

LAB
AIR LIQUIDE

LE NUMÉRIQUE,
AU COEUR
DE L'INDUSTRIE

(photo ci-contre) Connect, le projet pour lequel Air Liquide va investir 20 millions d'euros d'ici 2017, s'inscrit dans la transformation numérique du groupe et repose sur l'introduction de nouvelles technologies dans le travail quotidien des équipes. Tel est le cas ici de ce collaborateur portant des lunettes connectées.

Le numérique est partout, dans notre vie de tous les jours, au travail, dans nos loisirs.

Il est aussi en train de bouleverser les secteurs industriels classiques, leurs marchés, leurs business models.

Le terme « ubérisation » est entré dans le langage commun. Il démontre que le numérique crée des ruptures, tant dans la relation client et la désintermédiation que dans le positionnement stratégique.

Dans le monde de l'entreprise, le numérique impacte l'ensemble de l'organisation : les modes de travail, le fonctionnement interne, les activités industrielles.

Comme le souligne Max Blanchet dans son analyse (pages suivantes), c'est bien plus qu'une évolution, c'est une révolution.

Dans ce dossier, Centrale Numérique et Supélec Numérique s'associent pour rassembler, sous forme de témoignages, des contributions de Centraliens et Supélec à la transformation numérique actuellement en cours dans l'industrie.

Nous démontrons par là même la pertinence et la pérennité des formations d'ingénieurs Centrale et Supélec pour appréhender et conduire ces mutations.

Les témoignages traitent des trois thèmes formant les différents aspects de cette révolution :

- le numérique au cœur des stratégies industrielles, produits et marchés,
- le numérique au cœur d'une relation client de bout en bout,
- le numérique comme vecteur de transformation interne des entreprises.

La révolution numérique est en marche. Elle impacte ou va impacter tous les secteurs de l'industrie. CentraleSupélec est au cœur de cette transformation.

Les groupements Centrale Numérique et Supélec Numérique, qui fonctionnent maintenant comme un seul groupement, vous proposent tout au long de l'année des événements et témoignages permettant de comprendre les différents aspects de cette transformation, technologiques, business ou sociétaux, et d'éclairer les positionnements des différents acteurs, historiques ou nouveaux entrants, et leurs évolutions. ■



Jean-Louis Constans
(Supélec 87),



Mamy Ravelojaona
(Supélec 98),



Marc Uszynski (85),

Membres du bureau CentraleSupélec Numérique et coordinateurs, avec **Céline Jacquot**, de ce dossier.

Sommaire

- p 20 L'industrie 4.0, du buzz à la réalité**
Max Blanchet (91)
- p 22 L'innovation dans l'automobile à l'heure du numérique**
Simon Hougard (02)
- p 24 La DSI, fer de lance de la transformation digitale**
Frédéric Charles (Supélec 89)
- p 26 L'entreprise numérique au service de la performance opérationnelle**
Bertrand Eteneau (83) et Jean-Michel Renaudie (Supélec 90)
- p 28 Le digital, un accélérateur de performances**
Olivier Delabroy (92)
- p 30 Les processus industriels, du produit au système**
Jean-Louis Constans (Supélec 87)
- p 31 Le big data au service du développement durable de l'aérien**
Alexandre Feray (92)

L'industrie 4.0, du buzz à la réalité

L'industrie 4.0 est le marqueur d'une nouvelle révolution industrielle, la quatrième. Tirant parti de la digitalisation, de l'interconnexion et de l'intelligence artificielle, elle peut faire renaître une industrie compétitive, durable et créatrice de valeur. Max Blanchet (91), senior partner au sein du cabinet Roland Berger, nous explique en quoi cette révolution transforme l'approche industrielle, remodèle le travail et risque de provoquer un vaste mouvement de destruction, mais aussi de recréation d'activités.

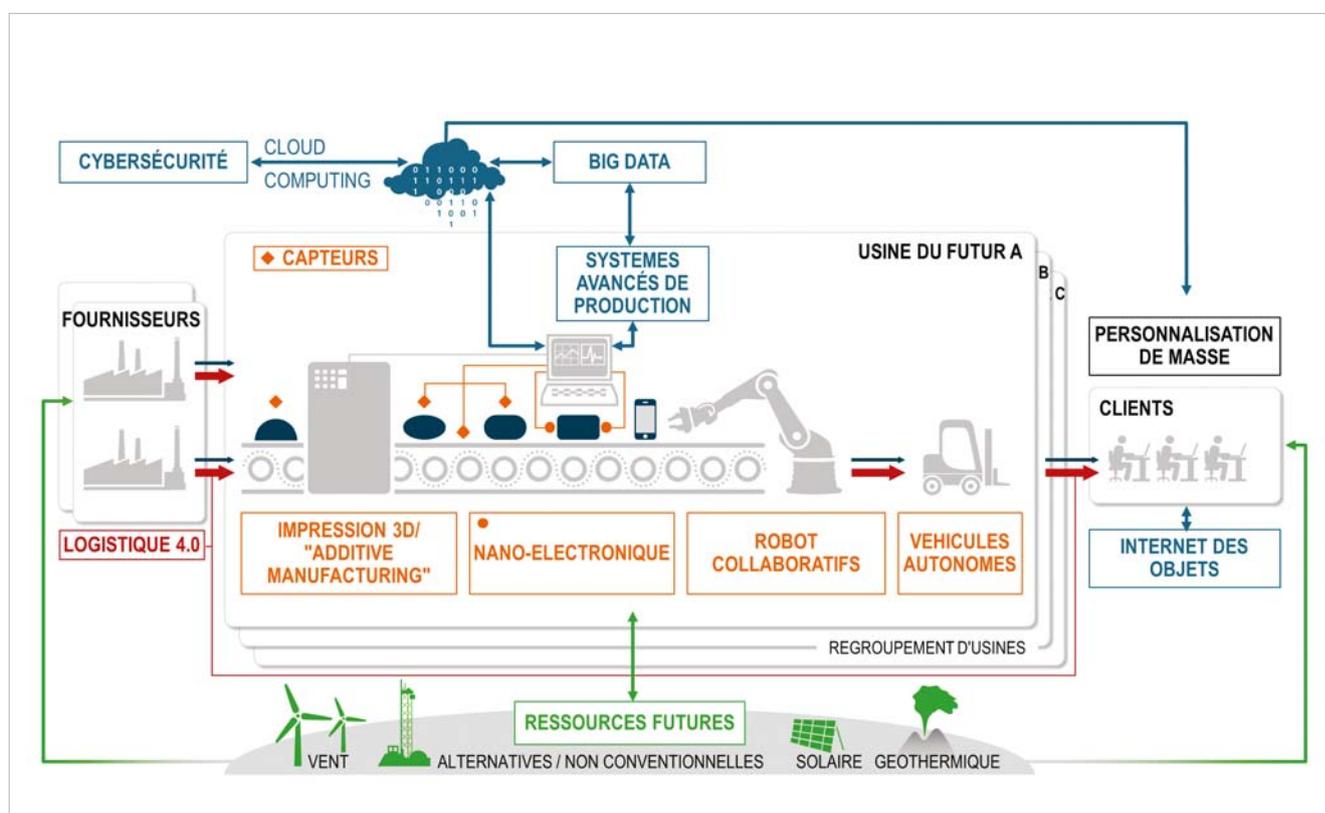


Schéma de l'usine du futur (source : Roland Berger).

Partie d'Allemagne fin 2012, la vague de l'industrie 4.0, quatrième révolution industrielle, est désormais mondiale. En France, c'est l'Alliance industrie du futur¹ qui est chargée de promouvoir le déploiement de ces nouvelles technologies, combinant automatisation, Internet des objets et intelligence artificielle. La plupart des briques technologiques sont maintenant disponibles et testées *via* de nombreux projets : jumeau virtuel d'usine, machines connectées et intelligentes, Internet industriel, cybersystèmes de production, impression 3D, cobot, systèmes d'AGV, produits connectés, digitalisation de la relation client, etc. Ce qui est aujourd'hui en jeu n'est

pas tant la technologie que la rupture majeure de notre modèle industriel.

Une industrie moins capitalistique et plus rentable

L'industrie passe en effet d'une logique de production de masse à celle de personnalisation de masse. Elle ne repose plus sur les effets d'échelle et de volume, mais sur une production flexible et localisée plus près de ses marchés. Elle fabrique « à la demande » et ne fait plus de stocks. Cela suppose une adaptation dynamique de l'appareil industriel et beaucoup moins de temps d'arrêt liés aux changements de produits. Ce process industriel est davantage prédictif et autocorrectif. Cela

permet de produire au plus juste, du premier coup, et de réduire ainsi la consommation de matières, mais aussi les interruptions dans la chaîne, les rebuts et la non-qualité. L'industrie 4.0 place l'usage et non plus le produit au cœur de sa logique.

De même, elle passe d'une organisation du travail rigide, héritée du taylorisme, à une organisation flexible, avec à la clé une plus grande qualité du travail. La conséquence économique est ainsi une moindre consommation de capital engagé, à volume égal par ailleurs. L'investissement requis dans les nouvelles technologies est compensé par la meilleure utilisation de l'actif, ce qui au total

réduit l'intensité capitaliste globale. Un cobot est beaucoup moins cher qu'un robot. Le prix des capteurs s'effondre, la virtualisation unifie l'informatique et réduit les coûteuses interfaces, la formation aux nouveaux outils est plus rapide, etc. L'automatisation n'est pas là pour réduire les coûts comme lors de la précédente révolution industrielle, mais plutôt pour permettre au système de gérer une complexité non gérable par une équipe humaine.

Par cette approche, on réduit considérablement la sous-exploitation de l'actif industriel. Ainsi aujourd'hui, pour diverses raisons, on estime que 30 à 40 % des capacités industrielles ne sont pas utilisées. Une simulation réalisée dans une usine d'équipements automobiles a permis de montrer qu'un virage vers une logique 4.0 permettait d'accroître le retour sur capital engagé (ROCE) de 15 à 40 % et la marge de 6 à 12 %. Dans cette projection, le taux d'utilisation de l'usine passe de 65 à 90 %, avec 30 % de machines en moins et une réduction de 50 % des effectifs – les emplois étant recréés par ailleurs.

Une nouvelle donne industrielle

Le passage à l'industrie 4.0 présente également un enjeu macro-économique majeur. Lors des vingt dernières années, les « nouveaux pays industriels », qui génèrent la moitié de la valeur ajoutée industrielle dans le monde, ont créé 125 millions d'emplois, tandis que l'industrie européenne et américaine en ont chacune détruit 5 millions ! Dès lors, l'industrie 4.0 apparaît pour les pays développés comme une formidable



Max Blanchet (91)

Senior partner au sein de Roland Berger, cabinet spécialisé dans l'industrie, il codirige le centre de compétence

mondial sur l'amélioration de la performance opérationnelle ainsi que la task force sur l'industrie 4.0. Il est l'auteur de l'ouvrage *L'Industrie France décomplexée* et de *Industrie 4.0 : nouvelle donne industrielle, nouveau modèle économique*.

opportunité de faire renaître une industrie locale forte. L'Allemagne, inventeur du concept « industrie 4.0 », y voit un double enjeu national : défensif d'une part, pour préserver sa valeur ajoutée industrielle et son modèle exportateur en étant davantage flexible face aux crises mondiales, et offensif d'autre part, pour développer son leadership en fournissant des solutions 4.0 au monde. L'industrie française, *a contrario*, est sur le chemin de l'obsolescence industrielle, avec un parc machines avoisinant les dix-neuf ans d'âge moyen, un ROCE qui a chuté de 20 à 8 % en quinze ans, et un sous-investissement de plus de 40 milliards d'euros.

L'industrie du futur offre à la France une opportunité unique de faire son retour dans l'industrie, en s'appuyant davantage sur sa maîtrise des systèmes de production numérique que sur les machines elles-mêmes, ainsi que sur sa cohorte de start-up naissantes. Les États-Unis, avec leur programme Advanced Manufacturing, y voient aussi l'opportunité de relocaliser la production. La Chine, quant à elle, a parfaitement perçu les limites de son modèle d'industrialisation, pris en étau entre un modèle d'exportation low-cost en fin de vie et un manque de compétitivité grandissant. Elle a compris que la seule issue pour préserver son industrie sera la montée en gamme, ce que peut justement apporter l'industrie 4.0. Elle y voit aussi la possibilité de développer une offre de solutions industrielles pouvant à terme concurrencer l'Allemagne. Enfin le Japon, curieusement l'un des derniers pays à se lancer dans ces nouvelles technologies, les considère comme le meilleur moyen de subvenir au manque de main-d'œuvre et restaurer de la compétitivité, après une décennie de décroissance de son industrie (- 40 % de VA en moins).

Une mutation sociale majeure

L'une des questions les plus sensibles concernant la quatrième révolution industrielle est son impact en termes d'emplois, tant au niveau qualitatif que quantitatif. Certes, l'industrie 4.0 va profondément bouleverser le travail, mais sans tomber dans la théorie de la polarisation qui clive la société entre d'un côté des personnes très qualifiées qui maîtrisent le système, et de l'autre des personnes qui en sont exclues. L'industrie de demain offre au contraire des emplois pour tous les niveaux de qualification, car les technolo-

gies s'adaptent de plus en plus à l'homme. En revanche chaque métier, délesté de sa composante répétitive et fastidieuse, qu'elle soit intellectuelle ou manuelle, va évoluer vers sa dimension empathique, qui requiert de la créativité et de l'intelligence sociale, mais aussi moins de salariat et davantage d'entrepreneuriat.

La baisse des emplois dans les usines du futur par rapport aux usines d'aujourd'hui est potentiellement très significative, mais celle-ci a toujours existé depuis le début du siècle ! C'est le mécanisme de recréation d'activité de la quatrième révolution qui sera différent. En effet, dans la prochaine transition industrielle, ce n'est pas l'effet d'échelle par les volumes ou la baisse du coût de revient qui crée la valeur, mais la diminution du capital engagé nécessaire pour produire. Économiquement parlant, cette diminution crée une manne importante de valeur qui se réinvestira en activités dans le système, estimée à 420 milliards d'euros pour l'industrie de l'Europe de l'Ouest.

Ainsi peut-il se créer un processus de destruction/création d'activités et d'emplois. Sur le bassin des 25 millions d'emplois que compte l'industrie ouest-européenne, on estime que le déploiement de l'industrie 4.0 va accélérer la baisse « naturelle » des emplois liés à la productivité (2,7 millions d'emplois à l'horizon 2035) et à la perte de compétitivité (également 2,7 millions d'emplois), en engendrant une réduction supplémentaire de 2,9 millions d'emplois. Dans le même temps, la valeur créée par l'industrie 4.0 et réinvestie dans l'économie conduit à une recréation de près de 10 millions d'emplois, répartis entre l'industrie (3 millions) et les nouveaux services (7 millions). Ces chiffres montrent donc l'ampleur de la mutation à venir, où 45 % des personnes vont voir leur travail évoluer. Cela nécessite un vaste chantier de formation, de requalification et d'adaptation du travail que les futurs dirigeants de notre pays doivent anticiper dès maintenant. ■

1. Cette association de loi 1901 rassemble et met en mouvement les compétences et les énergies d'organisations professionnelles, d'acteurs scientifiques et académiques, d'entreprises et de collectivités territoriales, notamment les régions, pour assurer en particulier le déploiement du plan Industrie du futur.

L'innovation dans l'automobile à l'heure du numérique



Tablette tactile connectée, tableau de bord digital... le cockpit du nouveau Renault Koléos illustre parfaitement l'entrée du numérique dans l'automobile.

Le véhicule connecté a fait basculer le monde automobile dans le numérique, obligeant les constructeurs à se réinventer et à innover pour conserver une offre attractive. Mais peut-on innover aussi vite qu'un développeur d'applications quand on renouvelle une voiture tous les six ans ? Le point avec Simon Hougard (02), responsable de la stratégie PLM (Product Lifecycle Management) pour Renault Innovation Silicon Valley, le centre de recherche californien du groupe.

Le numérique a depuis longtemps fait son entrée chez les constructeurs automobiles en tant qu'outil d'aide à la conception, à la simulation et au design. Il est aussi au cœur des architectures électroniques et des systèmes de navigation. Cependant, l'essor des véhicules connectés, capables de recevoir et transmettre des données, a fait basculer l'univers automobile dans celui des

appareils mobiles, du « consumer electronics » (électronique grand public), provoquant un choc des cultures.

Dans un monde connecté en permanence, où chacun peut bénéficier de contenus à la demande de façon quasi instantanée et où les moyens d'interaction et de restitution sont toujours plus naturels et immersifs, le produit automobile doit se renouveler. Pour rester innovants, les constructeurs automobiles doivent relever trois principaux challenges : sur les rythmes d'innovation, les process et l'ouverture à de nouveaux écosystèmes.

Premier challenge, accélérer le rythme d'innovation

Quand une nouvelle génération de smartphones arrive sur le marché en à peine douze mois, il faut en moyenne trois ans pour rafraîchir un modèle de voiture et six pour le remplacer. Piégés par les longs cycles de renouvellement de leurs produits, les constructeurs automobiles doivent faire face à deux problématiques : comment innover à un rythme comparable au monde du numérique alors que les opportunités sont mécaniquement plus rares ? Et comment enrayer cette perception de rapide obsolescence technologique des véhicules ?

La stratégie des constructeurs est d'abord d'adopter des solutions issues de l'univers mobile, telles que la mise à jour logicielle « over the air » pour télédiffuser de nouvelles fonc-

tions au cours de la vie du véhicule, ou encore l'accès aux données, capteurs et actuateurs des véhicules *via* des interfaces de programmation (API) pour la création de nouvelles fonctions et services, dont même un véhicule déjà vendu pourrait bénéficier... La plupart des constructeurs historiques sont désormais massivement engagés sur cette voie et allouent des ressources de plus en plus conséquentes pour intégrer les technologies numériques dans leurs produits. L'objectif est de développer des canaux alternatifs aux lancements commerciaux de véhicules pour apporter de la nouveauté plus fréquemment, disposer en permanence d'une offre attractive et moderne, et permettre aux clients de bénéficier d'un produit répondant aux tendances du moment.

L'autre façon de se libérer des contraintes liées aux cycles de renouvellement des produits est de mettre l'accent sur la construction d'une offre de services tirant pleinement parti de la digitalisation des véhicules et des nouveaux schémas de mobilité. C'est le choix stratégique que font un nombre croissant de constructeurs. L'agrégation de données remontées par des millions de véhicules couplée à l'utilisation de techniques de data mining, de machine learning et autres algorithmes d'intelligence artificielle laisse imaginer une multitude de services. On peut citer les capteurs ABS, antipatinage, essuie-glaces, etc., chargés de repérer des zones à risque d'accident (chaussée glissante par exemple), les

fonctions de maintenance prédictive ou encore d'optimisation des cycles de charge des véhicules électriques. Désormais, les constructeurs ne se positionnent plus seulement comme de simples fournisseurs de véhicules mais comme de véritables acteurs de la mobilité. Cela leur permet d'investir d'autres marchés, de nouer de nouveaux partenariats et de proposer des solutions innovantes aux utilisateurs : plateformes de car-sharing, multimodalité, multipropriété des véhicules, etc.

Deuxième challenge, revoir le process

L'autre point différenciant l'univers de l'automobile de celui du numérique concerne les process. Dans l'industrie automobile, ils ont été définis difficilement après difficulté, crise après crise, avec un objectif : ne pas laisser place à l'erreur. Cette approche pragmatique s'impose logiquement et légitimement en raison des risques liés à une mauvaise conception. Il y a un devoir de qualité et de fiabilité et les constructeurs endossent ces responsabilités avec le plus grand sérieux. Apparaissent alors, presque en complète opposition, les approches plébiscitées par de nombreuses start-up et autres acteurs du numérique telles que le « try & fail », le « good enough », ou encore le design thinking¹, méthodes dites agiles fondées notamment sur l'idée de tester très vite les idées, quitte à se tromper. Ainsi, en se confrontant tôt aux retours utilisateurs, il est possible de sentir très en amont le potentiel d'une innovation et, si nécessaire, de changer de concept.

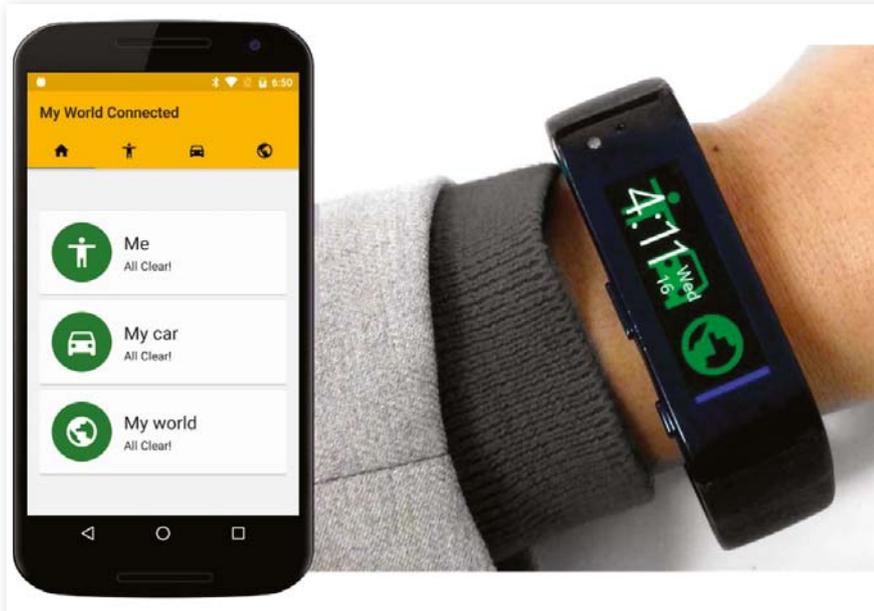
À l'heure où le produit automobile est connecté, se transforme, se digitalise, se complexifie



Simon Hougard (02)

Responsable de la stratégie PLM (Product Lifecycle Management) pour Renault Innovation Silicon Valley,

le centre de recherche californien du groupe. Simon Hougard travaille sur le développement des innovations liées au véhicule connecté et autonome. Auparavant, il a occupé le poste de chef de produit en charge des interfaces homme-machine, ainsi que différents postes opérationnels sur les services télématiques, l'écoconduite et la qualité perçue.



Renault « My World Connected », un exemple d'innovation numérique reliant en temps réel l'humain, son véhicule et son environnement.

et plonge dans l'univers mouvant et changeant du numérique, les méthodes traditionnelles ne suffisent plus. Il est également très compliqué pour un constructeur de posséder l'ensemble des nouvelles compétences de ce domaine nécessaires au maintien du rythme d'innovation.

Troisième challenge, s'ouvrir à d'autres écosystèmes

Pour rester à la pointe de l'innovation, un double choix semble donc s'imposer : d'une part adopter en interne de nouvelles approches pour innover sur les domaines émergents, d'autre part s'ouvrir aux acteurs des écosystèmes du numérique (start-up) pour y trouver des compétences particulières, des méthodes et cultures différentes, ainsi qu'une autre forme de créativité et d'agilité. Ce n'est donc pas un hasard si la quasi-totalité des constructeurs, mais également des fournisseurs automobiles, a fait le choix d'ouvrir une antenne dans la Silicon Valley, au cœur de l'innovation numérique, territoire des géants d'Internet et de start-up innovantes. L'objectif de ces avant-postes est de se connecter avec l'écosystème des start-up, des grandes compagnies du numérique, des universités, des laboratoires et des talents locaux, et de mettre en place cette fameuse courroie de transmission avec la maison-mère pour faire remon-

ter les innovations, des départements R&D à la mise sur le marché. Cela fait cinq ans que l'Alliance Renault-Nissan est implantée dans la Silicon Valley. Son laboratoire d'innovation compte aujourd'hui une cinquantaine de collaborateurs chargés de capter à la source toutes les nouvelles idées autour de la voiture connectée et du véhicule autonome.

Savoir associer intelligemment les méthodes historiques du monde automobile, garantes de produits fiables et robustes, avec de nouvelles approches plus fluides, itératives et inspirées de celles des start-up et autres studios de design, semble donc être la clé pour les constructeurs désireux de continuer à délivrer des innovations attractives et modernes. C'est aussi probablement une nécessité, voire une question de survie à l'heure où leur secteur attire de nouveaux entrants issus de l'univers numérique et bien décidés à bousculer les codes et l'offre automobile. ■

1. Le design thinking trouve ses origines à Stanford dans les années 1980. Il repose sur le principe d'itérations rapides entre des phases d'identification des besoins des utilisateurs selon un processus de cocréativité, des phases de prototypage/implémentation et des phases d'expérimentation de terrain pour évaluer ce qui fonctionne et ce qui ne fonctionne pas.

La DSI, fer de lance de la transformation digitale

Pour rester compétitives, les entreprises doivent engager leur transformation digitale. Toutes les entités sont concernées, en particulier les directions des systèmes d'information, du marketing ou encore du digital. Comment peuvent-elles, ensemble, promouvoir l'innovation numérique de l'entreprise ? Le point avec Frédéric Charles (Supélec 89), directeur stratégie digitale et innovation de l'entité Smart Solutions du groupe Suez.



Salle de supervision de compteurs intelligents, un dispositif opéré par Suez Environnement.

D'ici à 2050, notre planète comptera 9 milliards d'individus dont 6,4 milliards de citoyens, soit 70 % de la population mondiale. Cette évolution démographique créera inévitablement une pression accrue sur les ressources. Dans le même temps, le digital aura révolutionné les organisations des entreprises et l'accès aux ressources, et créé des dizaines de milliards d'objets connectés, dont une grande partie seront autonomes. La transition énergétique et la transformation numérique sont donc intimement liées.

La digitalisation du travail collaboratif

L'avènement d'Internet dans les années 1990 a permis de décupler, et ce à moindre coût, la capacité de mise en relation directe entre individus. Puis avec l'Internet 2.0, on a montré la capacité des personnes à produire leurs propres contenus, à les échanger et ainsi à créer des réseaux mondiaux d'échanges.

Les entreprises ont su tirer parti de ces nouveaux usages de collaboration en dehors de l'entreprise en les intégrant à leur système d'information (SI).

Demain, avec le développement de l'Internet des objets, la capacité de collaborer va être dopée par l'explosion des messages générés automatiquement par ces objets. Des algorithmes leur donneront du sens pour informer et prendre des décisions. La data et la collaboration sont désormais au cœur

de la valorisation des relations numériques des entreprises.

Deux phénomènes ont émergé de cette (r)évolution par le numérique. Le premier est l'écllosion, d'une économie collaborative, initiée par de nouveaux acteurs, dont les business modèles exploitent la collaboration à grande échelle. Le deuxième porte sur la primauté de l'expérience utilisateur (UX en anglais) vers davantage de personnalisation, et donc l'accumulation de plus de données par les opérateurs de services, qu'ils peuvent valoriser de plusieurs manières.

Tout ceci a poussé le groupe Suez à adopter une démarche de plus en plus ouverte vers ses clients et partenaires et à fixer des frontières moins strictes entre externe et interne (open innovation...).

Le système d'information devient le fer de lance de cette nouvelle posture, mais cela demande de nouvelles compétences à ceux qui le font évoluer, à la direction des systèmes d'information (DSI) et dans les métiers.

Cela passe par la construction de plateformes de services pour et avec les clients, et par une évolution des méthodes de travail, devenues plus collaboratives et agiles.

Construire des plateformes de services

Pour résister aux nouveaux acteurs, le groupe Suez est en train de construire des plateformes de services pour ses clients. Depuis 2010, l'avènement du cloud a simplifié cette capacité d'ouvrir le SI de l'entreprise à l'extérieur (API...). Le SI n'est plus construit de l'intérieur vers l'extérieur.

Smart Solutions, leader des solutions de smart metering

En 2009 est née Ondeo Systems, entité à part entière du groupe Suez, dont le métier était de pourvoir les métiers de l'eau avec des solutions d'informatique industrielle. Aujourd'hui les compétences de temps réel et de la data se sont mixées avec les métiers de l'environnement, pour proposer des services numériques dans le domaine de la « smart city ».

Né de cette fusion, Smart Solutions est le fournisseur de la plateforme de télérelève des compteurs du groupe Suez. Cela représente quelque 2,6 millions de compteurs connectés, transmettant près d'un milliard d'informations par mois. Smart Solutions permet de collecter, traiter et analyser les données émises par les capteurs disséminés sur le réseau hydraulique et supervisés depuis un point central. Grâce à cet outil puissant, les équipes de Suez sont capables d'identifier un problème spécifique et à un endroit précis, comme une fuite ou une contamination. Inauguré en mars 2015, le Smart Operation Center est situé au Pecq (Yvelines).

rieur, mais de l'extérieur vers l'intérieur en partant des besoins du client.

Le cloud va constituer la composante de base pour fabriquer les futures plateformes. Ce peut être à l'initiative de la DSI, d'une direction métier qui aura renforcé l'agilité de ses compétences ou par une entité *ad hoc* mixant les profils métiers, data et techniques comme c'est le cas avec Smart Solutions. Cela demandera un travail le plus en amont possible auprès des clients, impliquant les équipes « numériques » dans les processus commerciaux, marketing et innovation.

Le partenariat fort entre techniciens et métiers est un prérequis. Il est parfois rigidifié par des méthodes ou des concepts très français, comme la maîtrise d'ouvrage, dont on se méfiera.

Collaborer avec les clients

La transformation concerne également le rapport au client. C'est désormais avec lui que le groupe Suez coconstruit ses services numériques. Les applications sont testées et essayées au quotidien pour anticiper l'expérience utilisateur et l'améliorer. Pour cela, les équipes s'appuient sur les plateformes de services, décrites précédemment, dont l'avantage est d'être construites à coût marginal, sous forme de projets incrémentaux et agiles et au fur et à mesure des besoins exprimés par les clients finaux. Ainsi, la seule satisfaction des clients, traduite en revenus, sert de « maîtrise d'ouvrage » commune aux directions métiers et à la DSI.

Des freins à ce modèle existent, car collaborer avec tous ses clients en même temps demande une vitesse de décision et d'arbitrage que l'entreprise devra intégrer.

Travailler en mode collaboratif et agile

La transformation numérique n'est pas qu'une révolution technologique ou des usages avec les clients. C'est aussi une révolution des méthodes et de la façon de travailler en interne, et avec l'externe.

La collaboration digitale remet en avant les relations humaines. Le développement des réseaux internes est un moteur puissant pour encourager la création par les salariés de communautés, internes ou externes. Les processus agiles, mais aussi le lean management, doivent progressivement mettre fin aux démarches trop structurées qui en deviennent anachroniques dans un monde numérique imprévisible, ouvert et accéléré. Ces méthodes collaboratives vont permettre de libérer l'énergie créative des salariés.

L'objectif est ainsi de construire un SI véritablement agile, au cœur de l'économie numérique et au service de la conquête commerciale, dans lequel les priorités et la gouvernance changent ou se renversent selon l'approche « Flip » de Gartner (*voir schéma*).

Une entreprise numérique, centrée sur l'humain

Partant du constat que la technologie est devenue plus porteuse de ruptures, et facilement disponible aux nouveaux entrants, Suez mise sur la collaboration digitale pour explorer de nouveaux business modèles en externe et faire émerger de nouvelles formes d'organisations en interne.

La DSI et tous les acteurs qui opèrent une partie du système d'information sont deve-



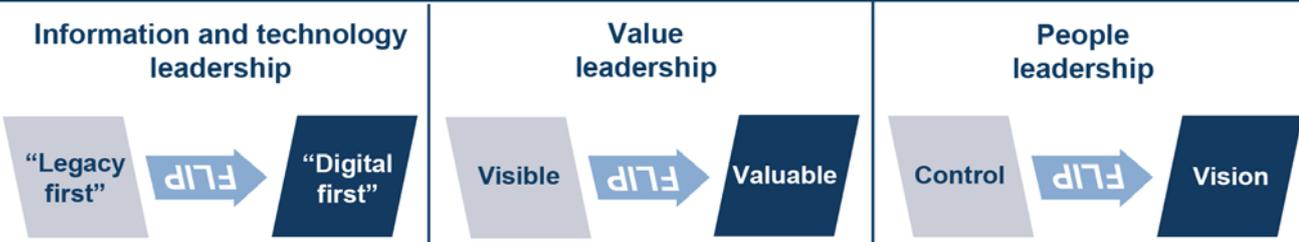
Frédéric Charles (Supélec 89)

Également titulaire d'un MBA en Marketing stratégique (Berkeley), Frédéric a exercé différentes responsabilités dans les SI. Au sein de la DSI de la Lyonnaise des Eaux (groupe Suez), il a piloté le pôle Architecture et relations numériques (services Internet, extranet et open data, pour les citoyens et les collectivités locales). Il est aujourd'hui directeur de la stratégie digitale et de l'innovation de l'entité Smart Solutions.

nus parties prenantes de ce projet d'entreprise numérique. Les objectifs d'un tel projet sont : la mise en place d'une plateforme de services numériques ; des employés actifs sur les réseaux sociaux dont l'activité est coordonnée ; l'adoption de démarches agiles ; la disparition des frontières entre externe et interne et la gestion de la sécurité qui en découle ; des réseaux internes organisés autour du travail collaboratif mais également un peu moins de processus, d'ERP et de hiérarchie et, à l'inverse, un peu plus d'analyse de données et d'intelligence pour accompagner les employés et innover avec les clients.

Les entités du groupe vont devoir adopter progressivement la démarche d'innovation et de transformation globale du groupe Suez, pour produire des résultats métiers tangibles, et surtout visibles par les clients de l'entreprise. ■

Seizing the digital opportunity requires "flipping" long-held behaviors and beliefs



Selon le cabinet de conseil Gartner, les opportunités offertes par le digital nécessitent de reconsidérer nos modes de fonctionnement.
Source : *Flipping to Digital Leadership, 2015 Gartner CIO Agenda Report.*

L'entreprise numérique au service de la performance opérationnelle

Initié en 2015, le projet d'entreprise numérique de Faurecia entre en 2016 dans sa première année de mise en œuvre opérationnelle. Copilotes de ce programme stratégique, Bertrand Eteneau (83), DSI du groupe Faurecia, et Jean-Michel Renaudie (Supélec 90), vice-président exécutif, font le point sur cette transformation touchant toutes les fonctions et processus internes du groupe ainsi que certains de ses futurs produits.



Robot à commandes numériques

F aurecia est un équipementier automobile de premier plan qui a réalisé en 2015 un chiffre d'affaires de 20,7 milliards d'euros. Présent en Europe, Amérique du Nord et Asie, le groupe a trente centres de R&D et trois cents usines de production et d'assemblage. Pour répondre aux exigences de délais de plus en plus courts de ses clients – une douzaine de grands constructeurs automobiles – et à leurs besoins en matière de pièces et équipements, Faurecia a déployé un réseau d'usines d'assemblage proches de leurs sites de production. Pour permettre de gagner encore en qualité et en cadence, des projets d'automatisation et de digitalisation sont maintenant indispensables.

Douze projets et dix usines pilotes

C'est en partant de ce constat que Faurecia a décidé de lancer son programme d'entreprise numérique. Véritable projet stratégique et global, il est conduit au plus haut niveau de l'entreprise, avec un budget, des moyens et un ROI défini et attendu par la direction générale. Il touche et implique la plupart des secteurs et fonctions du groupe. Dans une entreprise industrielle comme Faurecia, dans laquelle les optimisations des processus industriels de type « lean manufacturing », « just-in-time », etc., ont déjà été déployées et mises en œuvre, le numérique représente à la fois un nouveau potentiel de gain de productivité et donc de rentabilité, mais

aussi un changement culturel profond dans la manière de travailler et de collaborer en interne et avec les clients.

En 2015, phase de prototypage du projet d'entreprise numérique, quarante technologies-clés ont été étudiées à travers cinquante démonstrateurs, débouchant sur la mise en œuvre en 2016 de douze projets et dix usines pilotes. Le programme touche bien sûr l'outil de production et d'assemblage, mais aussi les centres de R&D, les équipes de vente, les fonctions RH, la communication et bien sûr la DSI.

Optimiser la production

L'un des projets portés par l'activité manufacturing concerne l'amélioration de la qualité et la réduction du taux d'erreurs venant des quelque mille presses à injection du groupe. Le groupe a choisi d'adopter une démarche d'instrumentation à base de capteurs, de collecte et d'analyse prédictive de données, à l'opposé des méthodologies de modélisation préalables utilisées dans le passé. Ici, conformément aux méthodes « big data », on collecte massivement les quantités d'informations rendues disponibles par ces capteurs et on procède ensuite par « découverte » et « inférence ». Des retours positifs ont déjà été constatés sur des sites de fabrication en Roumanie et en Espagne. La mise en place d'un tel schéma de recueil et d'analyse de données est maintenant possible grâce aux technologies de type « predictive maintenance ».

Dans la partie supply chain, le groupe a mis en place un étiquetage RFID des composants et une gestion de stock automatisée afin notamment de gérer les flux inter-usines et garantir la qualité et les délais de livraison vers le client final. Cette digitalisation de la supply chain permet aux équipementiers comme Faurecia de répondre à une tendance paradoxale, celle d'une évolution de la demande des constructeurs vers du sur-mesure, sur un marché – l'automobile – par définition de masse. On peut ainsi avoir sur un véhicule haut de gamme, et pour un même modèle de voiture, jusqu'à 20 000 combinaisons possibles.

Une solution de « visual management » a également été mise en place pour piloter sur grand



Bertrand Eteneau (83)

DSI de Faurecia depuis 2006, Bertrand a commencé sa carrière chez IBM à la production, mais également au service commercial grands comptes. Il a ensuite occupé plusieurs fonctions de DSI au sein de Bolloré-SDV et Geodis Overseas, avant de devenir directeur des opérations du groupe 3 Suisses. Entre 2003 et 2006, il dirigeait la branche conseil de Gartner en France.

écran la production globale et ainsi limiter les interventions humaines. Le diagnostic et la résolution d'incidents peuvent ainsi se faire de plus en plus à distance, en mode 24 x 7, et bénéficier des centres d'expertise centralisés du groupe.

Améliorer la relation client

Le service clients de Faurecia fait également partie du projet numérique. Sa particularité est d'être constitué d'une kyrielle d'entités qui, depuis le monde entier, doivent gérer un petit nombre de très grands comptes clients. Pour optimiser et fluidifier les échanges avec ses clients et délivrer un service optimum, Faurecia a adopté une solution de CRM intégrée, dotée d'un référentiel produit et services

unique. Pour garantir l'utilisation sans risque de ce référentiel dans le master data et détecter les similitudes et/ou erreurs possibles, Faurecia s'appuie sur une solution développée par Dassault Systèmes qui permet de collecter, réconcilier et enrichir de très grands volumes de données.

Favoriser le travail collaboratif

Sur la partie ingénierie, Faurecia déploie actuellement un gros projet de PLM (Product Lifecycle Management) visant à intégrer l'ensemble des activités de conception, d'ingénierie de fabrication et de production dans un même processus. Cela permet de garantir la cohérence et la traçabilité complète entre la nomenclature (Bill of Material



Jean-Michel Renaudie (Supélec 90)

Vice-président exécutif de Faurecia depuis avril 2013, Jean-Michel a rejoint le groupe

en 1992 et occupé de nombreuses fonctions de management en France, Belgique, Suède, Allemagne et finalement en Amérique du Nord. Il est aujourd'hui en charge de l'activité systèmes d'intérieur (FIS), le n° 1 mondial des intérieurs véhicules.

ou BOM) d'ingénierie (e-BOM), de fabrication (m-BOM) et de production (p-BOM) et de favoriser l'ingénierie collaborative entre les trente centres de R&D du groupe.

Sur le plan plus large de la collaboration interne, Faurecia déploie également son réseau social d'entreprise afin d'encourager les échanges en mode ouvert et intuitif. L'évolution vers ces modes de travail collaboratif est incontournable pour attirer et intégrer la « génération Y » des jeunes diplômés, qui retrouvent alors dans le cadre de leur entreprise les mêmes outils que dans leur sphère privée.

Le projet d'entreprise numérique de Faurecia se poursuivra sur les deux prochaines années avec un objectif de gains tangibles au plus tard en 2018. Le retour d'expérience se fait non seulement à partir des projets pilotes lancés cette année, mais également des études réalisées en 2015 sur de potentielles technologies. Parmi ces dernières, certaines ont été validées, d'autres en revanche n'ont pas été retenues pour intégrer la chaîne de fabrication-assemblage, comme la technologie d'impression 3D. Celle-ci sera *a priori* réservée aux activités de prototypage. Les projets démarrés par Faurecia sont autant d'occasion de nouer de nouveaux partenariats avec des sociétés apportant soit leurs logiciels, soit leur expertise. C'est aussi une façon d'intégrer, de manière accélérée, de nouvelles compétences. ■

Le numérique au cœur de l'innovation produit



Les innovations de Faurecia autour du « cockpit du futur » préfigurent l'arrivée des voitures connectées et autonomes. Deux produits illustrent bien cette tendance : le siège Active Wellness et le démonstrateur Intuition.

Détection des signes vitaux, contrôle du rythme cardiaque et de la respiration, massage détente ou coup de booster, **Active Wellness** est le premier siège automobile au monde capable de détecter la somnolence ou le stress de son occupant et de réagir en conséquence pour soulager cet état. Développé en partenariat avec la NASA, il apporte un confort intelligent et personnalisé à chaque conducteur.

Le démonstrateur **Intuition** (photo ci-dessus) présente plusieurs systèmes de connectivité intuitive comme les écrans à effet black-panel, les écrans AMOLED haute résolution, les surfaces fonctionnelles intelligentes, les solutions d'intégration des appareils nomades, les systèmes de confort automatisés et les nouveaux matériaux de décoration. Ces technologies novatrices intégrées dans l'habitacle du véhicule offrent aux passagers un avant-goût de ce qui les attend dans le cockpit du futur à bord des voitures connectées et autonomes. ■

Le digital, un accélérateur de performances



© Air Liquide A. Capella Patrick Loez

Connect, le projet pour lequel Air Liquide va investir 20 millions d'euros d'ici 2017, s'inscrit dans la transformation numérique du groupe et repose sur l'introduction de nouvelles technologies dans le travail quotidien des équipes.

Créé en 1902, Air Liquide est le leader mondial des gaz, technologies et services pour l'industrie et la santé. Le groupe qui a fait l'acquisition récente de l'américain Airgas génère un chiffre d'affaires combiné de plus de 20 milliards d'euros. Il emploie 68 000 personnes dans 80 pays, et sert plus de 3 millions de clients, des entreprises industrielles de toute taille, mais aussi des hôpitaux et des patients à domicile.

Entreprise à l'origine principalement « B2B » et à la clientèle industrielle, Air Liquide se positionne également sur les segments « B2B2C » et « B2C ». Notamment très actif dans le domaine des nouvelles énergies, le groupe s'est spécialisé dans le déploiement de stations de recharge d'hydrogène pour les véhicules. Il est également présent sur le marché de la distribution du bio-GNV, gaz naturel d'origine bio utilisé comme carburant automobile.

La donnée au service de l'excellence opérationnelle

Dans le cadre de son nouveau plan stratégique, le groupe a identifié trois tendances majeures qui représentent des opportunités de croissance : la transition énergétique et environne-

mentale, l'évolution du monde de la santé et enfin la transformation numérique.

La transformation numérique engagée au sein d'Air Liquide repose sur une approche centrée sur l'utilisateur. Par utilisateur, on entend l'ensemble des personnes qui sont impliqués sur les projets d'innovation du groupe : les collaborateurs, les clients et les patients, mais également les partenaires.

Remettre l'utilisateur au centre du dispositif revient à récolter, agréger et exploiter les données provenant de sources diverses et variées. Comme dans beaucoup d'industries et d'activités de services, la donnée a de la valeur. Elle est une richesse, un « asset ». Elle contribue à franchir plusieurs paliers en termes d'excellence opérationnelle, à mieux gérer la relation client et permet également d'imaginer de nouveaux services, sources de nouveaux revenus pour le groupe. Les sources exploitables de données sont multiples. On en retiendra quatre :

- les données industrielles, en provenance des quatre cents usines du groupe ;
- les données relatives aux clients, disponibles le plus souvent au sein de systèmes informatiques internes, types ERP, CRM ou portails spécifiques ;

À l'origine de la création de l'i-Lab¹ en 2013, Olivier Delabroy (92) a été nommé le 1^{er} janvier de cette année directeur de la transformation numérique du groupe Air Liquide. Portée par le PDG, Benoît Potier (79), et le top management du groupe, cette transformation s'appuie sur une démarche agile et collaborative, associant l'ensemble des collaborateurs aux écosystèmes externes d'innovation.



Olivier Delabroy (92)

Diplômé de Centrale Paris, Olivier est également titulaire d'un doctorat en combustion de l'École. Il rejoint Air Liquide en 1998, au centre de recherche de Paris-Saclay, et prend ensuite la responsabilité d'American Combustion, filiale du groupe à Atlanta (États-Unis). De retour en France, il contribue à la définition du plan stratégique d'Air Liquide, puis prend en charge en 2010 la R&D du groupe. En 2016, il devient « Vice President Digital Transformation » au sein du pôle Innovation Digital Science & Technologies.

joint Air Liquide en 1998, au centre de recherche de Paris-Saclay, et prend ensuite la responsabilité d'American Combustion, filiale du groupe à Atlanta (États-Unis). De retour en France, il contribue à la définition du plan stratégique d'Air Liquide, puis prend en charge en 2010 la R&D du groupe. En 2016, il devient « Vice President Digital Transformation » au sein du pôle Innovation Digital Science & Technologies.

Repenser les méthodes et relations de travail

Dans le cadre de la transformation numérique d'Air Liquide, les équipes ont mis en œuvre de nouvelles solutions business. Pour cela, elles se sont appuyées sur trois éléments fondamentaux : la conception et le design de solutions partant des besoins clients ; le travail en réseau avec l'ensemble des acteurs de l'écosystème impliqués dans la solution, qu'ils soient internes ou externes au groupe ; des méthodes de travail agiles, privilégiant les cycles courts permettant en cas de résultats insuffisants de réorienter le projet, voire de le stopper.

Air Liquide a également encouragé et développé en interne de nouveaux outils et nouvelles façons de travailler. Ceux-ci touchent l'ensemble des collaborateurs, partenaires ou clients. La plateforme collaborative « Kite », lancée en novembre 2015 pour l'ensemble des 68 000 collaborateurs du groupe dans 80 pays, est l'un de ces nouveaux dispositifs. Formidable vecteur de travail en réseau et d'intelligence collective, elle encourage le partage et la collaboration horizontale au sein des différentes communautés d'intérêt. La refonte du portail clients – autre chantier de la transformation numérique initié en Europe du Nord – permet de généraliser les possibilités de services en ligne, tels que les saisies et les suivis de commande, les aides et les recherches d'information. La dématérialisation des échanges crée un cercle vertueux. Non seulement elle permet de simplifier et d'optimiser le parcours client, mais elle multiplie également l'afflux de datas. Résultat,

Plus de 180 000 objets connectés !

Air Liquide dispose à ce jour des données générées par plus de 180 000 objets connectés. Un domaine dans lequel le groupe multiplie les initiatives. Tel est le cas du dispositif médical de télé-suivi à domicile de patients souffrant d'apnée du sommeil, l'une des dernières innovations d'Air Liquide Healthcare. Autre initiative en cours, la connectivité des bouteilles de gaz va permettre

de multiplier de manière exponentielle le nombre de ces objets connectés et la quantité de données générées. Signe de l'intérêt d'Air Liquide pour l'exploitation à distance des objets connectés, Aliad, la filiale de capital-risque du groupe, a pris une participation dans la start-up Sigfox, constructeur et opérateur de réseaux dédiés à l'Internet des objets (IoT). ■

les portails clients deviennent une source importante de nouvelles données qui, exploitées, permettent d'enrichir l'expérience client en créant de nouveaux services.

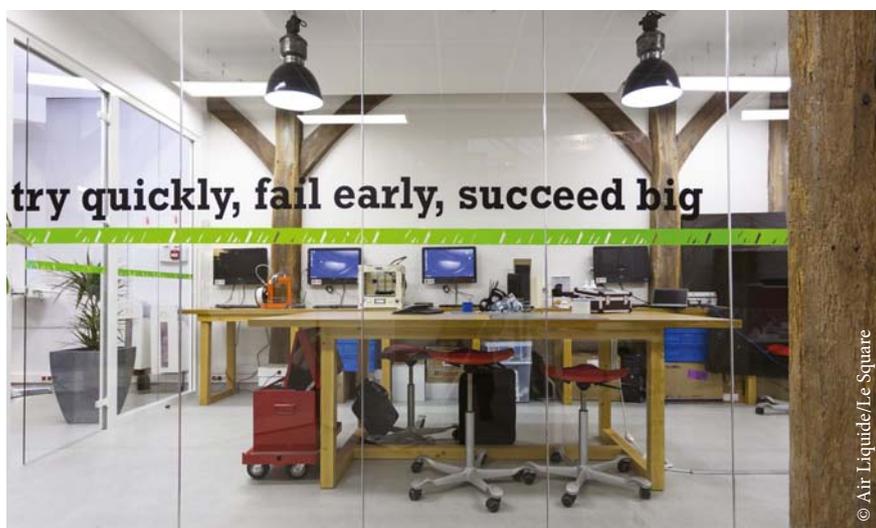
Partie prenante de ce processus de transformation numérique, le département formation continue (Air Liquide University) aide les collaborateurs à développer de nouvelles compétences sur les outils et méthodologies mis en œuvre dans le groupe. Pour accompagner cette transformation, le groupe a également recruté de nouveaux profils et de nouvelles expertises, comme des développeurs et des designers.

Un laboratoire des « nouvelles idées »

Inauguré en décembre 2013 à Paris, l'i-Lab participe pleinement à cette démarche. À la fois structure de réflexion et d'expérimentation, il accompagne les différentes entités Innovation et branches d'activité du groupe dans le développement de nouvelles offres, produits et technologies.

Fer de lance de la démarche « usages » du groupe, l'i-Lab travaille en mode collaboratif et agile avec l'ensemble des entités du groupe. Le travail ou les projets ne se font pas pour la branche business concernée, mais avec elle. Il n'y a pas de relation client-fournisseur interne, mais un projet et une équipe avançant ensemble vers un même objectif. Le projet « Connect », pour lequel Air Liquide va investir 20 millions d'euros d'ici 2017, s'inscrit dans cette démarche collaborative. Labellisé « vitrine technologique » par l'Alliance industrie du futur (association en charge du déploiement du plan « Industrie du futur »), il fédère les équipes de chaque site grande industrie en France et les autres entités du groupe, dont l'i-Lab, autour d'un objectif : l'introduction des dernières technologies digitales (scan 3D, réalité augmentée, tablettes tactiles, tutoriels vidéo, etc.) dans le travail quotidien des équipes des sites.

Pour être réussie, la transformation numérique doit d'abord être la transformation du groupe centrée sur le client. Chez Air Liquide, cette transformation est conduite avec l'ensemble des parties prenantes : les branches business, la direction des systèmes d'information (DSI) et les fonctions centrales du groupe (RH, formation, communication...). Ma responsabilité est d'encourager la transformation globale de l'entreprise. Il n'y a pas de « Chief Digital Officer » (CDO), chargé de l'ensemble des sujets numériques, mais une vision transversale du changement, une culture du numérique (réseaux, données, nouvelles façons de travailler...) que chacun dans le groupe doit s'approprier. Comme l'a souligné Benoît Potier (79), président d'Air Liquide, « la transformation numérique touche à la fois les modes de collaboration, la gestion des actifs et la sphère transactionnelle. Elle transforme les fondamentaux de nos métiers. » ■

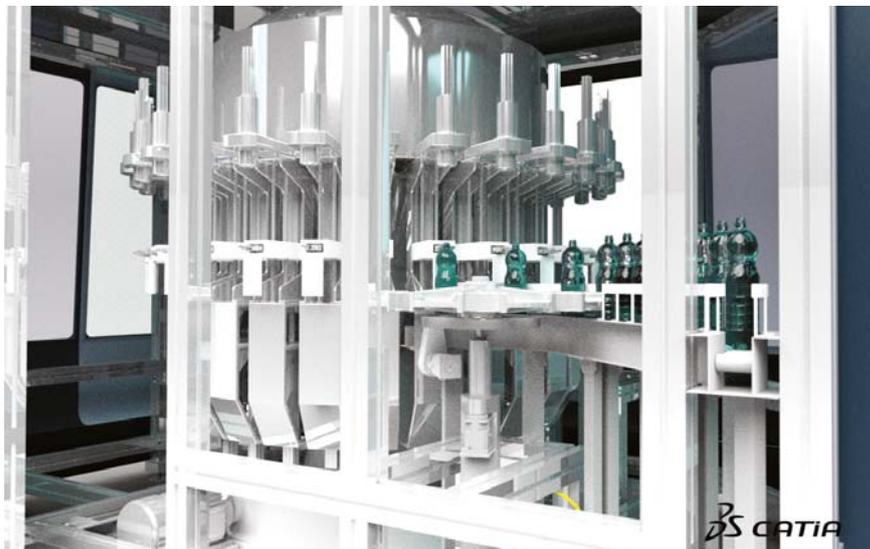


L'i-Lab est le laboratoire d'innovation du groupe Air Liquide. Il a pour mission de contribuer à accélérer l'innovation et d'explorer de nouveaux marchés.

1. Laboratoire de l'innovation d'Air Liquide.

Les processus industriels, du produit au système

Le numérique révolutionne les processus industriels. Grâce à des moyens de fabrication plus intelligents et communicants, on peut fabriquer des produits sur mesure, adaptés aux besoins des clients et de manière décentralisée. On ne parle alors plus seulement de produits, mais de « systèmes ». Le point sur cette nouvelle donne industrielle avec Jean-Louis Constans (Supélec 87), directeur solutions à la R&D de Dassault Systèmes.



Une machine de remplissage de bouteilles à commande numérique (mécatronique).

Nous sommes tous familiers des fonctionnalités et de la connectivité de nos téléphones et de nos voitures. Dans l'industrie aussi le numérique fait sa révolution. La connectivité touche tous les secteurs : l'agro-alimentaire, l'automobile, les énergies... Grâce aux capteurs installés sur les machines, les fabricants reçoivent des informations multiples et instantanées. La question n'est plus la propriété de la machine, mais sa capacité opérationnelle. La capture et l'analyse de ces données d'usage permettent aux industriels non seulement de mettre en place des systèmes de production orientés « services », mais également d'opérer une maintenance préventive de leurs équipements.

La modélisation système

Dans ces deux cas, l'utilisation d'un outil PLM (Product Lifecycle Management), intégrant non seulement les disciplines « traditionnelles » comme la mécanique, mais aussi des fonctionnalités systèmes voire « Internet des objets », est un élément-clé. Les composants, les systèmes de stockage, de communication, de traitement des données en local peuvent devenir des bibliothèques modulaires de l'entreprise. L'assemblage de ces composants prédéfinis permet de répondre plus facilement aux commandes clients, sans qu'il soit nécessaire d'ajouter de l'ingénierie.

Les fonctionnalités systèmes peuvent être modélisées avec différents outils (Matlab ou Modelica, pour ne citer qu'eux). L'adoption de standards, comme FMU/FMI, permet de simuler ensemble les différents sous-systèmes, même s'ils sont modélisés par des outils différents.

Les fabricants de machinerie de production configurent donc désormais leurs machines virtuellement (« virtual commissioning »), en simulant l'ensemble de leur comportement, y compris les phases de démarrage et les modes dégradés.

Les procédés de fabrication additive

La transformation des méthodes de production a considérablement ouvert le champ de l'innovation et de la customisation. C'est le cas avec l'impression 3D. Grâce à cette nouvelle technique, qui permet notamment de calculer la forme optimale d'une pièce en fonction des efforts qu'elle subira, on peut fabriquer des produits d'une grande complexité géométrique. Prenons par exemple les structures en nid d'abeilles. Dans les processus industriels classiques, on ne peut ni les mouler, ni les usiner. Grâce à la fabrication couche par couche en 3D, cela devient possible.

Une autre application innovante consiste à réduire le besoin d'assemblage en fabriquant en une seule fois un composant constitué de plusieurs pièces.

Les solutions des éditeurs évoluent fortement dans ce domaine, avec des outils 3D qui associent la simulation par éléments finis, la connaissance des matériaux et des procédures d'optimisation. Dans l'aéronautique, grâce aux nouveaux outils d'impression 3D, on peut obtenir un allègement de facteur 3 sur certaines pièces.

Les technologies numériques de conception et de fabrication sont en train d'accompagner la révolution des produits, des processus de fabrication et des usages. Si les applications dans l'industrie se multiplient, la perception de cette transformation par le grand public commence à peine. ■



Jean-Louis Constans (Supélec 87)

Directeur solutions à la R&D de Dassault Systèmes, Jean-Louis Constans a pour mission d'orienter les efforts de la R&D pour optimiser au niveau mondial les implémentations des solutions 3DEXPERIENCE dans l'industrie des équipements industriels. Précédemment, il était en charge de l'architecture de Catia, logiciel de conception assistée par ordinateur et marque phare de Dassault Systèmes.

Le big data au service du développement durable de l'aérien

Le big data est en train d'investir tous les métiers de l'aéronautique : conception, gestion du trafic, sécurité, maintenance mais aussi maîtrise de la consommation. Alexandre Feray (92), PDG d'OpenAirlines, nous explique en quoi l'exploitation des données industrielles et de vols permet notamment d'optimiser la consommation de carburant des compagnies aériennes.

La donnée a de la valeur. Ceci commence à être bien connu dans de nombreux secteurs. Dans le transport aérien notamment, l'instrumentalisation et la numérisation de tous les composants techniques et opérationnels des vols génèrent une quantité de données importante en volume, mais aussi et surtout en valeur. Couplées et corrélées avec les données constructeurs et motoristes, elles donnent lieu à l'émission de recommandations permettant aux pilotes d'économiser du carburant (et donc du CO₂ !).

Il y a environ deux mille compagnies aériennes dans le monde. Une compagnie comme Air France effectue 1 200 vols par jour en moyenne. Les données générées au cours d'un vol (paramètres, plan de vol, données de vol, conditions météo, contraintes de trafic aérien, etc.) sont de l'ordre de 100 Mo. Cette masse de données était jusqu'à présent peu ou pas exploitée, hormis dans les cas d'incidents.

Réduire la consommation de carburant

La consommation de carburant peut représenter 30 à 40 % du coût complet d'un vol. Par conséquent, une économie – même de quelques pourcents – devient stratégique pour une compagnie aérienne.

Dès 2008 le programme de recherche européen « Clean Sky » avait pour objectif de trouver des solutions visant à réduire (d'ici 2020) de 50 % les émissions de CO₂, de 50 % le bruit perçu et de 80 % les émissions d'oxydes d'azote (NO_x).

Pour exploiter ces données de vol, une application informatique doit intégrer à la fois des connaissances métiers (données constructeurs, algorithmes, modèles de per-

formances...) mais également les traitements informatiques rendus possibles par les outils d'aujourd'hui (bases de données structurées ou non, business intelligence, data analysis, reporting, etc.). Une telle application comprend souvent les mêmes étapes : intégration et contrôle des données venant de plusieurs sources, corrélation et inférence sur la base d'algorithmes métiers, analyse et reporting sous forme graphique ou autres tableaux de bord métiers.

Grâce aux plateformes « cloud » mettant à disposition de l'utilisateur des ressources informatiques hardware (CPU) et middleware (algorithmes big data, machine learning), les traitements informatiques sont désormais accessibles « à la demande » et à des coûts avantageux. Cette mutualisation de moyens informatiques permet la production d'applications privilégiant les compétences métiers.

Dans le cas d'application de consommation de carburant, on obtient des économies de carburant de 4 à 5 %. Grâce aux tablettes

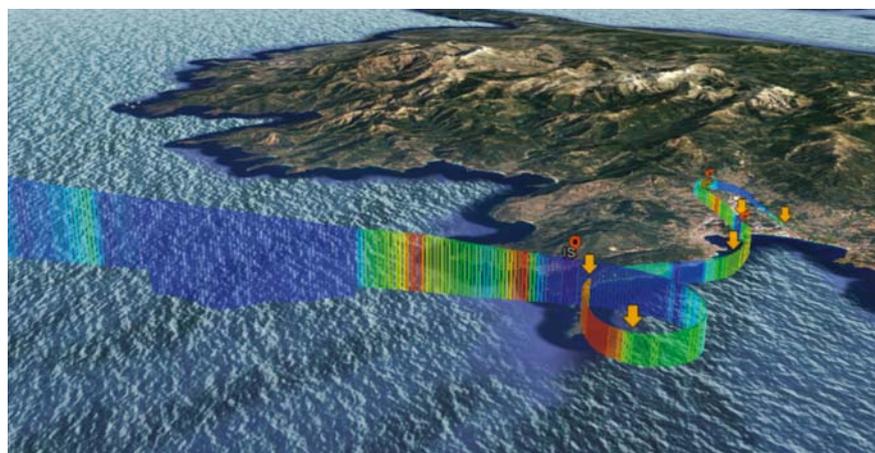


Alexandre Feray (92)

PDG de la start-up OpenAirlines, une société qu'il a créée en 2006 après avoir effectué une carrière au sein du service informatique d'Air France. Il est également professeur en architecture IT à CentraleSupélec où il enseigne ces nouvelles technologies. OpenAirlines a été lauréat de l'édition 2015 des trophées de l'International du numérique de la French Tech.

d'une part et aux interfaces graphiques évoluées (3D...) d'autre part, on offre aussi aux pilotes l'assistance d'un véritable « coach » leur donnant une vision synthétique et intuitive de leur « écoconduite ». En 2015, cette application a permis d'économiser l'équivalent de près de 19 000 tonnes de CO₂ !

Ce cas d'usage n'est qu'un exemple parmi tant d'autres des applications rendues possibles par l'exploitation des différentes sources de données issues du transport aérien. Celle-ci s'est généralisée dans les compagnies aériennes et les avionneurs et constitue désormais, pour les différents acteurs de l'aéronautique, un véritable levier d'avantages concurrentiels. ■



Copie d'écran de la trajectoire d'un avion, un calcul réalisé grâce à la solution SkyBreathe, logiciel innovant en matière de gestion du carburant.