nécessitera l'embauche de 50 personnes supplémentaires pour tripler la capacité de production.

## QUELQUES CLES POUR UNE TRANSFORMATION I4.0 REUSSIE

### DOMESTIQUER LE BIG DATA

Plus que jamais, les organisations sont confrontées à des flots de data émanant de canaux variés (« manufacturing operations management », planning des ressources, bases de données historiques, internet des objets, « business process management », cycle de vie du produit, etc), à flux continus, dans des volumes de plus en plus importants. Car la collecte de la data est le pré-requis pour tout passage à l'i4.0.

L'enjeu est donc de savoir identifier les sources de valeur recherchées par l'entreprise  
1

L'immersion dans un écosystème élargi complexifie encore le sujet du big data avec des questions stratégiques à résoudre. Quel est le rapport risques/opportunités de participer, par exemple, à la création d'une base de données partagée entre différents acteurs, d'opter pour un cloud facilitant des échanges interentreprises ? Quelle garantie sur la protection des secrets de fabrication enfouis dans les données de production, sur celle des données personnelles embarquées avec ces mêmes données, sur le respect des obligations réglementaires transfrontalières dans le cas du recours à un cloud public situé en dehors de l'espace national ?

Le maître mot demeure la transversalité : « *Celle des équipes, tout d'abord, pour accompagner les entreprises dans leur stratégie big data en mixant data scientists et conseillers en stratégie, opérations et risques, et celle de l'exploitation des données, ensuite, pour maximiser l'efficacité des résultats en termes de temps, de coût et de fiabilité* », rassure Romain Lamotte, data scientist chez KPMG.

### PENSER CYBERSECURITE INDUSTRIELLE

Internet des objets, MES, machines connectées, CRM, intranet... les programmes informatiques sont devenus le cœur de l'entreprise et de l'usine. Le pilotage des outils de production, leur dialogue, la mise en œuvre des réseaux logistiques, le fonctionnement des produits, la gestion de l'entreprise, l'image de la marque, tout est désormais dépendant de leur bon fonctionnement.

Or l'interconnexion de plus en plus étroite entre l'informatique d'entreprise et les systèmes de contrôle industriels fragilisent ces derniers, d'autant qu'ils utilisent nombre de technologies anciennes ou perméables par conception.

Se prémunir contre tout risque d'intrusion, de vols de données, de blocage de machines, de corruption de produits, voire de paralysie totale de l'usine est donc devenu vital. Et pourtant « *souvent les entreprises ne commencent à consentir des investissements que sous la pression réglementaire ou parce qu'elles ont déjà connu un incident de sécurité majeur* », rappelle Thierry Cornu, directeur Cybersecurity Services KPMG.

Une stratégie industrielle de cybersécurité a vocation à :

- stopper des logiciels malveillants issus de l'informatique de l'entreprise pouvant engendrer des pertes de production
- gérer les problèmes de conformité réglementaire (LPM française, directive Européenne NIS)
- empêcher toute tentative de sabotage dont les répercussions peuvent être considérables, notamment dans les cas de l'industrie pétrolière, nucléaire, de transport ou des *utilities*.

Or les sites industriels ont une vulnérabilité plus grande au risque cyber car, contrairement à l'informatique d'entreprise gérée directement par la DSI, dotée d'une véritable culture de la sécurité, les outils de production ou de gestion technique sont, généralement, opérés directement par les métiers.

Pour les responsables cybersécurité, cette transformation numérique à grande vitesse de l'outil industriel présente donc des défis majeurs, à la fois techniques et de gouvernance, et nécessite quelques pré-requis consistant à :

- instaurer un dialogue entre les informaticiens et les automaticiens pour combler leur écart culturel et réussir à décloisonner l'organisation
- établir une cartographie unique de tous les risques cyber aussi bien au niveau de l'entreprise elle-même que de ses sites industriels
- mettre en place une surveillance des risques intégrant l'aspect industriel

Les points d'entrée les plus vulnérables doivent être sous attention permanente. On peut en répertorier trois grandes catégories :

- la communication entre réseaux industriels et réseaux d'entreprise (bureautique) génère des flux informatiques ascendants et descendants (commandes, statistiques de production...) potentiellement infectés
- la connexion à distance pour la télémaintenance des chaînes de production opérée, très souvent, par des prestataires extérieurs, peut faciliter les intrusions
- tous les appareils mobiles (ordinateur de maintenance se branchant directement sur les machines, clés USB pour la mise à jour des logiciels...), se connectant via un réseau sans fil représentent également un danger

Sécuriser l'information nécessite des équipes, des process et des technologies : appréhender les trois ensemble est nécessaire pour développer un véritable management du cyber risque traitant l'entreprise dans son intégralité. C'est la raison pour laquelle, les directions générales s'emparent désormais de ce sujet.

## CAS PRATIQUE

Le directeur général d'un groupe international de chimie de la construction comptant 4 400 collaborateurs répartis dans 22 pays et 72 sites industriels a souhaité réaliser un diagnostic cybersécurité à 360 degrés. L'objectif était de prendre en compte toutes les fonctions et établissements du groupe (finance, gestion, production industrielle, communication, RH, etc) tout en s'assurant de la conformité avec toutes les obligations réglementaires.

Pour accomplir cette mission, il a été nécessaire de :

- répertorier l'ensemble des risques des réseaux et des systèmes industriels
- évaluer leur degré de sécurisation actuelle dans une optique d'incident de service informatique
- valider ces résultats avec la DG, DRH, DSI et la direction de production
- identifier les SI les plus critiques et ceux qui contiennent les données les plus vitales
- procéder à une analyse complète en visitant les data centers et usines afin d'identifier, sur le terrain, les points de vulnérabilité avec tests d'intrusion
- établir une liste d'actions prioritaires

A l'issue de ce travail, un certain nombre de solutions ont été préconisées, et notamment l'adoption d'une stratégie de sécurité commune aux différents réseaux et une meilleure segmentation entre les réseaux d'entreprise et les réseaux industriels avec le déploiement sur chaque site industriel d'un pare-feu.

## ENGAGER LES HOMMES

A quoi peuvent donc s'attendre les hommes dans le monde i4.0 de demain ?

La prolifération des robots et les progrès exponentiels de l'intelligence artificielle suscitent des craintes légitimes : les projections font état d'environ 20 à 30% des emplois industriels en jeu dans les 5 prochaines années. Corrélativement, les perspectives de gain de valeur ajoutée donnent de l'espoir. D'ailleurs, l'industrie française prévoit la création de 230 000 emplois par an jusqu'en 2025, soit 1,6 million. Et d'ores et déjà, malgré un taux de chômage à 9%, les industriels ont du mal à recruter le personnel dont ils ont besoin. Aucune mutation i4.0 ne pourra réussir sans engager les humains.

Au sein de l'usine d'abord, il modifie l'environnement de travail, l'ergonomie des postes, la nature des tâches effectuées, leur pénibilité, leur répétitivité. On prévoit ainsi de décharger l'homme de l'effort physique et de la gestion des données nécessaires au fonctionnement optimal des processus récurrents. Les opérateurs seront alors orientés vers des activités plus créatrices de valeur : préparation, pilotage et maintenance des systèmes de production automatisés, prévention et traitement des incidents, monitoring de la performance économique, sociale et environnementale. Leurs attentes et leurs besoins se modifieront et leur rapport avec l'encadrement aussi car le chef d'équipe verra ses fonctions évoluer vers plus d'animation que de contrôle, lequel sera effectué automatiquement.



Les fonctions support seront également concernées avec un focus client beaucoup plus marqué au sein des directions commerciale, marketing, et technologiques.

Quant aux RH, la formation des personnels, la gestion prévisionnelle des emplois, l'attractivité de l'entreprise auprès des nouveaux talents, l'évolution du dialogue social, la communication interne, seront autant de questions stratégiques à traiter.

L'entreprise, à tous les niveaux, devra initier une conduite du changement avec comme objectif de bâtir et diffuser une culture de l'innovation et de la responsabilisation. Aider les employés à comprendre et imaginer leur rôle dans la feuille de route i4.0 et susciter leur adhésion est un facteur essentiel de succès. Mais cette transition reste complexe à effectuer. L'acquisition d'une maturité digitale peut dépendre, au-delà de la dispense de formations, d'une plus ou moins forte appétence pour le changement ou de facteurs générationnels. Car les modifications d'organisations peuvent entraîner la coexistence de profils très différents d'âge et de compétence.

Déjà des degrés de maturité distincts apparaissent au sein des différentes industries et différentes fonctions. Dans la logistique, les entrepôts sont déjà ultra numérisés. Les activités de maintenance dans l'automobile ou l'aéronautique font souvent le grand saut digital, passant directement du papier à la réalité augmentée.

Engager les hommes vers l'i4.0 questionne donc bien la culture de l'entreprise toute entière.