

**Séminaire
Ressources technologiques
et innovation**

*organisé avec le soutien de la Direction
générale des entreprises (ministère de
l'Économie, de l'Industrie et du Numérique)
et grâce aux parrains de l'École de Paris :*

Algoé²
ANRT
CEA
Chaire "management de l'innovation"
de l'École polytechnique
Chambre de Commerce
et d'Industrie de Paris
CNES
Conseil Supérieur de l'Ordre
des Experts Comptables
Crédit Agricole SA
Danone
EADS
EDF
ESCP Europe
Fondation Charles Léopold Mayer
pour le Progrès de l'Homme
Fondation Crédit Coopératif
Fondation Roger Godino
Groupe ESSEC
HRA Pharma
IDRH
IdVectoR¹
La Fabrique de l'industrie
La Poste
Lafarge
Mairie de Paris
MINES ParisTech
Ministère de l'Économie,
de l'Industrie et du Numérique,
direction générale des entreprises
NEOMA Business School
Obifive Hr Valley²
OCP SA
Orange
PSA Peugeot Citroën
Renault
SNCF
Thales
Total
UIMM
Ylios

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

(Liste au 1^{er} janvier 2015)

À QUOI RESSEMBLERA L'USINE DU FUTUR ?

par

Michel DANCETTE

Directeur innovation et prospective de Fives

Séance du 26 novembre 2014

Compte rendu rédigé par Élisabeth Bourguinat

En bref

À travers son Observatoire des usines du futur, Fives, ingénieur et concepteur d'usines pour de nombreux secteurs industriels, nourrit la réflexion sur l'avenir de l'industrie. Fives est également copilote du plan gouvernemental de l'usine du futur, l'un des trente-quatre plans de la Nouvelle France industrielle. Ce que l'on appelle *usine du futur* existe déjà : de nombreuses technologies sont matures et mises en œuvre. Il s'agit maintenant de les diffuser largement dans le tissu industriel français et notamment auprès des PME. La grande question est de savoir ce que devient l'humain dans ce nouveau contexte : sera-t-il évacué de l'usine au bénéfice d'une surautomatisation ? Sa présence va-t-elle au contraire être réhabilitée, non seulement pour assurer le contrôle des machines mais parce que l'homme conserve l'apanage de la créativité et de l'innovation ? Telle est la conviction de Michel Dancette, directeur de l'innovation chez Fives.

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

EXPOSÉ de Michel DANCETTE

Après avoir travaillé pendant une vingtaine d'années dans le management de la recherche et du développement (R&D) chez Bertin Technologies, j'ai rejoint le groupe Fives en tant que directeur d'une des filiales. J'ai ensuite été chargé de créer un département responsabilité sociétale des entreprises (RSE) au niveau du siège. Depuis trois ans, je dirige le département d'innovation et de prospective du Groupe. C'est à ce titre que j'ai été nommé pilote du plan 34 de la Nouvelle France industrielle, *l'usine du futur*.

Histoire et activités de Fives

Fives construit des usines depuis deux cents ans. Elle tire son nom d'un faubourg de Lille où l'entreprise possédait un site qui a employé jusqu'à 5 000 personnes au début du XX^e siècle. En 1812, dans le cadre du blocus continental qui avait suspendu l'approvisionnement en sucre de canne, Napoléon demanda à une petite équipe d'entrepreneurs de réfléchir à l'extraction industrielle de sucre à partir de la betterave. Parmi eux se trouvait Jean-François Cail, qui sera à l'origine du *process* sucrier de la betterave. Aujourd'hui encore, notre filiale Fives-Cail construit des usines de production de sucre à partir de betterave et de canne à sucre.

Dans le monde de la construction d'usines, on distingue, d'un côté, les sociétés qui développent des technologies et fabriquent des machines industrielles, et de l'autre, les intégrateurs qui assemblent ces machines pour en faire des ateliers et des usines. La particularité de Fives est de pratiquer les deux activités.

Environ 25 % de nos effectifs assurent la fabrication des parties nobles des équipements que nous fournissons, et parfois des équipements complets. Dans nos ateliers de Golbey, par exemple, nous fabriquons des échangeurs cryogéniques pour la séparation des gaz. Composés de plaques assemblées à la main, ils sont ensuite traités dans un four où le brasage est piloté au degré près. Dans nos ateliers de Nancy, nous produisons des tuyauteries nucléaires pour les circuits primaires des réacteurs pressurisés européens (EPR). Nous sommes également le leader de la fabrication de rectifieuses de vilebrequins. Nos équipements permettent de produire des vilebrequins de 12 mètres de long avec une précision d'un micron.

Notre activité essentielle est cependant la conception et la construction de lignes de production et d'usines clés en main, dans des secteurs tels que la transformation des matériaux, l'énergie, et, depuis une vingtaine d'années, l'industrie manufacturière et la logistique. Nous sommes particulièrement spécialisés dans les techniques de combustion, avec la conception de fours de cimenterie, de fours de réchauffage d'aluminium ou encore de fours verriers.

Cette transversalité nous permet de développer des programmes de R&D communs à plusieurs filiales afin de les aider à se hisser au meilleur niveau technologique. Notre Groupe se caractérise par sa forte capacité d'innovation. La R&D emploie 200 personnes et a breveté une centaine d'innovations au cours des trois dernières années. Notre portefeuille compte 1 800 brevets, en particulier dans le domaine de la performance énergétique et de l'empreinte environnementale des industries de *process*.

Le Groupe comprend 80 filiales et emploie 8 000 personnes, dont la moitié en France et le reste à l'étranger, avec une présence importante aux États-Unis. Les filiales sont gérées comme des PME, ce qui leur permet de bénéficier d'une grande agilité, d'être proches de leur marché et de leurs technologies, et d'être très réactives.

L'Observatoire Fives des usines du futur

Le fait de construire des usines depuis deux siècles en ayant traversé les différentes révolutions industrielles nous donne une certaine légitimité pour réfléchir à l'avenir de l'industrie.

En 2012, à l'occasion de notre bicentenaire, nous avons fondé un cercle de réflexion baptisé l'Observatoire Fives des usines du futur, qui comprend une douzaine d'experts. Dans ce cadre, nous avons organisé une conférence de citoyens. Il s'agit d'un dispositif de démocratie participative souvent utilisé dans les pays scandinaves, pour interroger la société civile sur de grandes questions telles que le recours aux organismes génétiquement modifiés (OGM), le nucléaire, etc. Nous nous en sommes servi pour demander à un panel de citoyens à quelles conditions ils accepteraient de voir construire une usine au fond de leur jardin. L'objectif était d'analyser la réaction un peu schizophrénique que provoque la perspective de la réindustrialisation de la France : tout le monde s'émeut de la disparition des emplois industriels mais personne ne veut d'usines à proximité de chez lui. Fives a mis dix ans, par exemple, pour réussir à créer un atelier de tests de broyage, pourtant ultra propre et peu bruyant.

L'observatoire organise régulièrement des sondages sur la perception de l'industrie en France, en Chine et aux États-Unis. Les résultats révèlent, entre autres, que les Français estiment être insuffisamment informés sur les enjeux de l'industrie et les projets industriels. Ils ont le sentiment qu'« *on leur cache des choses* », ce qui constitue probablement l'un des freins à la réconciliation de la société civile française avec son industrie.

De multiples enjeux pour l'usine du futur

L'usine du futur telle que nous la concevons répond à de multiples enjeux.

Compétitivité

La plupart des programmes consacrés à l'usine du futur dans le monde émanent de pays développés, notamment les pays d'Europe, dans le cadre du programme Horizon 2020, et les États-Unis. On peut y voir un sursaut des pays vieillissants pour rendre leur industrie à nouveau compétitive.

Performance

L'usine du futur doit permettre d'atteindre une meilleure performance, ce qui nécessite de s'intéresser à la fois à l'interface utilisateur, à la machine elle-même, à la ligne de production, à l'usine complète et enfin à son insertion dans sa chaîne de valeur et dans son écosystème.

Diversification

Nous construisons actuellement des usines de production de tôles d'acier dont l'espérance de vie est de trente ans, alors que nos clients ne savent souvent pas quels produits ils fabriqueront dans trois ans. Les outils de production doivent donc être aussi versatiles et reconfigurables que possible. Ils doivent également permettre de fabriquer simultanément des produits très variés. Une même ligne de fabrication doit pouvoir fournir des tôles pour l'automobile aussi bien que pour la carrosserie de lave-vaisselle, malgré des cycles thermiques très différents. Nous venons de construire pour Jaguar une ligne permettant d'assembler à la fois des "mini", des 4x4 et des voitures de sport, ce qui nécessite d'adapter les outils de convoyage et de prévoir en bord de ligne l'approvisionnement de toutes les pièces en flux tendu.

Transition énergétique et performance environnementale

L'usine du futur doit également répondre à des enjeux de performance environnementale et s'inscrire dans les objectifs de transition énergétique.

Attractivité des emplois industriels

Je me trouvais récemment en Picardie, région où un millier de postes d'ingénieurs, de techniciens et d'ouvriers ne sont pas pourvus. Pourtant, les conditions de travail ont considérablement évolué et, aujourd'hui, il est beaucoup plus gratifiant, en termes de sens et

de lien social, de travailler dans une usine que dans les services. Mais l'industrie continue à pâtir de l'image véhiculée par la littérature depuis Zola. L'usine du futur doit réussir à transformer cette image.

Insertion dans la communauté de vie

Dans la mesure où elles deviennent plus flexibles, plus petites, plus responsables sur le plan environnemental, les usines doivent pouvoir se rapprocher des villes, ce qui réduira le problème crucial des transports.

Réhabilitation de l'homme dans l'usine

Contrairement à l'idée reçue selon laquelle l'automatisation exclut l'homme, l'usine du futur doit permettre la réhabilitation de l'homme dans l'usine.

De nouvelles technologies pour répondre aux enjeux

Les nouvelles technologies permettent de rebattre complètement les cartes de la compétitivité et d'ouvrir de nouvelles opportunités aux pays développés, à la fois dans les industries émergentes et dans les industries plus traditionnelles.

Révolution numérique

La révolution numérique est une composante essentielle et même fondatrice de l'usine du futur. Les capteurs embarqués sur les machines et les produits permettent de connaître en temps réel l'état de l'outil de production. Les moyens de calcul, la transmission des données via Internet et les terminaux mobiles permettent de "virtualiser" l'usine et d'optimiser sa conception, son fonctionnement, sa reconfiguration éventuelle et sa maintenance.

Dans l'usine du futur, les machines sont connectées à leur chaîne d'approvisionnement, ce qui permet la mise à jour permanente de la production ; mais aussi entre elles, ce qui assure la gestion en continu de la production ; avec les autres usines, de façon à optimiser les consommations ou encore les maintenances ; et bien sûr avec les hommes, ce qui contribue à l'amélioration continue des processus grâce à l'interaction homme-machine.

Les fours de réchauffage Digital Furnace®, destinés à réchauffer les tôles d'acier avant le laminage à chaud, comprennent trois cents brûleurs pilotés de façon numérique. Les séquences d'allumage et d'extinction sont optimisées par rapport à la charge thermique, l'uniformité de température, l'efficacité de la combustion, l'émission d'oxydes d'azote. Ces fours peuvent être pilotés de l'extérieur de l'usine grâce à un système de sécurité sophistiqué qui évite une prise de contrôle par des tiers.

Le numérique permet aussi d'affiner le pilotage économique. Les usines de canne à sucre produisent à la fois du sucre, de l'éthanol (par fermentation du jus sucré ou des mélasses) et de l'électricité (grâce à la combustion de la bagasse, résidu de la production de sucre). Les cours du sucre, de l'éthanol ou de l'énergie variant de façon importante dans certains pays, le pilotage numérique permet d'optimiser la production de l'usine au jour le jour, en mettant l'accent soit sur le rendement en sucre, soit sur la production d'éthanol, soit sur l'efficacité énergétique.

Nouveaux matériaux

Les nouveaux matériaux, qu'il s'agisse de composites ou de nanomatériaux, offrent également des opportunités pour l'usine du futur. Actuellement, les avions sont fabriqués à 50 % en matériaux composites. C'est loin d'être le cas encore dans l'automobile, mais les constructeurs et équipementiers y travaillent, avec l'objectif d'alléger les véhicules et de réduire la consommation de carburant.

Fabrication additive

La fabrication additive, ou impression 3D, permet de s'affranchir de nombreuses contraintes de l'usinage classique, mais elle est encore marginale. L'objectif est de passer à la fabrication industrielle de pièces en acier, en aluminium ou en titane qui présenteront des caractéristiques équivalentes à celles obtenues par les techniques de production classique. Ce n'est vraisemblablement pas pour tout de suite et nous continuerons à voir des copeaux dans les ateliers pendant des années encore. Mais ces techniques représentent d'ores et déjà un complément très intéressant par rapport à l'usinage classique.

Éco-conception

L'éco-conception est en train de devenir la norme pour la fabrication de machines. Chez Fives, par exemple, nous avons mis au point un système de broyeur pour cimenterie qui fonctionne par compression de lit de matière, un peu à l'image du rouleau à pâtisserie. Cette technologie nous permet d'économiser 30 % de consommation d'énergie par rapport aux méthodes classiques. Nous avons également imaginé des cimenteries fonctionnant sans eau, ce qui nous a permis d'en construire une dans une région désertique du Mexique.

Notre brûleur Novaflam fonctionne avec des combustibles alternatifs (pneus, biomasse, déchets ménagers, voire déchets hospitaliers) et permet d'optimiser l'efficacité par rapport aux combustibles classiques (gaz ou fioul), tout en maîtrisant les rejets d'oxyde d'azote (NOx).

Autre exemple, nous avons construit une ligne de tôles d'acier à haute limite élastique, dans laquelle les tôles sont réchauffées puis trempées de façon à figer des caractéristiques métallurgiques intéressantes. L'objectif est d'économiser 15 % sur la consommation des voitures grâce à des tôles ultra légères mais aussi résistantes que les tôles précédentes. Cette qualité s'obtient grâce aux nouveaux procédés mais aussi au contrôle des commandes tout au long de l'histoire mécanique et thermique de la tôle, sur une ligne qui mesure parfois un kilomètre de long.

Beaucoup de progrès restent cependant à faire dans le génie des procédés, y compris pour des *process* classiques de récupération d'énergie ou encore de recyclage et d'économie circulaire entre différentes usines.

Cobotique et réalité augmentée

L'usine des *Temps modernes* est révolue. De nombreuses technologies sont actuellement développées pour trouver un juste milieu entre le tout automatique et le tout manuel, et la France est en pointe dans ce domaine. La "cobotique" (coopération entre l'homme et le robot) allège la pénibilité du travail, et la réalité augmentée permet de guider l'opérateur dans la recherche d'informations, les gestes à accomplir, la vérification des pièces et de leur montage. Sur une ligne d'assemblage automobile, par exemple, l'opérateur est assisté par les robots pour faire entrer la planche de bord dans l'habitacle en évitant tout choc qui pourrait l'endommager. Le confort de l'opérateur en est amélioré et le taux de rebut réduit.

La Société alsacienne de meubles (SALM) fabrique pour les cuisines Schmidt et Cuisinella des panneaux complètement personnalisés (emplacement des portes, couleurs, etc.). La découpe des planches est optimisée par rapport aux commandes pour éviter les chutes. Puis les robots récupèrent les panneaux et préparent les commandes ainsi que l'emballage afin que les clients reçoivent leurs meubles en un temps record. Grâce à cette automatisation, l'entreprise a gagné en compétitivité et développé son chiffre d'affaires, ce qui lui a permis d'embaucher 70 personnes, sur des emplois plus qualifiés qu'à l'époque où les salariés devaient trier et transporter les panneaux de façon manuelle.

Les opérateurs deviennent les superviseurs de l'atelier de production. Ils sont libérés des tâches pénibles ou aidés par les robots pour les réaliser, et peuvent se consacrer à vérifier la qualité finale des produits et l'état des machines.

Le plan 34 de la Nouvelle France industrielle

En septembre 2013, Arnaud Montebourg a lancé un programme destiné à revitaliser le tissu industriel français et baptisé La Nouvelle France industrielle. Il comprend 34 plans, dont certains sont dédiés à des filières (énergies renouvelables, bois...), d'autres à des technologies transversales (*Big Data, Cloud computing...*), d'autres encore à des objets précis (TGV du futur, avion électrique...). Le plan 34 est consacré à l'usine du futur et nous avons été choisis pour le copiloter avec Dassault Systèmes. Ce plan part du constat qu'au-delà du choix de développer telle ou telle filière, la qualité de l'outil industriel proprement dit est fondamentale pour la compétitivité de l'industrie française.

Trois objectifs

Le premier objectif du plan consiste à renforcer la compétitivité des filières, avec des enjeux qui peuvent varier d'un secteur à l'autre. Pour l'aéronautique, il s'agit essentiellement d'augmenter les cadences : avec l'A350, la visibilité est d'au moins cinq ans pour l'ensemble de la chaîne industrielle, mais les sous-traitants de rang un et deux doivent multiplier par dix le nombre de pièces produites d'ici 2018. Pour l'industrie automobile, il s'agit plutôt d'accroître la variété des options et la flexibilité des usines. C'est pourquoi nous travaillons sur des concepts d'usines qui peuvent être reconfigurées ou au contraire dupliquées très rapidement. Dans l'agroalimentaire, la compétitivité passe par l'amélioration de la qualité, de la traçabilité et de l'efficacité énergétique.

Le deuxième objectif du plan vise à renforcer la compétitivité de l'outil productif, en particulier celui des PME. La France est très en retard en matière de robotisation, que ce soit par rapport à l'Allemagne ou même par rapport à l'Italie.

Le troisième objectif tend à accroître la compétitivité des fournisseurs de machines industrielles et de lignes de production. L'offre technologique est actuellement en pleine mutation, en particulier grâce au développement du numérique et des nouveaux matériaux. Encore faut-il aider les équipementiers existants et les start-up à en tirer le meilleur parti et, pour cela, mettre en place des plateformes de R&D.

Lignes pilotes

Dans le cadre de ce plan, vingt projets de lignes industrielles pilotes ont été retenus, dont neuf en première vague. Trois lignes de composites vont être mises en place dans des usines du secteur de l'aéronautique, de l'automobile et des éoliennes offshore. Une ligne de production centrée sur l'homme sera déployée chez Renault à Flins. Un autre projet concerne l'assistance au soudage sur des chantiers navals, qui représentent un énorme enjeu car la France est plutôt bien placée dans ce domaine, mais doivent gagner en compétitivité. Air Liquide va travailler sur l'automatisation d'unités de conditionnement de bouteilles de gaz liquide. Deux projets portent sur des programmes 5E (efficacité énergétique et empreinte environnementale des entreprises), l'un dans l'agroalimentaire, l'autre dans les cimenteries. Enfin, Safran travaille sur la technologie MIM (moulage par injection de métal).

Appels à projets

Six thématiques ont été définies pour les appels à projets qui seront lancés par l'État : virtualisation et internet des objets ; "transitique" (c'est-à-dire optimisation des flux) et robotique de *process* ; fabrication additive et procédés avancés de fabrication ; contrôle non destructif ; composites et nouveaux matériaux (avec notamment un travail sur les poudres utilisées dans la fabrication additive) ; place de l'homme dans l'usine, cobotique et réalité augmentée.

Programmes régionaux d'excellence industrielle

L'une des missions du plan 34 est de renforcer la compétitivité des PME dans les territoires. Nous avons prévu un travail d'accompagnement en trois phases : une démarche de sensibilisation visant à toucher 10 000 PME ; une phase de diagnostic qui devrait être menée auprès de 2 000 PME, sur la base des 27 axes technologiques ou organisationnels identifiés comme des leviers de compétitivité ; une aide à l'investissement grâce à divers mécanismes financiers mis en place par l'État, avec une dotation d'un milliard d'euros environ.

Trois ans pour agir

La mise en œuvre du plan doit se faire d'ici la fin 2017. L'avènement de l'usine du futur ne passera pas par une révolution, mais plutôt par un changement de rythme et d'échelle d'une évolution qui correspond à une tendance de fond.

DÉBAT

Coordonner quatre-vingts filiales

Un intervenant : *Comment le groupe Fives réussit-il à coordonner ses quatre-vingts filiales et les différents métiers qu'elles exercent ?*

Michel Dancette : Chacune des filiales a un périmètre technologique et géographique bien défini (par exemple, "les systèmes de tri postal pour l'Europe") et elle est autonome dans sa gestion. Leur taille moyenne est de 150 salariés, ce qui les rend très agiles et proches de leurs clients.

Des divisions opérationnelles (métal, ciment, automobile et aéronautique, énergie, logistique) permettent de consolider le Groupe et de coordonner le développement du business. La structure centrale, très légère, comprend les directions marketing, juridique, innovation, ressources humaines, etc. Je pilote la direction de l'innovation, qui aide les filiales à rédiger les brevets, analyse les offres de la concurrence, définit des programmes de recherche communs, crée des clubs transversaux de compétences, gère les relations avec les grands organismes de recherche, comme CEA Tech, ou avec des structures comme l'Institut de recherche technologique Jules Verne ou le pôle Systematic.

Int. : *Ces filiales se consacrent-elles uniquement à l'engineering ou fabriquent-elles également des machines ?*

M. D. : En général, elles font l'un et l'autre. Fives FCB, par exemple, fabrique des broyeurs et des fours pour la cimenterie et réalise des usines clés en main. Elle vient d'obtenir la commande d'une usine de 300 millions d'euros en Algérie. Il n'est pas nécessaire d'être un groupe de plusieurs milliers de personnes pour construire une usine. Nous avons une grande expérience, des équipes stables et compétentes et, par ailleurs, nous sous-traitons une partie des études de détail, par exemple pour les charpentes et le génie civil.

Implanter une usine

Int. : *Je suis surpris que vous ayez eu du mal à trouver un site pour créer votre atelier de tests de broyage. On a le sentiment, au contraire, que de nombreux territoires font tout pour attirer des entreprises.*

M. D. : Ils sont souvent à la recherche de repreneurs pour des sites industriels existants. En revanche, implanter une nouvelle usine s'apparente généralement à un parcours du combattant.

Le futur est déjà là

Int. : *Votre exposé m'a laissé un peu sur ma faim. Je m'attendais à ce que vous nous fassiez rêver comme lorsqu'on nous parlait de l'an 2000, il y a trente ans. En réalité, ce que vous nous avez décrit existe déjà. De très nombreuses PME sont extrêmement flexibles. Elles travaillent au jour le jour, en fonction des commandes qui leur arrivent et qu'elles réalisent en vingt-quatre ou quarante-huit heures. Un patron de PME m'a expliqué que cela fait déjà seize ans qu'il travaille sans carnet de commande.*

M. D. : L'usine de demain et ses technologies existent effectivement déjà. L'objectif est de les diffuser largement. Dans la plus grande partie du tissu industriel, la marge de progrès est considérable.

La valeur économique de la flexibilité

Int. : *J'ai été très intéressé par l'exemple de l'usine de canne à sucre et de l'arbitrage entre trois types de production en fonction de la variation des cours. Dans cette approche, l'incertitude n'est pas considérée comme un risque, mais comme une opportunité.*

Mais en général, les contrôleurs de gestion détestent l'incertitude. Ils préfèrent que les budgets aient un caractère pratiquement prédictif et contractuel. Par ailleurs, ils estiment que la maximisation de la valeur s'obtient essentiellement par la réduction des coûts. Or, une usine flexible est nécessairement plus coûteuse qu'une usine traditionnelle.

Le monde de la finance a inventé le concept d'option et, dans les années 1970, quelques chercheurs ont utilisé cette notion à propos de l'approvisionnement en ressources naturelles ou encore de la flexibilité de l'output. Ces recherches n'ont malheureusement pas été poursuivies.

M. D. : Le prix des inputs (énergie, matières premières) est généralement subi, alors que disposer d'une certaine flexibilité sur les outputs permet de profiter d'opportunités. Notre métier consiste à concevoir des usines agiles, capables de s'adapter rapidement à différentes situations. Leur flexibilité peut s'exercer à l'échelle de la seconde, lorsqu'il s'agit de passer d'un véhicule à l'autre ; de la minute, lorsque l'on passe de la fabrication d'un type de tôle à un autre type ; de la journée, comme dans l'exemple de l'usine de canne à sucre ; ou encore de l'année, lorsqu'on décide de réduire la production d'une ligne ou au contraire de la dupliquer.

Pour mettre en œuvre ces solutions, encore faut-il avoir les bons interlocuteurs dans l'entreprise. Il y a dix ans, nous avions essentiellement affaire aux acheteurs. Leur seul critère était l'optimisation financière à court terme. Aujourd'hui, la tendance est de nouveau à ce que les industriels mènent une réflexion stratégique et la partagent avec leurs fournisseurs.

Le devenir des emplois

Int. : *Dans les pays en développement, dont la démographie est souvent galopante, le problème n'est pas la surautomatisation des usines mais plutôt le fait d'offrir à la population le plus grand nombre d'emplois possible. Il ne s'agit pas pour autant de promouvoir le modèle des usines Apple en Chine, avec des quasi esclaves travaillant douze heures par jour, sept jours sur sept.*

Entre cette option et celle d'usines entièrement automatisées, est-il possible de trouver un juste milieu ?

M. D. : Pour le moment, la thématique de l'usine du futur concerne surtout les pays développés, même si la Chine s'intéresse aux nouvelles technologies. Par ailleurs, des pans entiers de l'économie resteront gros consommateurs de main-d'œuvre. On commence à parler de construire des immeubles en 3D, mais ce n'est pas pour demain...

Même parmi les pays développés, il est probable que l'on verra coexister des usines à plusieurs vitesses. Certains pays vieillissants, comme l'Allemagne et le Japon, manquent de main-d'œuvre. D'autres connaissent une démographie plus dynamique, comme la France et les États-Unis, et ont besoin d'emplois. D'où l'idée, dans ces pays, de proposer des postes collaboratifs plutôt que de tout automatiser.

Int. : *Certaines fonctions traditionnelles risquent d'être fortement ébranlées par le nouveau modèle, avec des conséquences sociales considérables. Que vont devenir le contrôleur de gestion industrielle ou le responsable des approvisionnements ?*

M. D. : J'ai sans doute été trop elliptique sur la dimension humaine de l'usine du futur, qui est fondamentale. Je suis convaincu qu'il est inutile de se lamenter sur le fait que des emplois risquent de disparaître et des usines de fermer. L'usine ne peut pas créer d'emplois si elle ne développe pas ses marchés.

Il existe deux leviers pour créer des emplois industriels. Le premier consiste à imaginer des postes de travail reposant sur une collaboration entre l'homme et la machine, le deuxième, à développer l'activité et à créer des lignes de production dans notre pays au lieu de les délocaliser. L'intensité de l'emploi par rapport à l'activité continuera peut-être à régresser, mais l'augmentation de l'activité entraînera celle du nombre d'emplois en valeur absolue.

L'augmentation de la valeur ajoutée des produits grâce à la diversification et aux services associés va également être créatrice d'emplois. Il n'est pas évident que la chimie de base ait encore un avenir en Europe dans vingt ans ; en revanche la chimie de spécialité, enrichie de nouveaux usages et de nouveaux services, y aura certainement sa place.

La même évolution est prévisible dans tous les domaines, où les produits finaux seront "encapsulés" dans des services globaux répondant à de nouveaux besoins et aux attentes sociales en termes de changement climatique, de vieillissement de la population, etc.

Certaines des fonctions actuelles vont être enrichies du fait de cette évolution, et de nouveaux métiers vont apparaître, soit dans l'usine elle-même, soit plus généralement dans l'entreprise.

Les qualifications des futurs emplois

Int. : *Quel niveau de qualification demanderont les futurs emplois ? Que deviendront les salariés actuels ?*

M. D. : Les nouvelles générations n'ont aucun mal à s'approprier les nouveaux outils, d'autant que, contrairement à ce qui s'était passé lors des grandes révolutions précédentes, la révolution numérique a commencé dans les foyers et dans les services, et non dans l'industrie, qui a pris du retard dans ce domaine. Même des ménages modestes ont accès à la technologie. Une des façons de rendre l'industrie plus attractive consiste d'ailleurs à mettre en valeur l'utilisation du numérique dans les usines.

En revanche, les salariés plus anciens sont parfois effrayés par l'arrivée du numérique. Nous avons vécu la même difficulté dans les bureaux d'étude, lorsqu'il a fallu passer de la planche à dessin à la CAO (conception assistée par ordinateur). La plupart des gens ont fait l'effort de se former et il n'y a pas eu de déperdition massive. J'ai bon espoir que la transition se passe bien pour la plupart des ouvriers français, qui sont déjà qualifiés.

Encore faut-il les accompagner, à la fois en termes de formation technique et de management. Le rôle du *middle management* va devoir évoluer. Chez Michelin, 1 500 salariés sont en train de travailler sur ces questions. Je suis convaincu qu'il existe énormément d'intelligence dans le tissu salarial des ateliers et des usines. L'important est de le mobiliser pour éviter de se trouver devant des conflits dont la seule issue serait soit la fermeture de l'usine, soit son automatisation complète.

Et les métiers traditionnels ?

Int. : *Est-on certain que l'usine du futur n'emploiera que des personnes qualifiées ? Actuellement, on entend surtout parler de pénurie dans les métiers traditionnels comme ceux de soudeurs ou de chaudronniers. S'agit-il d'un problème transitoire ou d'une difficulté durable ?*

M. D. : Chez Fives, 25 % des salariés travaillent dans les ateliers et nous sommes, nous aussi, confrontés à la pénurie de soudeurs. Faute de trouver suffisamment de personnes formées sur le marché, nous avons dû créer notre propre école de soudure. Il est certain que cette pénurie

représente un frein au développement de l'industrie et à la création d'emplois. En revanche, il faut concevoir des formations en "juste à temps" car par le passé, il est arrivé que l'on forme des gens à tel ou tel métier et qu'ils ne trouvent pas d'emploi.

Int. : *On estime qu'en 2030, 65 % des personnes qui sont actuellement dans les universités ou les écoles exerceront des métiers qui n'existent pas encore aujourd'hui. Comment l'université ou les écoles pourraient-elles les leur enseigner ? Il faut nécessairement que ce soient les industriels qui prennent en charge ces formations.*

Int. : *Une étude a montré que sur une fenêtre de trois ans, 60 % des cadres suivent une formation, contre 36 % des ouvriers. Je suis donc moins inquiet sur le recyclage des contrôleurs de gestion et du management intermédiaire que sur celui des ouvriers...*

La socio-technique

Int. : *Vous avez beaucoup parlé des aspects technico-économiques de l'usine du futur mais pas beaucoup de l'évolution des systèmes de gestion et d'organisation, ou de ce que l'on appelait jadis la socio-technique. Il arrive trop souvent que des investissements restent improductifs parce que l'on n'a pas intégré en amont la réflexion sur l'humain et la façon de travailler avec les nouveaux équipements. Il serait judicieux d'associer les directions des ressources humaines à toutes ces réflexions, et de ne pas les cantonner à l'accompagnement social des restructurations qu'imposera la transition vers l'usine du futur...*

M. D. : Notre Groupe est centré sur les technologies plus que sur l'organisation des usines. Cela dit, lorsqu'on nous commande une nouvelle machine, nous essayons de ne pas écouter uniquement les acheteurs et de veiller aussi à interroger les opérateurs. De façon générale, je constate chez les industriels une vraie prise de conscience sur le fait qu'ils ne pourront pas améliorer l'efficacité de leur outil de production sans réengager fortement leur personnel.

Nous avons récemment organisé une réunion sur le thème de l'usine du futur avec le département des sciences humaines du CNRS, et nos interlocuteurs ont décidé de lancer un appel à manifestation d'intérêt centré sur ces thématiques.

Quelle échelle de temps ?

Int. : *En Allemagne, pays le plus avancé dans la mise en œuvre de l'usine du futur, on parle d'une révolution numérique, ce qui évoque l'idée d'une mutation rapide. En réalité, il s'agit d'un changement de paradigme dont la mise en œuvre va forcément prendre du temps. Quel est, selon vous, le degré d'urgence à entrer dans cette démarche d'usine du futur ? Parle-t-on de trois ans ou de vingt-cinq ans ?*

M. D. : La révolution numérique est une composante importante de l'usine du futur, à la fois par les technologies qu'elle apporte et parce que toutes les autres technologies ont besoin du numérique. Mais elle n'est pas la seule composante. Nos amis de Dassault Systèmes ont tendance à partir d'une vision purement numérique de l'ensemble de l'industrie pour en venir aux usines physiques. De notre côté, nous préférons partir de la machine et des opérateurs pour voir comment, grâce au numérique, on peut améliorer et enrichir la production, développer des services, etc. Les deux approches sont complémentaires.

J'ignore combien de temps prendra la transition vers l'usine du futur, mais une chose est sûre : il y a urgence à revitaliser le tissu industriel français. J'ai évoqué un planning de trois ans. La phase de diagnostic des PME a commencé et beaucoup de régions ont déjà lancé des appels à projets. L'État a confirmé il y a quelques jours le budget d'un milliard d'euros pour soutenir les efforts des PME. Il est indispensable de relancer l'investissement de façon massive dans les PME et de disposer rapidement des vitrines technologiques qui témoigneront de la vitalité de notre tissu industriel.

Le rêve, la vigilance et la bienveillance

Int. : *Trois ingrédients sont indispensables pour faire fonctionner une usine. Le rêve, qui est à l'origine de toutes les grandes inventions modernes, comme le fait de faire voler des objets plus lourds que l'air ; la vigilance, indispensable pour parer la multitude de défaillances possibles sur un objet aussi complexe qu'une chaîne d'assemblage automobile ; et la bienveillance, c'est-à-dire l'estime dont chacun a besoin pour avoir envie d'aller travailler. Ces trois ingrédients sont absents des recherches académiques. Ils ont été présents aux franges de votre exposé, mais jamais au centre...*

M. D. : Je n'ai peut-être pas suffisamment insisté sur ce point, mais je suis convaincu que l'humain doit être au centre de l'usine. La présence humaine est indispensable pour s'assurer qu'une ligne d'assemblage fonctionne alors que les mathématiques prédisent le contraire. Le rôle des opérateurs qui sont au contact de la machine et peuvent sentir le bruit, les odeurs, les vibrations qu'elle produit, est irremplaçable. L'intervention des hommes sur la ligne de production est également indispensable pour améliorer ces lignes et innover. La créativité et l'innovation restent l'apanage de l'homme, même si la machine peut lui apporter une aide considérable dans cette démarche. C'est pourquoi l'homme doit être au cœur de l'usine du futur, non comme un élément qu'on y rajouterait a posteriori, mais comme le noyau à partir duquel tout se construit.

Présentation de l'orateur :

Michel Dancette : diplômé de l'École polytechnique et de l'École des mines de Paris, il se consacre d'abord au management de l'innovation pendant près de vingt ans chez Bertin Technologies, avant de rejoindre le groupe Fives en 1996, comme directeur opérationnel de filiales ; puis il rejoint le siège du Groupe en 2008, pour y créer le département responsabilité sociétale des entreprises (RSE) ; il dirige chez Fives l'innovation et la prospective ; il pilote par ailleurs le programme usine du futur de la Nouvelle France industrielle.

Diffusion janvier 2015