



# LE MAGAZINE

## DES INGÉNIEURS DE L'ARMEMENT



DEST.547 - IG - 2

DEST.554 - GF - 3



**P04. Préface du  
MINISTRE DE L'ECONOMIE  
ET DES FINANCES**  
*BRUNO LE MAIRE*

**P44. DES SOURIS ET DES  
HOMMES**  
*par Amandine Dessalles*

**P59. HOMMAGE À SERGE  
DASSAULT, ICA**

## L'HOMME AU COEUR DE L'USINE 4.0

N° 115 - JUIN 2018



MILITAIRE & FILS



MILITAIRE & MÈRE

**Nous sommes  
tout ce que vous êtes**

**Santé, prévoyance, prévention, accompagnement social.**  
Une protection adaptée à vos conditions de vie et aux risques de votre métier.  
Une mutuelle, créée et gouvernée par des militaires, qui s'engage à être  
à la hauteur des exigences de la communauté défense.  
Tout le monde compte sur vous. Vous pouvez compter sur nous.



MILITAIRE & SŒUR



MILITAIRE & PÈRE

Unéo, MGP et GMF  
sont membres d'**UNEOPOLE**  
la communauté  
sécurité défense

Unéo, la mutuelle des  
**FORCES ARMÉES**

RÉFÉRENCÉE MINISTÈRE DES ARMÉES

TERRE - MER - AIR - GENDARMERIE  
DIRECTIONS & SERVICES



Pour nous contacter : 0970 809 000 (appel non surtaxé) - [groupe-uneo.fr](http://groupe-uneo.fr)

Votre force mutuelle

# ÉDITO

Jérôme de Dinechin, *Rédacteur en Chef*



*Notre dernier numéro traitait du cinquantenaire du corps de l'armement, et la Jaune et la Rouge, magazine des polytechniciens vient de faire de même en avril dernier (à consulter sur le site [lajauneetlarouge.fr](http://lajauneetlarouge.fr).)*

*Le corps de l'armement confirme son attrait auprès des jeunes, puisque 20 polytechniciens viennent de s'y engager ce printemps. Souhaitons-leur la bienvenue en espérant qu'ils feront la carrière la plus épanouissante possible.*

*Or, dans nos métiers techniques, si nous utilisons notre matière grise pour faire les meilleurs choix dans le difficile compromis coût – performance – délai, nous savons bien qu'on ne peut s'exonérer des phases de réalisation, de production et de MCO...*

*Bien que l'immatériel ait une place croissante, l'interface avec la réalité passe encore – et pour longtemps – par des objets matériels et durables, à l'image des aubes de turbines en composite présentées ci-après, prévues pour une carrière d'au moins 40 ans.*

*Dans leur itinéraire professionnel, certains camarades choisissent de se spécialiser dans ce domaine de la production, parfois bien malmené, et pourtant vital pour une nation comme le souligne le ministre de l'économie, Bruno Le Maire qui nous fait l'honneur de préfacer ce numéro.*

*Là aussi, les méthodes évoluent, le numérique vient apporter des améliorations remarquables, et l'environnement devient de plus en plus complexe (réglementation, énergie, environnement, zéro défaut) Il faut produire plus vite, mieux, pour des besoins plus spécialisés et différenciés. L'optimisation est partout, mais « plus c'est optimisé, plus c'est fragile ! »*

*Finalement, alors que les métiers étatiques vont de plus en plus vers le « faire faire faire », on constate combien il est important de toucher la réalité matérielle pour rester dans la vraie vie, pour apprendre la modestie ! C'est pour cela que la formation des jeunes IA propose souvent un passage en centre technique, afin de se confronter à des difficultés technologiques concrètes. Ils en tirent une expérience pour toute leur vie professionnelle.*

*Cela n'empêche pas d'accéder aux multiples formes de sens à donner à notre vie, que ce soit dans la réflexion, la conduite des projets et des hommes, la connaissance, le service de l'humanité. La recherche de sens, qui commence par les sentiments « d'apprendre », et « d'être utile » gagne à se déployer vers le haut en considérant avec l'historien et assyriologue Jean Bottéro (1914 – 2007) que « Tout ce qui est utile est servile », comprendre asservi à un but plus grand. Nous ne pouvons que constater, dans notre société désindustrialisée, virtualisée, perclue de nouvelles maladies professionnelles, que ce but supérieur, ce pourquoi, semble devenu inaccessible.*

*Ne faudrait-il pas garder un pied dans le domaine matériel pour mieux accéder au domaine spirituel ? Dit autrement, comme le Candide de Voltaire, pour mieux trouver un sens à notre existence, cela vaut la peine de « cultiver notre jardin » !*

# PRÉFACE

**Bruno Le MAIRE**, *Ministre de l'Economie et des Finances*



La réindustrialisation de la France est une priorité très claire du Gouvernement. Comment inverser la tendance passée et remettre désormais la France au meilleur niveau mondial ? Comment innover et repenser les modes de production pour qu'ils soient plus efficaces et durables ? Aux côtés des acteurs industriels français, l'État a souhaité catalyser une mutation industrielle profonde par des dispositifs d'accompagnement à tous les niveaux.

Plusieurs étapes décisives ont déjà été franchies depuis un an, dont je ne citerai que les plus symboliques : mesures fiscales en faveur de l'investissement, simplification du code du travail et réforme de la formation professionnelle, création du label "French Fab" et de "France industrie", lancement du fonds pour l'innovation de rupture, Plan d'action pour la croissance et la transformation des entreprises (PACTE) ou encore développement de l'intelligence artificielle, dans laquelle les ingénieurs de l'armement sont tout particulièrement appelés à prendre une part décisive.

Ces initiatives sont portées par des résultats économiques positifs : la production industrielle française a augmenté de 2,7 % en 2017, et nous anticipons une hausse de 4 % des investissements industriels en 2018. Ces résultats sont encourageants. Mais il n'est pas question de se reposer sur ces lauriers fragiles, car nous revenons de loin : après des décennies de repli et de fermetures, la réindustrialisation prendra du temps.

Parmi les chantiers ouverts, le plus considérable est sans aucun doute celui de la révolution numérique. Au-delà de l'effet de mode, la fabrication additive, l'outil industriel connecté, l'intelligence artificielle et le « big data » ont d'ores et déjà fait sentir leurs effets sur le modèle d'affaires pour nombre d'acteurs français, de la startup à la grosse entreprise en passant par les PME-ETI.

Il est normal que ce défi nouveau suscite des inquiétudes. Je le vois pourtant comme une formidable opportunité de rebattre les cartes, en donnant notamment à la France et à l'Europe l'occasion de reprendre rang dans la course à la modernisation industrielle mondiale, et d'effacer le retard pris dans les années 90 et le fameux virage de la robotisation que nous n'avions pas su prendre. Cette approche conquérante, optimiste, combative, doit redevenir la nôtre.

L'usine du futur, souvent appelée « usine 4.0 », est au cœur de notre politique industrielle. Priorité des priorités, c'est d'elle que découlera la montée en gamme et la modernisation de notre tissu industriel. Il s'agit de réorganiser la chaîne de production pour permettre de faire mieux, de relocaliser de la production en France, de rendre au final notre industrie plus compétitive et plus innovante. De surcroît dans un contexte de transition énergétique et écologique, de mondialisation et d'évolution rapide des usages, l'usine 4.0 permettra de faire des gains décisifs en termes de compétitivité, d'innovation et d'agilité tout en affirmant la vocation européenne et mondiale des acteurs de notre industrie.

Au cœur de l'industrie du futur, bien plus que des robots, il y a des femmes et des hommes dont les métiers vont évoluer vers des tâches de plus grande valeur ajoutée. Nous l'accompagnerons par de la formation. Nous avons la chance d'avoir en France cet esprit créatif doublé d'une conscience sociétale et environnementale forte, qui fera de l'entreprise industrielle de demain un point d'attraction pour les générations futures.

Les industries aéronautiques, navales, spatiales, de défense et de sécurité, qui sont les domaines de prédilection des ingénieurs de l'armement, sont naturellement concernées par cette transformation immense. La concurrence mondiale et l'arrivée d'acteurs « disruptifs », y compris dans ces domaines où les temps de cycles longs peuvent parfois laisser penser à tort que les choses sont immuables et acquises, imposent au contraire d'y accélérer l'avènement de l'industrie du futur, en concentrant les forces dans le cadre européen : il faut oser, innover et produire rapidement car personne d'autre ne nous attendra. Assurée du soutien indéfectible des pouvoirs publics, j'ai confiance dans notre industrie pour y innover et trouver l'énergie et les moyens nécessaires pour une nouvelle France industrielle.

SALON INTERNATIONAL DE DÉFENSE ET DE SÉCURITÉ

2018

# EUROSATORY

11 - 15 JUIN 2018 / PARIS

TERRESTRE &  
AÉROTERRESTRE  
**LA RÉFÉRENCE**

Faites de votre société  
un acteur clé



**GICAT**

[www.eurosatory.com](http://www.eurosatory.com)

 **COGES**



**LE MAGAZINE**  
DES INGÉNIEURS DE L'ARMEMENT

**CAIA** 16 bis, avenue Prieur de la Côte d'Or,  
CS 40300 - 94114 ARCUEIL Cedex  
Tél. : 01 79 86 55 13  
Télécopie : 01 79 86 55 16  
Site : [www.caia.net](http://www.caia.net)  
E-mail : [contact@caia.net](mailto:contact@caia.net)  
Numéro de dépôt légal : 2265-3066

**DIRECTEUR DE PUBLICATION :**  
Philippe HERVÉ

**RÉDACTEUR EN CHEF :**  
Jérôme DE DINECHIN

**RÉDACTEUR EN CHEF DÉLÉGUÉ :**  
Olivier DAMBRICOURT

**COMITÉ DE RÉDACTION :**  
Bruno BELLIER, Séverine BOURNAUD, AMANDINE DESSALLES, Flavien DUPUIS, Jocelyn ESCOURROU, Olivier-Pierre JACQUOTTE, Daniel JOUAN, Louis LE PIVAIN, Denis PLANE, Frédéric TATOUT

**CRÉDIT PHOTO :**  
photo B Lemainre ;  
Schneider Electric, Safran, Thales, Nexter, DFS

**ÉDITION ET RÉGIE PUBLICITAIRE :**  
**FFE** 15 rue des Sablons 75116 Paris  
01 53 36 20 40 - [www.ffe.fr](http://www.ffe.fr)

**DIRECTEUR DE LA PUBLICITÉ :**  
Patrick SARFATI

**CHEF DE PUBLICITÉ :**  
Patrick RICHARD - 01 43 57 95 22  
[p.richard@ffe.fr](mailto:p.richard@ffe.fr)

**MAQUETTE :**  
Leslie TARDIF, Matthieu ROLLAT

**IMPRESSION :**  
IMPRIMERIE CHIRAT

**N° ISSN-L 2265-3066**

# SOMMAIRE

<b>ÉDITORIAL</b> .....	<b>01</b>
<b>PRÉFACE</b> .....	<b>02</b>
<b>INTRODUCTION DU DOSSIER</b> <i>par Olivier DAMBRICOURT</i> .....	<b>06</b>
<b>L'HOMME AU CŒUR DE L'INDUSTRIE DU FUTUR</b> <i>par Philippe DARMAYAN</i> .....	<b>08</b>
<b>LA FRENCH FAB POUR LA RECONQUÊTE DE NOS EMPLOIS INDUSTRIELS</b> <i>par Claude RENARD</i> .....	<b>10</b>
<b>RÉVOLUTION ÉNERGÉTIQUE ET INDUSTRIELLE : LE NUMÉRIQUE ET LES COMPÉTENCES AU CŒUR DE LA TRANSFORMATION</b> <i>par Luc REMONT</i> .....	<b>12</b>
<b>COMMERCY, UNE USINE SORTIE DES CHAMPS</b> ROAD TRIP DES JEUNES IA DANS LE GRAND EST <i>Par Adrien Bellenger et Adèle PASS-LANNEAU</i> .....	<b>14</b>
<b>LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE</b> ILLUSTRATION AU SERVICE DE L'AMÉLIORATION DE LA DISPONIBILITÉ DES ÉQUIPEMENTS MILITAIRES CHEZ THALES <i>par Jean-Noël STOCK</i> .....	<b>16</b>
<b>EMBRAER, OU COMMENT ÊTRE UN LEADER MONDIAL DANS UN PAYS DE CONTRASTE</b> <i>par Charles DOCEUR</i> .....	<b>18</b>
<b>PENSER LA SUPPLY CHAIN</b> UN RÔLE CLEF POUR LE MONDE INDUSTRIEL <i>par Paul SANSEAU</i> .....	<b>21</b>
<b>D'UNE INDUSTRIE TRADITIONNELLE À L'USINE 4.0</b> LA PRODUCTION DE MUNITIONS EN MOYENNE ET GRANDE SÉRIE <i>par Vincent GINABAT</i> .....	<b>24</b>
<b>LES NOUVEAUX ANGLES DU TIR</b> QUAND LA DIGITALISATION RÉVEILLE LA VIEILLE INDUSTRIE MUNITIONNAIRE... <i>par Pierre BÉNARD</i> .....	<b>26</b>
<b>LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE EN MAINTENANCE AÉRONAUTIQUE</b> PROMESSES ET RÉALITÉS <i>par Pierre-Etienne AUBIN</i> .....	<b>28</b>
<b>PLANIFIER DANS L'INCERTAIN</b> L'OPTIMISATION AU SERVICE DES SYSTÈMES INDUSTRIELS COMPLEXES <i>par Adèle PASS-LANNEAU</i> .....	<b>30</b>
<b>CHANTIER EVOLUTION MCO</b> COMMENT COMBATTRE LES IDÉES REÇUES <i>par Nicolas HUÉ</i> .....	<b>32</b>
<b>LE SERVICE INDUSTRIEL DE L'AÉRONAUTIQUE (SIAÉ)</b> UN OUTIL INDUSTRIEL ÉTATIQUE AU CŒUR DE LA TRANSFORMATION DU MCO AÉRONAUTIQUE <i>par Emmanuel CASTEL</i> .....	<b>35</b>
<b>VISER L'EXCELLENCE OPÉRATIONNELLE EN PRODUCTION</b> COMPRENDRE LE LEAN, LE 6-SIGMA ET LA THÉORIE DES CONTRAINTES <i>par Régis BRIGAUD</i> .....	<b>38</b>
<b>UNE AUTRE VUE SUR LE LEAN</b> <i>Par Philippe LOUÉ</i> .....	<b>41</b>
<b>OPTIMISER L'IMPRÉVISIBLE</b> OU COMMENT OPTIMISER UNE PRODUCTION PAR NATURE NON RÉPÉTITIVE ET SOUMISE À DE NOMBREUX ALÉAS <i>par Emmanuel LEPAREUX et Jonathan LARDY</i> ..	<b>42</b>
<b>DES SOURIS (D'ORDINATEUR) ET DES HOMMES</b> COMMENT LA RÉVOLUTION 4.0 IMPACTE L'HUMAIN... ET INVERSEMENT <i>par Amandine DESSALLES</i> .....	<b>44</b>
<b>INTERVIEW DE L'AUTEUR DE « LOST IN MANAGEMENT »</b> .....	<b>47</b>
<b>LORSQUE LES NEURONES N'ONT PLUS DE SENS</b> <i>Par Jérôme de DINECHIN</i> ..	<b>49</b>
<b>PLACE DE L'HOMME DANS TOUT ÇA ?</b> <i>par Jean-Paul GILLYBOEUF</i> .....	<b>52</b>
<b>L'ART DE LA SOUS-TRAITANCE : ÉTOUFFER SANS TUER</b> <i>par Denis PLANE</i> .....	<b>55</b>
<b>MOT DU PRÉSIDENT</b> <i>de Philippe HERVÉ</i> .....	<b>56</b>
<b>UNE INGÉNIEURE DE L'ARMEMENT</b> <b>LAURÉATE DU PRIX « INGÉNIEUSE'18 »</b> <i>par Amandine DESSALLES</i> .....	<b>58</b>
<b>IN MEMORIAM : HOMMAGE À SERGE DASSAULT</b> <i>par Antoine COURSIMAULT</i> .....	<b>59</b>
<b>LU POUR VOUS</b> .....	<b>60</b>
<b>VIE DES IA</b> .....	<b>62</b>
<b>LU AU JO</b> .....	<b>63</b>
<b>NOMINATIONS DGA - CARNET PROFESSIONNEL</b> .....	<b>64</b>



INTRODUCTION AU DOSSIER

## ET L'HOMME DANS TOUT ÇA ?

Olivier DAMBRICOURT, ICA

Il y a quelques mois j'ai eu l'opportunité de regarder un reportage passionnant sur l'avenir du tri postal en Chine, pays pionnier en matière de robotisation. En 2016, STO Express, numéro 3 chinois du courrier, a automatisé quatre de ses sept plateformes.

Esthétiquement, il fallait voir cette chorégraphie millimétrée et parfaitement silencieuse des plus de 300 robots qui se croisent à grande vitesse, sur un vaste plateau de tri au milieu duquel des centaines de trappes s'ouvrent dans le sol, dans un ballet parfaitement synchronisé. Plats et discrètes comme des aspirateurs-robots, chacune de ces petites machines à quatre roues réceptionne le colis sur son plateau jaune, pour aller ensuite le déverser dans l'ouverture carrée au sol qui correspond à la destination, contribuant ainsi à trier plus de 70 000 colis par jour. Il fallait également voir l'ensemble du système se reconfigurer instantanément à la moindre interférence, déviant les flux de robots pour contourner l'obstacle.

### **Robots : 32 seconde / Homme : 15 minutes**

« Le robot met 32 secondes en moyenne pour traiter un colis, là où un humain met 15 minutes » factualise le directeur du site. Résultat : là où elles ont été introduites, les machines ont remplacé les trois quarts des employés. Aussi ne reste-t-il ici qu'une dizaine de salariés... en tout, pour exécuter une tâche des plus basiques : prendre le colis sur un tapis roulant et le déposer sur le plateau du robot étiquette vers le haut pour permettre à une caméra ultra-rapide de scanner l'adresse de destination. Mais là aussi un robot est en cours de développement et ces derniers postes auront disparu d'ici à trois ans.

Lors du salon GLOBAL INDUSTRIE 2018, j'avais posté une vidéo montrant le stand KUKA<sup>1</sup> où un robot relativement simple joue les barmans pour servir des bières. Aujourd'hui, au sein du plus grand paquebot du monde (9000 passagers...), le « Symphony of the Seas », les deux robots barmen du Bionic Bar préparent dans un bel ensemble 130 cocktails par heure, chaque cocktail pouvant être individuellement paramétré... Certains se rappelleront le film « Passagers », où Chris Pratt - seul humain réveillé accidentellement au sein d'un vaste vaisseau spatial totalement automatisé, disposant de tous les biens matériels qu'il souhaite..., n'a comme interlocuteur qu'un robot barman... jusqu'à ce qu'il se décide à réveiller un autre humain.

L'ingénieur que je suis est émerveillé par ces prouesses technologiques, par cette capacité qu'a l'Homme à créer les outils ou les jouets lui permettant de rendre ses rêves les plus fous accessibles. Là réside d'ailleurs ma passion pour l'industrie. En revanche, l'humain que je suis s'interroge sur le Sens de cette course vers l'éviction de l'humain.

### Et l'Homme dans tout ça ?

Au-delà de la robotisation, la digitalisation est un autre facteur lourd de transformation des logiques de conceptions, de productions et de distribution. L'accélération du temps business, l'évolution incessante des métiers et des compétences, la généralisation des organisations en mode projet et globalisées, ... questionnent les modalités de la relation de travail, notamment contractuelles et humaines, vers davantage de flexibilité, d'intermittence et d'incertitude. Mon activité aujourd'hui m'amène à constater par exemple une nette accélération du développement du management de transition, avec des entreprises de plus en plus soucieuses d'adapter en permanence leurs équipes au plus juste : avoir au moment idéal, pour la durée juste nécessaire, les compétences à la fois les meilleures possibles et les mieux adaptées au point business considéré. Même la question de la gestion interne des talents apparaît de moins en moins pertinente, tant est incertaine aujourd'hui l'anticipation des compétences qui seront utiles et nécessaires demain. Je ne serais pas surpris que des pans entiers des fonctions RH se retrouvent bientôt externalisés, car il s'agira moins de « posséder » la ressource que de pouvoir faire usage de la bonne au bon moment, et donc d'avoir accès aux bons réservoirs. Le développement actuel sur internet des « places de marché » mettant en relation des ressources freelance et des besoins productifs commence certes par ce qui est simple (métiers standards et petits projets), mais ne tardera pas à remonter dans la chaîne de valeur dès lors que l'IA et les outils de modélisation le permettront.

Dans ce nouvel environnement global toujours plus compétitif, quelles seront les transformations à opérer ? Jusqu'où aller dans l'optimum compétitif ? Comment gérer les externalités négatives d'un tel mouvement de fond ?

Plus globalement, au-delà de la dynamique d'entreprise, ces ruptures fortes auront des impacts en termes de solidarité et de cohésion sociale. Depuis la Révolution Agricole, le modèle dominant du développement humain est celui de l'échange des fruits d'un travail, d'abord sous forme de troc et de solidarité, puis via sa monétarisation. La zone d'échange étant passée entre temps du local au global. La grande masse des citoyens du monde consacre l'essentiel de son temps éveillé à cette opération d'échange, et aujourd'hui, la vie professionnelle structure une très large part des interactions humaines.

Certes de nouveaux métiers vont émerger. Mais nombre vont voir leur modèle être totalement reconfiguré, et beaucoup vont simplement disparaître car le robot sera substitué à l'humain. Certains y verront un vaste mouvement de libéralisation permettant à l'Homme, qui entre temps sera devenu a-mortel, de se focaliser sur le développement de ses compétences cognitives et spirituelles, voire à son expansion extra-terrestre. D'autres y verront un très grand asservissement, tant l'Homme sera

devenu dépendant de ses machines. Dans tous les cas une question se posera : celle des modalités du Partage des ressources et des richesses créées.

A travers ce numéro, nous avons souhaité apporter un éclairage à la fois sur ces prouesses technologiques et organisationnelles qui émerveillent les ingénieurs que nous sommes, notamment en donnant la parole aux différents acteurs de la production, qu'elle soit unitaire ou de masse, publique ou privée, ainsi qu'aux acteurs qui interviennent en conseil et méthodologie, mais aussi sur les enjeux humains et sociétaux qui se font jour derrière cette nouvelle révolution industrielle et technologique. André Malraux disait que le XXI<sup>e</sup> siècle serait spirituel ou ne serait pas. Sans aborder ces questions sous un angle religieux, la place de l'Homme, le Sens de son existence et les modalités des interactions humaines nous apparaissent être des clés importantes du 21<sup>e</sup> siècle. Nous espérons que les articles de ce magazine susciteront votre intérêt et qu'ils sauront aiguïser votre curiosité sur ces sujets au cœur des évolutions en cours et à venir. ☺



**Olivier Dambricourt,**  
ICA,  
Partner Pôle  
Industrie  
chez Delville  
Management

Tout d'abord ingénieur d'essai en vol au CEV, puis chef de groupe au SPAé, Olivier sera ensuite conseiller des ministres Francis Mer (Economie, Finances et Industrie), Nicole Fontaine (Industrie) et François Loos (Commerce extérieur). Enfin, il a exercé diverses directions opérationnelles au sein de groupes industriels (Rhodia, DCNS) et de PMI (EREIE). Il développe aujourd'hui une activité de management de transition au service de l'Industrie.

# L'HOMME AU CŒUR DE L'INDUSTRIE DU FUTUR

Philippe Darmayan, président de l'UIMM

A l'heure où les entreprises, notamment les PME, ont des challenges à relever d'une ampleur nouvelle (modification des modèles d'affaires et des relations avec les clients, refonte des organisations, accès aux nouvelles technologies, amélioration de la compétitivité et bien sûr besoin d'évolution rapide des compétences...), qui sont pour partie une conséquence de la digitalisation de l'économie et de la société, Mme Muriel Penicaud, Ministre du Travail, annonce les grands axes de la réforme de la formation professionnelle. L'Alliance Industrie du Futur se réjouit alors que certaines des propositions et projets portés dans le vaste mouvement qu'il a initié lors de l'Agora Industrie en décembre dernier, trouvent un écho politique.

## L'Industrie du Futur comme vecteur de transformation du modèle social.

L'ère industrielle a façonné le travail au sens large, de la formation initiale aux statuts de l'emploi en passant par les rapports sociaux ainsi que le financement et la gestion du modèle social français. Le digital vient bousculer ce cadre et l'organisation des entreprises dans lesquels s'inscrivent les métiers et les emplois depuis le milieu du XXème siècle (salarier, statuts, classifications, compétences...) : l'accélération du temps invite à réduire les niveaux hiérarchiques, à redéfinir le rôle du management et à s'interroger sur les compétences requises (technique, économique, relationnelle, technologique, humaine). La société vers laquelle nous allons est ainsi basée sur la compétence et la résilience. Pour répondre à ces enjeux, les organisations doivent devenir agiles et apprenantes, et favoriser les expérimentations.

## La responsabilité sociale de l'entreprise évolue.

La « transparence » est l'une des caractéristiques de notre société « hyper-industrielle » comme la désigne Pierre Veltz. S'agissant de la gouvernance de l'entreprise, elle est amenée à évoluer, à « s'étendre » vers l'écosystème de l'entreprise en résonance avec

### « L'Alliance Industrie du Futur »

L'Alliance Industrie du Futur, association loi de 1901 créée en 2015, organise et coordonne, au niveau national, les initiatives, projets et travaux tendant à moderniser et à transformer l'industrie en France. Sept groupes de travail dédiés et deux actions transversales sont chargés de leur mise en œuvre. Leurs actions sont relayées en régions par des plateformes, s'appuyant sur les réseaux des membres de l'AIF, les collectivités territoriales (notamment les Régions), les CCI et les pôles de compétitivité afin d'accompagner les PME-ETI industrielles au plus près du terrain. L'Alliance Industrie du Futur a été créée par 11 membres fondateurs. Elle compte aujourd'hui 35 membres actifs ou associés répartis dans 4 collèges : organisations académiques (Centrale-Supélec, Arts et Métiers, Mines-Télécoms notamment), organisations de recherches technologiques, organisations professionnelles (GIFAS et UIMM notamment) et organisations de financement des entreprises (bpifrance notamment). L'AIF est financée par les cotisations de ses membres et par une subvention de la Direction Générale des Entreprises dont le montant est fixé par l'atteinte d'objectifs définis par des indicateurs de performance. Depuis avril 2018, le Président de l'AIF est Bruno Grandjean.

Sept programmes ont été définis pour transformer l'industrie, chacun d'eux portés par un groupe de travail opérationnel et deux actions transversales (Filières et International). Leurs actions sont relayées en régions par des plateformes, s'appuyant sur les réseaux des membres de l'AIF, les collectivités et les pôles de compétitivité afin d'accompagner les PME industrielles au plus près du terrain.

GT 1 - Développement de l'offre technologique du futur

GT 2 - Déploiement régional auprès des entreprises

GT 3 - Homme et Industrie du Futur

GT 4 - Normalisation à l'international

GT 5 - Promotion de l'offre technologique existante

GT 6 - Vitrites Industrie du Futur

GT 7 - Communication

## La guerre des talents

L'expression "guerre des talents" a été utilisée pour la première fois en 1997 par le cabinet de conseil américain McKinsey pour décrire les difficultés de plus en plus importantes rencontrées par les entreprises à la recherche de salariés qualifiés. Sous le double effet du départ progressif à la retraite des générations du baby-boom à la fin des années 90, et du degré croissant de qualification exigé par le marché du travail pour les tâches à haute valeur ajoutée, le recrutement devient en effet une véritable bataille pour les entreprises, obligées de rivaliser d'imagination pour attirer (et garder) les meilleurs profils. Parmi les domaines les plus touchés : la santé, les services sociaux et l'éducation ; l'ingénierie civile et le BTP ; l'énergie, l'ingénierie électrique ainsi que la logistique et la sécurité. Ce phénomène a conduit les services RH à étoffer leurs processus et outils de recrutement grâce notamment aux nouvelles technologies d'analyse de données, qui permettent d'examiner des millions de profils dans des temps très courts.

un monde collaboratif. Au préalable, la construction de liens plus étroits et le renforcement de la relation de confiance au sein de l'entreprise passe par un dialogue social renouvelé, en particulier dans la gestion du changement (avec un objectif d'agilité accrue). Cette confiance passe également par la prise en compte de la demande des salariés à l'égard de leur employeur qui se transforme en « garantie d'employabilité des compétences » (mais pas des métiers). Tant la gestion du parcours professionnel et de formation des salariés que l'amélioration de l'employabilité des salariés entrent dans cette attente. Simultanément, la « guerre des talents » invite les entreprises à tout faire pour entretenir et développer les compétences de leurs collaborateurs, les garder et en attirer de nouveaux (les difficultés de recrutement rencontrées par l'industrie en ce début d'année témoignent de la criticité de ce point). Enfin,

l'encadrement est appelé à évoluer : manager une organisation du travail en évolution permanente, en valorisant les compétences individuelles et collectives afin d'accélérer l'intégration des nouvelles technologies et de contribuer à la performance dans la durée, requiert non seulement de revoir le rôle du management mais également son périmètre avec davantage d'autonomie donnée aux équipes.

### Les responsabilités individuelles des salariés évoluent.

La question du maintien de son employabilité doit aussi se poser au salarié. Sur ce point, ni les salariés ni les entreprises ne sont égaux. Certains salariés s'organisent tout seul, d'autres doivent être sensibilisés – puis accompagnés – à la nécessité de se former de manière continue tout au long de leur vie professionnelle pour

développer leurs compétences. Là où la grande entreprise dispose de compétences internes, la PME va se tourner vers sa branche professionnelle, laquelle apporte une solution qui n'intègre pas toujours la transversalité nécessaire dans sa réponse (néanmoins, le développement des CQPI1 montre que le changement est en cours). Il s'agit pour les salariés, dans un premier temps, de bien comprendre l'écosystème de l'entreprise et ses évolutions, puis, dans un second temps, d'avoir accès à une offre de formation adaptée dans et hors de l'entreprise.

L'urgence des chefs d'entreprises est de se doter des bonnes compétences, et de les fidéliser, pour que l'entreprise prenne le virage de la transformation numérique et s'engage résolument dans l'Industrie du Futur. C'est, pour l'entreprise et ses salariés, une question d'avenir et de compétitivité cruciale. ☺

## Le Groupe de Travail « Homme et Industrie du Futur »

À industrie nouvelle, compétences nouvelles pour les opérateurs, techniciens, compagnons, ingénieurs, ou encore managers de l'industrie du futur. L'Alliance Industrie du Futur place l'Homme au cœur de son projet et entend adresser cette problématique sociétale auprès d'un large public : jeunes, salariés, pouvoirs publics et entreprises. En effet, l'impact de la digitalisation de la chaîne de valeurs sur l'organisation du travail suscite de nombreux débats et analyses. Pourtant ce sont bien l'adaptation et l'innovation dans l'offre de formation initiale et continue qui resteront clef pour la réussite de l'industrie du futur française.



**Philippe Darmayan**,  
président de  
l'Union des  
industries et  
métiers de la  
métallurgie (UIMM)

Il est président d'ArcelorMittal en France, ancien président de l'Alliance Industrie du Futur (jusqu'à avril 2018) et président de l'UIMM (depuis avril 2018). Diplômé d'HEC Paris, il a fait toute sa carrière dans la métallurgie (combustible nucléaire, aluminium, aciers carbone et inoxydable) et est notamment passé par Pechiney et Framatome.

# LA FRENCH FAB POUR LA RECONQUÊTE DE NOS EMPLOIS INDUSTRIELS

Claude Renard, ICA

Après le déclin des emplois industriels depuis plus de 30 ans, l'industrie française doit se réinventer. La French Fab s'appuie ainsi sur les atouts nationaux, forte compétence technique, ingénierie de haut niveau, positionnement sur un large spectre de secteurs dans tous les niveaux de la chaîne de valeur, pour redynamiser notre industrie, notre économie et nos emplois qui devront à minima s'adapter dans un monde où les changements s'accroissent à une vitesse de plus en plus vertigineuse.

**L**a France industrielle semble avoir perdu de son faste, malgré une tradition manufacturière séculaire, des nombreux et divers grands programmes de très haute technologie de la seconde moitié du siècle dernier, **nos territoires ont décroché de 2 millions d'emplois industriels (36 % des effectifs) en à peine trois décennies entre 1980 et 2010**, et la production manufacturière reste encore 7 % en dessous de son niveau d'avant crise. Face à ce terrible constat, on compte et recompte, on cherche les explications, et on en trouve. Premièrement, l'impact du recours à l'externalisation de l'industrie auprès du secteur des services pour ses propres activités représenterait un transfert d'environ 25 % des emplois industriels perdus. Deuxièmement, la déformation de la structure de la demande qui a accompagné les gains de productivité réalisés dans l'économie pour 30 % avec une nette augmentation du facteur gain de productivité à partir des années 2000. Enfin, l'impact de la concurrence étrangère apparaît plus difficile à évaluer, mais se caractérise par une dégradation du solde commercial et un accroissement des échanges avec les pays émergents.

Face à ce constat, le gouvernement a lancé fin 2009 les états généraux de l'industrie, permettant d'ancrer dans le paysage plusieurs dispositifs directement



*French tech en rouge, french fab en bleu, le coq français se mobilise*

issus de leurs 23 mesures : création d'une semaine de l'industrie, rendez-vous annuel en mars-avril, nomination d'un médiateur des entreprises, dynamisation du financement de l'industrie et surtout constitution du CNI, conseil national de l'industrie (qui remplace l'ancienne Commission permanente de concertation pour l'industrie, notamment en incluant les partenaires sociaux à sa gouvernance et en étendant le champ de ses attributions) et développement des comités stratégiques de filières. Par la suite, les orientations filières ont pris différentes formes au sein de la Nouvelle France Industrielle, 34 plans en 2013, rationalisés en 9 solutions en 2015, en s'appuyant sur le récent concept d'Industrie du Futur.

## **Un parc machine insuffisant, quantitativement et qualitativement, et inadapté aux nouveaux enjeux.**

L'industrie française est également caractérisée par un sous-équipement des entreprises en robotisation, il y a encore quelques années, notre densité de robots par employé de production était 1,5 fois moins élevée qu'en Allemagne dans l'automobile et quatre fois moins élevée dans les autres secteurs industriels. De plus, notre parc machine est également plus anciens que ceux de nos voisins européens.

Suite à la troisième révolution industrielle liée à l'électronique et à l'informatique, certains n'hésitent pas à parler de la 4<sup>e</sup> révolution industrielle, où l'interconnexion devient plus massive via internet, des outils de productions connectés, voire auto-évolutifs, ouvrant la voie aux divers acronymes en 4.0. En complément, l'évolution des modes de consommation, plus basé sur l'usage, où les entreprises de production se positionnent sur les services, met à plat la traditionnelle ségrégation entre industrie et service qui deviennent étroitement liées dans un modèle économique global. Bien que plus ancien dans le B2B (les fabricants de photocopieurs vendent un service et des copies à l'unité depuis longtemps ...) principalement pour des raisons comptables (charges directes plutôt qu'amortissement

d'investissement, fiscalité assise sur l'outil de production dont une réflexion est en cours à Bercy), cela s'est accéléré dans le B2C et continuera dans les années à venir.

En complément, la demande accrue de personnalisation et d'adaptation aux besoins spécifiques de chacun nécessite des chaînes de production agiles et paramétrables rapidement pour satisfaire des clients de plus en plus exigeants notamment sur les délais de livraison de « leur » produit, la logistique devient ainsi un secteur industriel, robotisée et automatisée. La flexibilité est un critère majeur différenciant pour les entreprises. Le temps ou les entreprises profitaient des fermetures estivales pour adapter les lignes de production et passer au modèle millésimé n+1 semble bien révolu...

### **La French Fab, étendard de l'industrie française en mouvement pour sa transformation**

Ainsi, après avoir développé le concept de French Tech fin 2013 représenté par un coq rouge en origami, c'est en bleu que cet étendard illustre la French Fab, l'identité de l'industrie française. Lancée en octobre 2017 par Bruno Le Maire, Ministre de l'économie et des finances, la French Fab vise ainsi la valorisation des savoir-faire des usines et des bureaux d'ingénierie français. Elle se positionne clairement à la croisée d'une base industrielle traditionnelle ultraperformante et du génie de nos startups pour former **l'industrie du**

**futur « à la française »**. Les entreprises vont pouvoir se transformer et se développer grâce à la robotique, le digital, l'impression 3D, le big data, l'IA, etc. La French Fab nourrit également l'ambition d'accompagner la croissance des PME pour les transformer en ETI avec le soutien des équipes de « l'Alliance French Fab pour l'industrie du futur ». D'ailleurs, les Régions se sont déjà engagées dans des démarches similaires et complémentaires.

Fin mars à Villepinte, le salon international de l'industrie « Global Industrie » a permis de promouvoir le savoir-faire des entreprises de la French Fab et de leur offrir les meilleures conditions pour leur développement à l'international. **La French Fab a vocation à embarquer toutes les entreprises qui veulent monter à bord de cette transformation, toutes celles qui veulent innover, se développer à l'international et porter haut et fort les couleurs de l'industrie française.**

**L'humain sera impacté, entraînant parfois des craintes, des spéculations, des espérances. De l'incertitude probablement, des changements majeurs sûrement**

Le déploiement accéléré des nouvelles technologies bouscule les relations avec l'humain dans le monde du travail, le CNI s'est rapidement penché sur le sujet des impacts sur l'emploi et les compétences et a produit récemment 2 avis sur les mutations associées et les liens avec la formation, tant

initiale en 2015 que continue et professionnelle en 2017, [www.entreprises.gouv.fr/conseil-national-industrie/avis-et-rapports-du-cni](http://www.entreprises.gouv.fr/conseil-national-industrie/avis-et-rapports-du-cni).

L'humain reste ainsi au cœur des systèmes productif, mais les besoins des entreprises évoluent, plus axés sur les compétences intrinsèques qui remplacent de plus en plus les qualifications et les diplômes, voire l'expérience. Les soft skills deviennent prépondérantes, les employeurs cherchent des personnalités, ainsi que l'interdisciplinarité soit en mode projet soit en tant que compétence personnelle. L'adaptation se fera, comme elle s'est toujours faite par le passé. Certains alarmistes soulignent le nombre important d'emplois et de métiers qui seront détruits, mais cela a toujours été : plus de la moitié des métiers du début du vingtième siècle n'existe plus.

Le sujet primordial à l'avenir sera l'impact de l'IA sur le niveau résiduel de la plus-value de l'apport de l'homme au cœur de la chaîne de valeur productive, et ce, pour tous les niveaux de qualification. L'impact ne se limitera plus aux tâches peu qualifiées, mais touchera également tout analyste lorsque l'IA associée à la grande masse de données dépassera l'homme. ☹



**Claude Renard,**  
ICA,  
sous-directeur  
à la Direction  
Générale des  
Entreprises

Ingénieur et diplômé d'études comptables et financières, il débute sa carrière à la DCN puis intègre le Ministère de l'économie et des finances en Poitou-Charentes (directeur de l'ex DRIRE, en charge du service d'accompagnement des entreprises en DIRECCTE. Nommé médiateur des entreprises, commissaire au redressement productif et référent unique pour les investissements, il était également chargé de mission industrie auprès du préfet de région avant d'être nommé sous-directeur à la DGE en charge des restructurations d'entreprises, de la réindustrialisation et de la formation.

La French Fab fédère les écosystèmes de l'industrie portés par tous les acteurs des territoires et porte des ambitions profondes pour le tissu industriel français :

- Accélérer la transformation de l'industrie en France par la diffusion des concepts et technologies de l'Industrie du Futur
- Donner visibilité et fierté aux acteurs qui font l'industrie française au quotidien, à l'excellence française industrielle. En France comme à l'étranger
- Incarner le futur prospère de l'industrie française et l'attractivité des métiers qui la composeront, de la formation (initiale, professionnelle ou continue) à l'emploi

# RÉVOLUTION ÉNERGÉTIQUE ET INDUSTRIELLE : LE NUMÉRIQUE ET LES COMPÉTENCES AU CŒUR DE LA TRANSFORMATION

Luc Rémont, ICA

La diffusion rapide des énergies renouvelables dans le monde et la numérisation des procédés industriels amènent une transformation profonde de toutes les industries et de la gestion des infrastructures au sens le plus large. Avec ses 70 sites français, Schneider Electric en a pris toute la mesure.

## Un nouveau monde énergétique et industriel.

Les énergies renouvelables apportent une énergie désormais compétitive, décentralisée auprès de son utilisateur bien qu'intermittente au gré du vent ou du soleil. Elles ouvrent le champ à de nouveaux modes de consommation et de gestion des réseaux énergétiques.

La connexion numérique des automatismes, capteurs, machines et logiciels qui composent une chaîne industrielle, d'un bâtiment ou d'une infrastructure, permettent d'optimiser en permanence leurs facteurs de production : disponibilité, maintenance, adaptation à de nouvelles demandes.

La combinaison de ces deux révolutions ouvre la voie pour de nombreuses industries à une nouvelle approche de leurs métiers.

L'énergie n'est plus seulement un coût externe, mais une ressource qui peut être partiellement maîtrisée par son utilisateur grâce à une production renouvelable dédiée, à une certaine capacité de stockage et à une optimisation de l'efficacité énergétique. L'automatisation de la gestion énergétique permet le lien entre ces composantes et les besoins de l'utilisateur.

De même, la supervision numérique de l'ensemble d'une chaîne industrielle allant du bureau d'étude à la commercialisation permet désormais de

personnaliser la production pour l'adapter aux besoins spécifiques de chaque client et de suivre tous les éléments de la chaîne pendant toute leur durée de vie.

Les ordres de grandeur de gains potentiellement atteints en déployant ces nouvelles technologies sont généralement spectaculaires : couramment 50 % de gain d'efficacité énergétique, 30 % de réduction du temps d'indisponibilité d'une infrastructure, flexibilité d'usage des infrastructures accrue et réduction des coûts de maintenance.

## Renforcer le développement des technologies de la gestion de l'énergie et de l'industrie du futur grâce à son expérience d'utilisateur.

En commençant il y a plus de vingt ans le chemin vers les objets connectés (premiers automates connectés à Internet) et il y a plus de dix ans celui des plateformes logicielles pour infrastructures et procédés complexes, Schneider Electric déploie aujourd'hui dans plus de 100 pays les technologies de la transformation numérique appliquées à la gestion de l'énergie et aux automatismes dans les bâtiments, les centres de données, les infrastructures et les industries.

De nombreux clients de Schneider Electric, industriels ou opérateurs d'infrastructures, intègrent désormais couramment leurs

procédés et leur énergie sur une plateforme digitale. Cette plateforme peut facilement atteindre plusieurs centaines de milliers de points connectés pour un site industriel et contribuer à un 'jumeau numérique' qui accompagnera le site pendant toute sa durée de vie. Ce jumeau numérique associé à la connaissance des objets critiques et aux règles du métier permet d'optimiser la production, la maintenance, la consommation énergétique, dans un environnement qui doit assurer la sécurité des personnes et la cybersécurité.

L'ensemble permettant de relier les objets connectés, les automatismes et logiciels d'analyse de données est rassemblé dans une architecture ouverte nommée [Ecostruxure](#).

Le déploiement de ces technologies n'offre pas seulement de meilleures performances à l'utilisateur final. Il fait émerger de nouveaux métiers. L'écosystème que nous avons construit nous permet de collaborer sur notre plateforme ouverte avec une large communauté de partenaires, d'intégrateurs et de développeurs pour offrir à nos clients à la fois contrôle et efficacité opérationnelle en temps réel.

Déployer ces savoirs faire dans nos propres sites français a été une expérience essentielle. Utiliser nos propres technologies nous permet de connaître leur potentiel et de vérifier leur adaptation à nos besoins.



Crédit photo : Sébastien Niess

#### Maintenance prédictive dans l'usine du Vaudreuil de Schneider Electric

Avec 40 sites industriels en France et 27 sites tertiaires, dans un métier qui représente quelques millions de références produits à diffuser vers quelques centaines de milliers de clients par pays, la massification de notre production et sa versatilité sont des éléments essentiels à notre performance industrielle. La performance de bout en bout de notre chaîne logistique est également vitale.

Pour continuer d'investir sur la compétitivité de nos sites et de nos équipes en France, nous avons décidé d'équiper nos sites industriels, déjà automatisés, de toutes les briques numériques nécessaires pour tirer le meilleur de la productivité « Process et Energie » en commençant par le site pilote du Vaudreuil.

Le site du Vaudreuil a célébré, en 2015, ses 40 ans d'existence. Il

produit aujourd'hui des contacteurs et des variateurs de vitesse (pour le pilotage et la protection des moteurs industriels). En 2016, plus de 10,5 millions de contacteurs et 95 000 drive et starters produits au Vaudreuil ont été vendus. Plus de 80% de cette production est exportée à l'étranger.

Ce site de 14200m<sup>2</sup> compte 360 collaborateurs et a obtenu successivement 4 certifications : ISO 9001, 14001, 50001 et OHSAS18001. Il a bénéficié en 2017 d'investissements importants, qui lui ont permis d'installer les solutions d'analyse numérique apportées par Ecostruxure, associant les procédés industriels et l'énergie, pour être plus compétitif face aux exigences du marché internationaux.

Parallèlement, nous avons déployé Ecostruxure sur nos bâtiments

tertiaires, permettant par exemple une économie de plus de 50% de l'énergie consommée par notre siège social à Rueil Malmaison.

#### L'Alliance pour l'Industrie du Futur

Le gain de compétitivité permis par les technologies numériques est une chance à saisir pour l'industrie française.

Schneider-Electric est mobilisé au travers du GIMELEC et de l'Alliance pour l'Industrie du Futur qui rassemble les principales associations professionnelles de l'industrie pour faire connaître, diffuser, former et accompagner les entreprises françaises et notamment les Petites et Moyennes Industries dans la modernisation de leurs outils industriels et la transformation de leur modèles économiques par les technologies nouvelles.

Schneider Electric et les autres membres de l'Alliance délèguent des ambassadeurs et des experts agissant pour l'AIF pour accompagner et soutenir les régions, les CCI dans le développement du tissu industriel local. Ceci se traduit par des audits, des expertises, des formations qui ont d'ores et déjà permis d'associer plus de 4000 entreprises parmi les quelque 30000 petites et moyennes industries françaises. ☺



**Luc Rémont,**  
ICA, Executive  
Vice President  
International  
Operations

X-Ensta, il commence sa carrière à la DGA en 1993, puis rejoint en 1996 le Trésor, où il était en charge des relations avec les banques multilatérales de développement puis des participations de l'Etat Français dans les sociétés de transport. Il est ensuite devenu conseiller technique puis directeur adjoint au sein du cabinet des ministres des finances de 2002 à 2007. Il a rejoint la Banque Merrill Lynch en 2007 et a dirigé la banque de financement et d'investissement Bank of America Merrill Lynch en France de 2009 à début 2014. Président de Schneider Electric France de 2014 à 2017, il devient directeur général des opérations internationales en 2017.

# COMMERCY, UNE USINE SORTIE DES CHAMPS

ROAD TRIP DES JEUNES IA DANS LE GRAND EST

Par Adrien Bellenger, IA et Adèle Pass-Lanneau, IA

En janvier février dernier, nous nous sommes retrouvés en promotion – les IA 2016 – pour la traditionnelle FAMIA. Au programme : conférences, visites de sites industriels et militaires, qui nous ont permis de construire notre culture armement. Notre tour de France nous a conduits à passer quelques jours dans l'Est (voir encadré). L'occasion pour nous de visiter un site industriel particulièrement inspirant : l'usine de Safran Aéro Composite, à Commercy.



*Un partenariat industriel sous forme d'une co-entreprise partageant les mêmes ateliers*

**M**ercredi 31 janvier. À bord de nos minivans nous suivons les indications du GPS qui nous amènent jusqu'à Commercy, en Lorraine. Non, les IA ne se dirigent pas vers la visite d'une usine de madeleines, la spécialité de cette petite ville de la Meuse, mais bien vers une nouvelle usine du groupe Safran. Inaugurée en 2013 dans le cadre d'une opération de réindustrialisation, impliquant volonté politique de l'ancien ministre de la défense et sénateur local Gérard Longuet et conviction de Safran, alors dirigé par Jean-Paul Herteman, que l'on saurait trouver en Lorraine le support, le soutien et la main d'œuvre dédiée et qualifiée nécessaires, l'usine est flambant neuve.

A notre surprise, nous sommes accueillis non pas par un mais par deux directeurs, Olivier Briffaux de Safran, et Thierry Schweitzer d'Albany : l'usine a en effet la particularité de regrouper sous son toit l'équipementier et son fournisseur, spécialiste des matériaux composites. On produit à Commercy les carters et les aubes du moteur Leap, destiné à l'aviation commerciale. L'histoire de l'usine de Commercy est fortement liée au succès de ce moteur, dont plus de 14 000 exemplaires ont déjà été commandés. Le Leap équipe les A320neo européens, les B737max américains et les C919 chinois. Le site de Commercy produit les pièces destinées principalement au marché européen. Deux

sites similaires - un aux Etats-Unis et un au Mexique – sont également en service pour répondre à la forte demande mondiale.

Nous visitons l'usine en suivant le cycle de fabrication de produit, d'abord côté Albany puis côté Safran. La production a commencé en 2016 et le défi actuel de l'équipe de direction est la montée en cadence. Objectif affiché : passer de 20 aubes (un moteur Leap en compte 18) par jour en 2017 à 50 aubes par jour à l'horizon 2021.

L'usine est un exemple parlant de l'application du Lean : le flux du produit sur la chaîne industrielle est visible et compréhensible. Cela commence côté Albany, par les métiers où la fibre de carbone est tissée en 3D. La pièce est ensuite imprégnée de résine et cuite au sein de moule spécialement désignés, selon le procédé Resin Transfer Molding. Elle est ensuite ébavurée puis rejoint la partie Safran de l'usine. Le pied, le bord d'attaque et le bord de fuite sont alors usinés avant que l'aube subisse de rigoureux contrôles qualité (contrôle visuel, géométrique, par radiographie). Un renfort en titane du bord d'attaque est ensuite collé avant peinture et vérification finale.

La montée en cadence de l'usine repose sur deux leviers. Il faut tout d'abord consolider le process de fabrication, en constante évolution grâce aux nombreuses avancées technologiques. Mettre les outils à jour, notamment les métiers

utilisés pour tisser la fibre de carbone. Les métiers actuels sont en effet progressivement remplacés par des métiers plus automatisés, qui demandent moins d'actions de l'opérateur et ont donc un meilleur rendement. Le deuxième levier est la stabilisation du processus qualité. Comment assurer un contrôle qualité performant et efficace, en tout point de la chaîne, sur des produits intégrant des technologies de pointe et qui doivent respecter les standards aéronautiques ? Un exemple est celui du contrôle 3D. Pour vérifier que les aubes ont pris la forme adéquate, des points de mesures sont pris sur les pièces. Combien de points de mesure sont nécessaires pour s'assurer de la qualité de la pièce ? L'enjeu est ici de trouver le compromis entre un nombre de points trop faible ne faisant pas ressortir les pièces défectueuses et un nombre de points trop élevé augmentant le temps de contrôle inutilement.



*La promo IA 2016 (X2013 et titres) en visite au 1<sup>er</sup> régiment d'hélicoptères de combat de l'ALAT à Phalsbourg : hélicos et camions rouges sur le tarmac*

A tous les niveaux de la chaîne nous rencontrons les opérateurs aux différents postes techniques : tissage de la fibre, préparation avant imprégnation, contrôle visuel. L'amélioration des cadences passe aussi par l'amélioration de leurs conditions de travail. Par exemple, après tissage de la fibre de carbone, il reste à découper de nombreux brins pour ajuster le bloc de fibre de carbone au moule de l'aube. Cette opération est aujourd'hui effectuée à la main et il faut environ 1h pour préparer une aube. L'arrivée des nouveaux

métiers à tisser devrait réduire le nombre de retouches à effectuer et l'étude d'outillage pneumatique est à l'étude pour améliorer le confort des opérateurs responsables de la découpe.

Toutes les stratégies d'optimisation de la production envisagées reposent fortement sur la présence et l'expertise des opérateurs. La question du recrutement et le management des compétences des employés est donc un enjeu crucial pour le site. Il a fallu à la création de l'usine trouver la main d'œuvre volontaire, la former, et souvent la remettre sur le chemin de l'emploi après une période de chômage – la région ayant été fortement touchée par plusieurs fermetures d'usines et le départ d'un régiment. Des partenariats avec les lycées de la région ont permis d'asseoir une politique de recrutement pérenne qui a permis le recrutement des 400 employés que compte maintenant le site. Le pari semble réussi.

C'est donc remplis de l'optimisme partagé par Messieurs Briffaux et Schweitzer et inspirés par l'exemple de ce projet industriel que nous sommes repartis vers Strasbourg. Non sans un détour par une usine de madeleines. ☺



*Une usine modèle poussée au milieu des madeleines*

Nouveauté de cette FAMIA 2018, la promotion 2016 des ingénieurs de l'armement a passé trois jours dans la région Grand-Est. Après une visite du Parlement Européen à notre arrivée à Strasbourg, il a ensuite été question d'aéronefs puisque nous avons visité deux sites de l'équipementier Safran, à Commercy et à Molsheim (Safran Landing Systems), puis le 1<sup>er</sup> Régiment d'Hélicoptères de Combat de Phalsbourg (Tigre, NH90 et Gazelle). Un peu plus au sud, et pour conclure les trois jours, nous avons été reçus par Christian de Villemagne à l'Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis pour un avant-goût des technologies de défense de demain et une première approche de la coopération internationale. Nous remercions Jérôme de Dinechin et Julie L'Ebraly pour ces trois jours qui auront remporté un franc succès auprès de la promotion et Xavier Sahut d'Izarn (Safran), qui a rendu ces visites possibles. Merci également à nos camarades recrutés sur titres, Charles Jouglard (Mines de Paris) et Jennifer Fongue (SupAéro), qui ont hérité de l'organisation pratique de ce périple pour leur intégration dans le corps.

# LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE

ILLUSTRATION AU SERVICE DE L'AMÉLIORATION DE LA DISPONIBILITÉ DES ÉQUIPEMENTS MILITAIRES CHEZ THALES

Jean-Noël Stock, JCA

Il y a deux ans, Thales a inscrit la transformation numérique comme un pilier de sa stratégie. Cela veut dire des acquisitions, mais surtout l'avènement d'une « digital factory » par l'amélioration des processus industriels, une révolution dans le pilotage d'une supply chain de bout en bout, pour une meilleure disponibilité des équipements.

*« LA PART PRINCIPALE DU CHALLENGE :  
DISSÉMINER LA CULTURE DIGITALE AU SEIN DES  
ENTITÉS OPÉRATIONNELLES »*

## La Transformation Numérique chez Thales

Elle repose sur l'association de deux piliers a priori indépendants mais en réalité extrêmement liés. C'est d'abord la volonté de proposer de nouvelles offres à nos clients, basées sur les valeurs fondamentales du digital : une expérience exceptionnelle fournie à l'utilisateur final, des services accessibles à distance et ouverts à un écosystème de partenaires, une exploitation des données optimisée par la mise en œuvre de plusieurs technologies clés du Digital – Connectivité, Big Data, Intelligence Artificielle, Cyber sécurité. C'est aussi une volonté prégnante d'y coupler une transformation profonde des modes de travail dans l'entreprise, basée sur les principes suivants : fournir à nos collaborateurs une expérience utilisateur de qualité, décloisonner les organisations et faire évoluer les modes de management, ou encore optimiser nos processus grâce à l'utilisation de tous les leviers technologiques disponibles.

## Un catalyseur de choix : la Digital Factory de Thales

Afin d'accélérer sa Transformation Numérique, Thales a décidé en 2017 de créer une Digital Factory. Située dans le 9<sup>e</sup> arrondissement de Paris, cette entité à part entière a pour mission d'« accélérer la Transformation Numérique de Thales et de ses clients ».

Avec une organisation basée sur les principes du Lean Start Up, cette Digital Factory regroupe des compétences de pointe en matière de développement logiciel, design UX/UI, data science, cyber sécurité et les met à profit grâce à une organisation horizontalisée qui permet à des équipes autonomes – des squads - de développer rapidement des produits et services digitaux à destination de ses clients.

Ce mode de fonctionnement permet concrètement à des Business Units de convertir des maquettes de concepts innovants (les Proofs of Concept) en produits minimum viables (MVP, Minimum Viable Product) en quelques semaines. Il

permet aussi de disséminer cette fameuse culture digitale au sein des entités opérationnelles. Et c'est d'ailleurs là que réside la part principale du challenge, puisque ce n'est que lorsque ces entités auront acquis les capacités à produire des offres digitales de manière autonome que la transformation sera considérée comme aboutie et pérenne.

## Une déclinaison au service de l'amélioration des performances industrielles

Que ce soit en interne de la part de ses collaborateurs, ou en externe de la part de ses principaux clients, tout le monde s'accorde sur le fait que la transformation engagée par le groupe français avance vite, très vite. Une des illustrations concerne le domaine du support client, avec l'exemple de la mise en place d'une démarche Opérations 4.0, visant à

### Une méthodologie éprouvée : Design Thinking



Design Thinking a été formalisé par l'université de Stanford (San Francisco), en rassemblant les meilleures pratiques d'innovation de la Silicon Valley. Des pratiques d'empathie pour bien appréhender les défis des utilisateurs et les impliquer dans la démarche, des techniques de créativité pour « penser hors de la boîte », des méthodes de sélection des idées les plus prometteuses, des outils de prototypage rapide pour bien faire toucher du doigt les solutions envisagées... Fort du succès de notre Design Center de Jouy en Josas, nous avons décidé, dès 2013, de multiplier les Innovation Hubs dans le Groupe et j'ai eu le plaisir de créer le premier à Singapour en 2014. Le succès fut au-delà de nos attentes, avec de nombreuses sessions impliquant nos clients civils et militaires et nous permettant notamment d'entrer dans une démarche collaborative très fructueuse dans l'In Flight Entertainment avec Singapore Airlines.

créer une rupture dans les performances industrielles globales de la supply chain de réparation d'équipements électroniques embarqués.

Bien ancré dans la démarche de transformation Numérique du Groupe, le projet a commencé par un état des lieux des dysfonctionnements existants tout au long de la supply chain, en se basant sur l'expérience utilisateur vécue par ses collaborateurs. Ce diagnostic a été réalisé avec les équipes des design centers qui ont pu établir du Design Thinking – Thales dispose de plusieurs Design Centers animés par des designers –, les équipes ont pu établir une liste de concepts pertinents à mettre en œuvre pour améliorer les performances.

Avec le support de la Direction, des équipes autonomes, multi-métiers et multi-sites ont été créées sur les sujets identifiés. *Une seule consigne : tester en quelques mois différents concepts dans une enveloppe budgétaire définie à l'avance.* Là encore, un réel changement de nos modes de travail : une dizaine de PoCs – Proofs of Concept – ont été menés, sur des optimisations portant tant sur les lignes industrielles que plus généralement sur l'ensemble de la Supply Chain, avec une motivation de la part des équipes qui fait plaisir à voir !

Parmi les éléments que l'on peut citer, on retrouve des optimisations industrielles permettant de réduire les temps de cycle et d'améliorer les conditions de travail des techniciens : la mise en place de cobots – robots collaboratifs –, le développement d'un cockpit métier intelligent permettant de réduire considérablement les tâches à faible valeur ajoutée des collaborateurs techniques. La formation et la capitalisation du savoir, enjeux cruciaux dans le domaine du MCO – Maintien en Condition Opérationnelle, ont aussi été modernisées par la création d'une plateforme digitale de capitalisation et transfert du savoir-faire accessible à tous les collaborateurs, et qui leur permet de partager des contenus vidéo de manière simple et intuitive, n'importe quand et depuis n'importe quel endroit.



Séances de créativité à l'innovation hub de Singapour

On pourrait également citer l'implémentation de la réalité augmentée et de la réalité virtuelle pour optimiser les opérations de formation des techniciens, ou encore l'utilisation de technologies de localisation à distance pour améliorer la maîtrise et le pilotage de la Supply Chain de bout en bout (idéalement depuis la détection d'une panne jusqu'au retour de la pièce réparée dans les ateliers opérationnels). Tout cela contribue déjà significativement à l'amélioration des performances industrielles de Thales et permet à l'entreprise de fournir un service toujours plus qualitatif et compétitif à ses clients.

Mais tout ceci est loin d'être terminé, puisque les véritables transformations restent encore à venir, je veux parler bien sûr de l'exploitation toujours plus poussée des données, à des fins de prédiction et d'anticipation notamment. Les technologies en jeu sont celles du Big Data et de l'Intelligence Artificielle, lesquelles doivent permettre de faire un bond spectaculaire dans notre maîtrise de la Supply Chain d'ensemble et dans l'amélioration de nos processus industriels. Il n'y a qu'à regarder le champ de perspective offert par la maintenance prédictive des matériels électroniques : aujourd'hui, grâce aux algorithmes de data science, des prédictions de déposes sont possibles, ce qui permet de dimensionner une Supply Chain au juste besoin, tout en étant proactif et en limitant les risques de rupture de flux. Ces mêmes algorithmes permettront par ailleurs d'exploiter pleinement la base de connaissances accumulées sur tous les équipements soutenus depuis des années par Thales, facilitant ainsi grandement les travaux

d'investigation technique et donnant un accès quasi instantané et naturel à un ensemble de savoirs pertinents pour nos techniciens. Une transformation qui ne devra pas rester confinée dans les enceintes du groupe Thales, mais savoir inclure dans son mouvement un ensemble de partenaires industriels et d'utilisateurs opérationnels vers un partage sécurisé de données et une adaptations des modus operandi indispensables à l'atteinte des objectifs de disponibilité légitimement attendus de nos clients, en France et dans le Monde

Dès lors, et nous le voyons bien à travers cet exemple, la Transformation Numérique mise en place chez Thales s'inscrit bien dans une démarche stratégique visant à offrir à nos clients et aux utilisateurs des systèmes que nous concevons pour eux des services globaux à forte valeur ajoutée. Et toutes les composantes du digital s'y retrouvent, y compris la partie où l'organisation change ses modes de fonctionnement. Car c'est sans doute la partie la plus compliquée de l'équation, celle qui nous pousse à toujours rester humble, déterminé et ouvert face à ce monde digital. ☺



**Jean-Noël Stock**

ICA, VP – Soutien et Service Clients des activités aéronautiques militaires de Thales

Jean-Noël Stock est diplômé de l'Ecole Polytechnique et Sup'Aero et détenteur d'un brevet de pilote militaire chasse. Après 8 ans d'Essais en Vols sur la base de Cazaux, il rejoint le groupe Thales en 2000 où il a exercé diverses fonctions techniques et managériales en France, en Australie et à Singapour.

# EMBRAER, OU COMMENT ÊTRE UN LEADER MONDIAL DANS UN PAYS DE CONTRASTE

Charles Doceur, IPA

Dans un pays qui privilégie habituellement l'industrie de main d'oeuvre, EMBRAER a su intégrer des méthodes modernes et largement outillées de production, notamment les outils de Dassault Systèmes, pour lequel l'auteur a travaillé.



E-190 de Air France

## Embraer, sa genèse au service de l'indépendance aéronautique du Brésil

Depuis le milieu des années 50, le gouvernement s'est attaché les services de l'ingénieur Allemand Henrich FOLKE et de ses équipes, reconnus pour leurs concepts originaux, afin qu'ils viennent enseigner au sein du CTA (Centre Technique Aérospatial de l'Armée de l'Air Brésilienne) et qu'ils partagent leurs travaux innovants de construction aéronautique.

Ainsi en 1965 est né le projet de construction d'un aéronef qui réponde aux besoins de connecter commercialement les villes de tailles moyennes disposant de moyens aéroportuaires rudimentaires. Le premier avion Bandeirante – EMB 110 – est ainsi né, son nom reprenant le nom des colons portugais qui à partir du XVI<sup>e</sup> siècle pénétrèrent au cœur du territoire brésilien.

A partir de 1969, la société Embraer (EMPresa BRasileira de AERonáutica) est fondée à São José dos Campos, ville située à 100 km de São Paulo, la capitale économique du Brésil, aujourd'hui comptant plus de 20 millions d'habitants.

Dans un premier temps, Embraer a basé son développement en réalisant des projets en coopération avec l'Italie et l'Argentine jusqu'à ce que le gouvernement décide de privatiser l'entreprise en 1994, ce qui jeta les bases de son expansion commerciale et technologique.

## Des gammes d'avions multiples et une internationalisation forte

Embraer produit aujourd'hui des gammes d'avions militaires, commerciaux et d'affaires.

- Militaires avec des avions d'entraînement (SuperTucano, vendus aux USA), des avions de patrouille maritime et de guerre électronique et de transport (KC390). Embraer participera à la production des SAAB Gripen acquis par les forces armées brésiliennes en 2013 dans le cadre d'un accord de transfert de technologie, Embraer, développant ainsi la version biplace du mono-réacteur d'origine suédoise.
- Commerciaux avec une gamme complète de biréacteurs sur les segments de 37 à 120 places (E-Jets en cours de remplacement par une nouvelle génération E2-Jets, et les ERJ-145).

- D'affaires en offrant de petits avions abordables jusqu'à des jets appelés Ultra Large.

Ces gammes complètes d'avions ont permis à Embraer de facturer 5,8 Md US\$ en 2017, de compter 18500 employés dont 2500 à l'étranger (chiffres 2016) et d'être présent industriellement sur 5 sites au Brésil ainsi qu'aux USA, au Portugal, en Chine avec des unités de production ou d'assemblage.

Embraer a réussi le pari de devenir le 3<sup>e</sup> avionneur mondial, devançant Bombardier dont les difficultés rencontrées dans la conduite du programme des CSeries, directement concurrent du programme E2-Jets de Embraer, l'a conduit à céder ce programme à Airbus en 2017.

## La digitalisation des processus de conception et de l'industrialisation

La privatisation de Embraer et son projet entrepreneurial ambitieux a été le déclenchement de l'adoption par l'entreprise de méthodes de développement les plus modernes, investissant massivement dans les logiciels les plus avancés du marché, en particulier avec le choix de Dassault Systèmes comme partenaire stratégique en 1998. Ils choisissent CATIA pour développer leur nouvelle gamme d'avions E-Jet, le plus grand avion jamais conçu et construit par Embraer.

A partir de ce point de départ, Embraer a méthodiquement digitalisé et connecté tous ses processus, avec notamment le Digital Manufacturing en 2005 lors du lancement de leur



ERJ-145 de RegionalAir – American Airlines

nouvelle gamme de petits avions d'affaire Phenom, puis en liant l'ingénierie de conception et l'ingénierie de fabrication en 2009 pour préparer la gamme plus grande de jets exécutifs.

Enfin Embraer a été précurseur encore à partir de 2012 dans la mise en place d'un système de contrôle de l'exécution de la production (Manufacturing Execution System – MES), qui supprime les liasses de montage papier, signées individuellement pour chaque avion produit, par des instructions digitales sur des tablettes. Les acteurs, compagnons, chef d'équipe et responsables qualité, valident enfin la bonne exécution des travaux en signant numériquement sur la tablette, tout ceci dans le respect des normes aéronautiques internationales telles que celles de la FAA.

Aujourd'hui, Embraer continue à améliorer ses processus, et met en place par exemple un programme de réalité virtuelle interconnectée qui permet de réaliser des revues techniques de projet entre les équipes de R&D réparties sur le territoire Brésilien, aux USA et au Portugal.

Grâce à ces processus efficaces et modernes, Embraer a reçu en Février 2018 la triple certification des autorités américaines, européennes et brésiliennes du premier modèle de la gamme E2, soit 4 ans et 8 mois après le lancement du programme, c'est-à-dire dans des délais inférieurs à ceux conduisant à la certification de l'A320 Neo en 2015.

### Embraer, le contre-exemple au Brésil

Le Brésil est un pays de contrastes, c'est-à-dire que se côtoient au sein de la société le meilleur et le pire, la créativité immédiate et la bureaucratie, le riche et le pauvre.

La qualité des rapports humains reste un sujet important au sein de la société brésilienne. Le sourire, se toucher pour montrer son affection, pour entamer une discussion ont leur place dans le quotidien mais également au sein des entreprises qui conservent encore des pratiques que nous appellerions de paternalistes. Par ailleurs, les salaires sont très étalés entre les opérateurs et les cadres, même si ces dix dernières années, un rattrapage important des salaires ouvriers a eu lieu.

Tout ceci pour dire que le monde de l'entreprise a eu davantage recours à des processus humains qu'à l'emploi de technologies lorsqu'il s'agissait de se développer et de croître ces 30 dernières années.

Sur le plan financier, un entrepreneur, un président, va conduire ses affaires dans le but de générer des bénéfices, bien moins taxés que les salaires. Ainsi il est confronté au dilemme de l'investissement technologique qui forcement réduira son bénéfice de l'année et dont les gains ne seront attendus que 1 à 2 ans plus tard.

Enfin ajoutez à tout cela un Etat qui depuis les années 50 n'a de cesse de penser qu'il faut mettre des barrières fiscales à l'entrée afin de protéger les industriels locaux. Un ensemble réglementaire monstrueux s'est ainsi créé, qui va imposer des taxes d'importation différentes entre un lecteur de CD et un graveur de CD parce qu'il existe des fabricants locaux de lecteurs et pas de graveurs.

La technologie est ainsi globalement imposée à 40% lorsque celle-ci est importée, sans compter sur les variations de taux de change qui peuvent fortement affecter les prix.

Aujourd'hui le pays souffre de sous-investissements technologiques, affectant ainsi sa productivité et de nombreuses entreprises industrielles brésiliennes de grande taille sont en retard dans l'adoption des nouvelles technologies.

La vision de Embraer et sa bonne mise en œuvre sont d'autant plus impressionnantes dans ce contexte et constituent donc un exemple unique dans son pays.

### L'avenir de Embraer

La question est actuellement sur la place publique en raison des discussions en cours avec Boeing. En effet, dans ces marchés extrêmement concurrentiels, le succès de Embraer et les difficultés de Bombardier de mener à bien son programme CSeries, ont poussé Bombardier dans les bras d'Airbus qui a ainsi étendu sa gamme d'avions aux monocouloirs de 80 à 120 places.

Boeing ne pouvait en rester là et a donc entamé des discussions en vue d'un rapprochement avec Embraer afin de compléter aussi sa gamme avec les bi-réacteurs d'entrée de gamme E2-Jet. Ces discussions avec Boeing posent ainsi la question de l'indépendance aéronautique du Brésil au cours d'une année électorale majeure (Présidentielles et Chambre des députés en Octobre 2018). Le paysage politique est totalement bousculé par les 4 années de révélations de l'opération anti-corruption Lava Jato (« Karcher » en bon français) sur les pratiques occultes de l'ensemble du monde politique brésilien. Cette opération a conduit le mois dernier à l'incarcération de l'ex-président iconique Lula afin qu'il exécute la peine de 12 ans de réclusion dont



EMB-145 AEW&amp;C des forces indiennes

il a écopé en appel dans le premier dossier des 9 dossiers de corruption le concernant.

Pour en revenir à Embraer, l'issue des discussions avec Boeing est tout aussi incertaine que l'avenir politique du pays en 2018, l'opinion oscillant entre intérêt d'accéder à des marchés plus globaux et la peur d'abandonner les capacités technologiques et le leadership que Embraer a su développer ces 20 dernières années.

ITA – *Instituto Técnico Aeroespacial*

Le succès de Embraer ne peut être expliqué sans la mention de l'ITA, institut d'enseignement supérieur principalement dédié à l'aérospatial qui se situe aussi à São José dos Campos et qui fut créé par le Général Casimiro Montenegro, le fondateur de Embraer.

L'ITA forme annuellement 110 élèves aux diplômés d'ingénieur (aéronautique, mécanique, électronique et aérospatial) et propose également des cursus de post-graduation.

L'entrée à l'ITA est faite par l'intermédiaire d'un concours, le *vestibular*, dont les principales matières de sélection sont les mathématiques, la physique et la chimie. Le concours d'entrée à l'ITA est considéré au Brésil comme le concours le plus sélectif du pays et les candidats doivent suivre une préparation spéciale car l'enseignement secondaire ne permet pas d'atteindre le niveau requis.

L'ITA est donc un mélange entre l'X et Sup Aero ayant formé des centaines d'ingénieurs contribuant sans aucun doute aux succès rapides d'Embraer. ☺



SuperTucano de l'USAF



KC390

### Le Brésil pour moi

J'ai commencé à connaître le Brésil il y a 24 ans lorsque j'ai rencontré mon épouse, native de Buenos Aires, ayant vécu toute son enfance à São Paulo. Ainsi, j'ai commencé à voyager régulièrement en Amérique du Sud et j'ai pu découvrir le Brésil et ses contrastes, ses 4000 km du nord au sud et d'est en ouest, avec le nord, pauvre et nonchalant, le sud, terre de culture et d'élevage, et São Paulo, une ville qui bouge tout le temps, 3<sup>e</sup> agglomération mondiale en 1990.

C'est en 2012 que nous avons décidé de nous installer au Brésil afin que nos enfants puissent encore mieux connaître leurs racines. D'abord expatrié pour Dassault Systèmes, j'ai décidé de rester comme consultant indépendant dans les technologies avancées.

En tant qu'Européen, les Brésiliens sont particulièrement accueillants car ils sont certains que nos pratiques professionnelles et nos formations sont plus rigoureuses et peuvent apporter une valeur ajoutée au pays. Mais il faut veiller à bien adopter les codes culturels du pays et en particulier il est fondamental de parler la langue.

Enfin l'entrepreneuriat individuel n'est pas une difficulté car il est assez commun de disposer de sa propre structure juridique dont l'administration et la fiscalité sont bien plus légères qu'en France, une fois qu'on a compris les innombrables méandres.

Le Brésil reste encore un pays où de nombreuses conquêtes peuvent être faites, mais il faut persévérer, comprendre, se fondre dans la culture pour que les succès arrivent.



**Charles Doceur,**  
IPA,  
Consultant en  
technologies

Depuis 2014, Consultant indépendant spécialisé dans l'implantation d'entreprises de technologie au Brésil  
Directeur commercial chez Dassault Systèmes de 2007 à 2014  
Responsable Commercial chez PTC de 2004 à 2007  
Directeur du Développement Commercial de Sinpag de 2000 à 2004, start-up dans le domaine des services collaboratifs mobiles  
Ingénieur de l'armement à la DCN de 1995 à 2000 : Chef de Projet de systèmes de combat export, Chef de Cabinet du DCN

# PENSER LA SUPPLY CHAIN

## UN RÔLE CLEF POUR LE MONDE INDUSTRIEL

Par Paul Sanseau, ICA

Terme technique peu compréhensible, la supply chain se trouve pourtant au cœur des évolutions du monde industriel, numérique bien sûr, mais également énergétique, environnementale et humaine. Témoignage de quinze années de conseil dans le domaine pour gagner en maturité.

La supply chain est la pensée qui :

- définit les modalités et les solutions de gestion des flux d'échanges entre les acteurs d'un écosystème industriel donné (chantiers naval, aéronautique, grande distribution, etc.) ;
- définit les règles de fonctionnement entre ces acteurs et avec le reste du monde (transporteurs, autorités, société civile, etc.) ;
- anime et supervise ce réseau.

Elle opère

- le choix de stratégies d'approvisionnement (Make or Buy, outsourcing, relocalisation, etc...),
- le choix des partenaires et des modes de contractualisation (Vendor Managed Inventory, Kanban Fournisseur, etc.) ;
- les contraintes légales (déclarations d'échanges de Biens, normes environnementales ou internationales comme CITES, ITAR, etc.) ;
- les solutions fonctionnelles et technologiques d'intégration des flux.

De ce fait elle est, et reste le bras armé de la mondialisation, mue par les étranges impulsions qui ont construit le monde que nous connaissons, et donc aucune autre discipline, ne sera plus au cœur des transformations du monde.

De ce fait, elle va également connaître de nombreux changements de paradigmes et qui vont entraîner une importante reconfiguration. Bienheureux celui qui les aura prises en compte à temps !

Ceux-ci peuvent se résumer dans la suite

- Maitriser les sources d'énergie,
- Piloter les stock,
- Garantir l'information et sa protection,
- Vivre en économie circulaire,
- Intégrer la complexité.

### Maitriser les sources d'énergie

Autrefois, une simple ressource, d'un coût variable, elle va devenir clé pour nombre d'activités.

La question ne sera plus son prix, largement fluctuant au gré des options prises par les traders, et que bon an, mal an on arrive à repercuter plus ou moins efficacement vers le client, mais tout simplement sa disponibilité.

Comment autrement justifier la présence d'usines de production d'aluminium en Arabie saoudite et en Islande ?

Du choix des sites de production et des modes de transport dépendra l'empreinte carbone du schéma global ainsi que les externalités induites qu'il faudra volente, nolente accepter de gérer, mais la question de fond de la disponibilité de l'énergie va peser de tout son poids dans les décisions.

### Piloter Les Stocks

Au XX<sup>e</sup> siècle, les stocks étaient considérés comme des variables d'ajustement des processus (stocks = différence entre 2 flux), et en général subis.

De plus en plus ils vont intégrer de nouvelles dimensions dans leur gestion.

Ils vont devenir un réceptacle de l'énergie, celle qui leur a donné naissance, mais également une variable de contrôle du risque, l'équivalent du Edging de couverture, notamment pour les matières critiques (e.g. lithium, terres rares, etc.).

Le déploiement de solutions de synthèse additive va aussi conduire à repenser le rôle des semi-finis dans les processus industriels mécaniques.

De tout ceci, la contrepartie financière va devenir de plus en plus complexe à élaborer, et elle est bien partie pour ça.



L'usine de Reyðarfjörður ; l'aluminium, en Islande, représente 71% de la consommation d'électricité, et un niveau équivalent de rentrées de devises. Les flux d'arrivée du minerai et de départ de l'aluminium se font exclusivement par bateau.

**Garantir l'information et sa protection**

Pas de supply chain sans circuit d'information. Mais au rebours des tendances constatées à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, les modes ouverts et participatifs croisés vont devoir intégrer des niveaux de protection et de sécurité qui vont en devenir la contrainte majeure.

Parmi les risques de la supply chain, le risque du cyberterrorisme, surtout quand il devient un moyen d'état, est maintenant l'un des premiers cités. En revanche, l'irruption des nouvelles technologies IOT, Big Data, Deep learning, etc., très prometteuses, attend encore ses transcriptions opérationnelles. C'est une question de

temps, les technologies continuent de se développer dans des environnements qui deviennent de plus en plus contraints, et l'avancement devient parfois aléatoire. La blockchain, protocole ouvert sécurisé et distribué de partage de l'information, a généralement pâti de l'annonce du gaspillage énergétique éhonté associé au minage des Bitcoin.

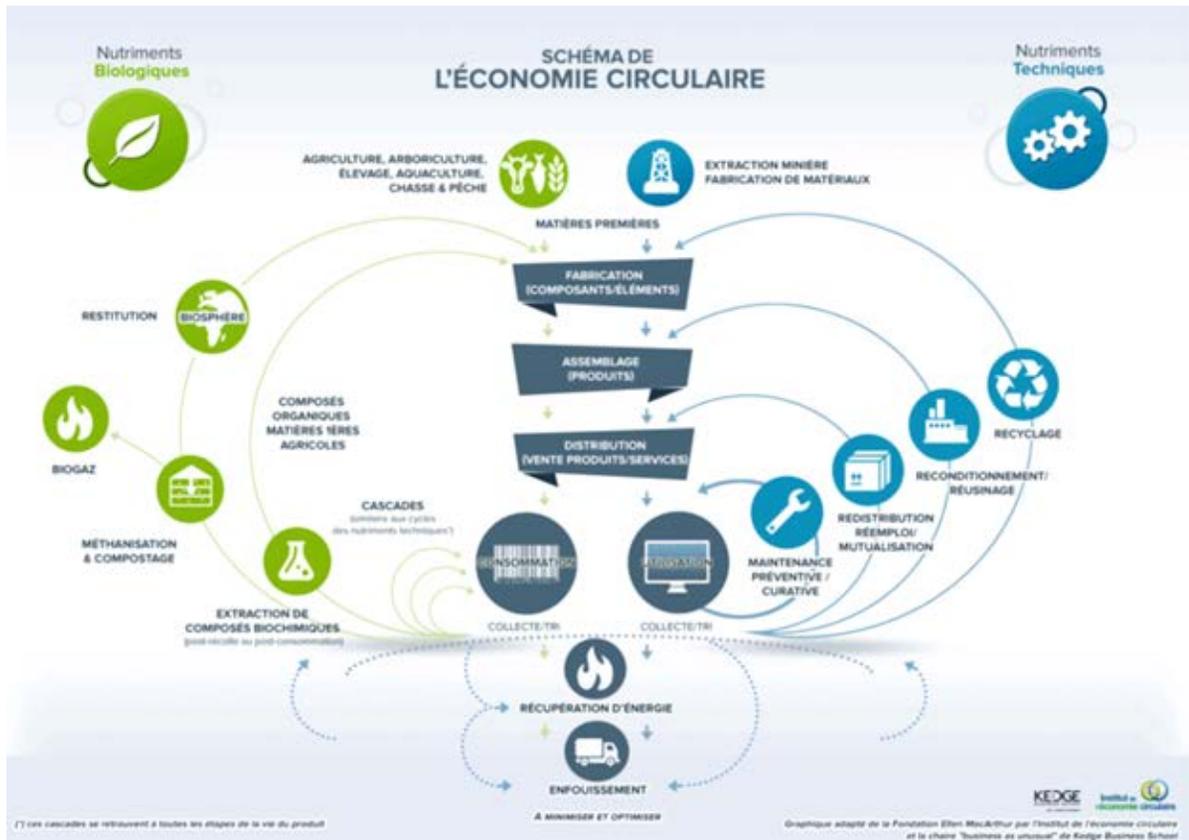
Le bitcoin, monnaie virtuelle, inventée il y a de nombreuses années, a été saisie d'une fièvre spéculative, qui a vu ses cours multipliés par près de 100 en 5 ans. D'une approche très décentralisée et participative, elle s'est transformée en une démarche, compétitive et agressive. L'architecture comporte deux parties : la blockchain (protocole décentralisé) et le minage (rétribution des acteurs par des concours de vitesse de calcul), et des investissements monstrueux ont été consentis pour gagner les quelques fractions de microsecondes qui vous offrent un bit coin supplémentaire.

Tout ceci a un coût : fin 2017, des experts, ont annoncé que la consommation d'énergie de cette activité représentait 0,23 % de la consommation mondiale, soit plus que celle de bien des pays africains en cours de développement.

Et la volatilité extrême de cette monnaie qui s'est effondrée d'un facteur 3 depuis son pic de fin 2017, a définitivement changé la vision du monde sur cette activité. Elle est passée dans la conscience collective de trading surperformant à un coûteux piège à pigeons.

**Vivre en économie circulaire**

La terre n'est point plate, et elle est finie. Notre économie ne peut plus maintenant faire l'impasse sur le recyclage et le traitement des déchets. Chaque année, de nouvelles normes (ex EURO 6) viennent s'empiler pour contraindre les acteurs au respect de ces préoccupations. Les supply chain sont en première ligne pour prendre en compte ce changement de paradigme. Et le chemin parcouru depuis dix ans est impressionnant, même s'il reste encore beaucoup, beaucoup, beaucoup de travail à faire. Depuis le design du produit, jusqu'à la gestion de la fin de vie.



Les reverse supply chain, et les filières de traitement des déchets ont maintenant acquis une maturité avancée et il existe un grand nombre de référentiels qui proposent les bonnes pratiques autour de ces questions.

La question fondamentale restera néanmoins de maintenir un environnement économique efficace, tout en intégrant toutes les contraintes de ce type qui vont devenir de plus en plus fortes et de plus en plus nombreuses.

Ce sera au législateur et à la société civile d'y veiller :

- le législateur, car seule la loi peut avoir la force nécessaire pour contraindre des filières entières à se repenser,
- la société civile, car elle est la seule à pouvoir s'emparer de questions globales « les Commons » et à avoir une influence suffisante pour orienter la politique et les acteurs du secteur.

### Intégrer la complexité

Plus rien ne sera simple, la complexité, la variabilité, l'ambiguïté, l'imprévisibilité font vraiment partie du quotidien (les anglo-saxons utilisent l'expression VUCA comme *Variable, Unpredictable, Complex and Ambiguous*).

Autrefois les choses semblaient simples, d'un côté les processus, de l'autre l'organisation et le SI au milieu.

Ces frontières sont balayées au profit d'une hybridation multi domaines, dont le pilotage doit intégrer la théorie de l'information, la conduite du changement, la systémique et la théorie des jeux, entre autres.

L'objectif n'est plus de chercher une solution optimale, mais de combiner optimalité et optionalité, force et réactivité. Le maître mot est devenu la maturité :

- maturité des acteurs
- maturité de l'organisation.
- maturité des outils.

Le supply chain manager de demain doit comprendre comment se fabrique le produit ou le service, mais aussi qu'est ce qui compte

dedans pour le client, et comment son système d'information en traite les données.

De facto, parmi les défis liés à la maîtrise de la complexité qui doivent être relevés, la conduite du changement, avec tout ce que cela compte en compréhension de la psyché humaine, des valeurs qui nous font agir, et le côté parfois paradoxal des approches systémiques, est l'un

des plus ardu.

Ce n'est ni le plus fort, ni le plus rapide qui gagne, mais bien le plus malin. Les gains ne se mesureront pas immédiatement, mais dans la durée et la pérennité.

Survivre à court terme, gagner à moyen terme, animer le réseau de valeur et en développer la maturité. ☺

### N'oubliez pas la conduite du changement !

Au moment de lancer une opération dans le domaine de la *supply chain*, les débats font souvent rage, sur ce qui va entraîner le succès ou l'échec, tout est passé en revue, la solution, l'intégrateur, le contrat, la gestion de projet, l'organisation, le choix de la plate forme, etc...

A la lueur de notre expérience, qui comprend plus d'une centaine d'interventions, nous pouvons classer en 1er ex aequo et de très très loin devant les autres facteurs, la montée en maturité et la conduite du changement.

Pour illustrer ce propos, un de nos récents exemples vécus.

Suite à un démarrage avec le meilleur ERP du marché, une grande signature comme intégrateur et des financements largement adéquats, le client, acteur important de l'aéronautique, nous sollicite car il a le sentiment (confirmé ensuite par l'analyse détaillée) de perdre pied et d'assister impuissant à la dérive des stocks et en-cours.

En quelques jours, le diagnostic tombe, et un plan d'action uniquement tourné vers l'appropriation de l'outil et les bonnes pratiques de gestion des flux se met en place.

Il ne faudra attendre que quelques mois pour que les dizaines de millions d'euros de surstock soient résorbées et que les flux concernés passent sous contrôle.

S'il nous est permis de vous donner un conseil, veuillez à traiter ce point en premier à tous les niveaux dans l'organisation de vos opérations.



BFC s'attache à apporter des solutions rapidement opérationnelles en termes d'efficacité technique et économique aux acteurs de la supply chain, basées sur les meilleures pratiques de l'analyse systémique et de la supply chain.



**Paul Sanséau,**  
ICA, Associé  
fondateur du  
cabinet BFC

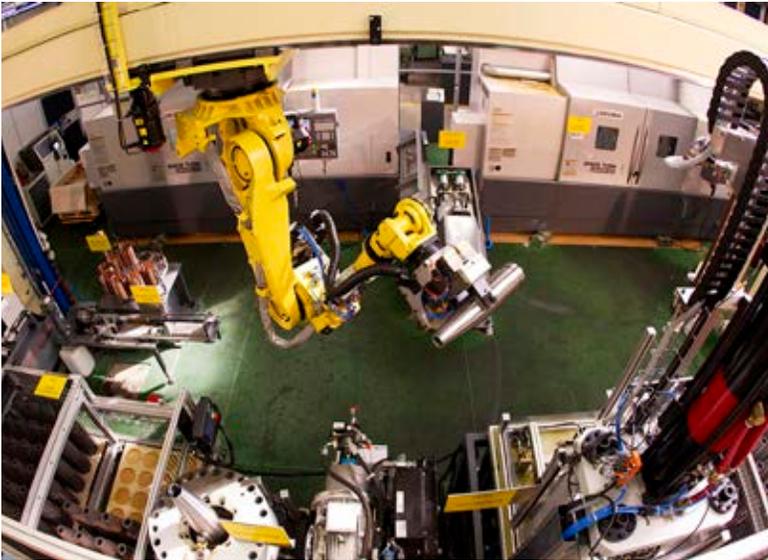
Paul Sanséau X 80, ICA (CR) est le fondateur et DG du cabinet BFC. Après une première partie de carrière à DCN Cherbourg (construction du SNLE NG), puis au sein de l'équipe programme de la FAA NG (frégate tripartite de nouvelle génération) et pour finir au cabinet du DGA, il s'est ensuite tourné vers l'industrie privée, en charge d'un programme de transformation majeur chez Nexans. A la suite de cette expérience, il a fondé la société BFC dont la tag line se résume ainsi : « Think Better, Do Better »

# D'UNE INDUSTRIE TRADITIONNELLE À L'USINE 4.0

LA PRODUCTION DE MUNITIONS EN MOYENNE ET GRANDE SÉRIE

Vincent Ginabat, ICA

Des robots pour capter des parts de marché, d'accord... mais pour créer des emplois ? Retour d'expérience chez Nexter Munitions.



Centre robotisé d'usinage des obus de 155 à la Chapelle-Saint-Ursin

Consommables par nature, les munitions n'en sont pas moins déterminantes sur le champ de bataille. Elles doivent être aussi sûres et simples d'emploi qu'efficaces dans les effets recherchés. Leur cahier des charges s'enrichit à l'aune des opérations extérieures : versatilité des effets, insensibilité aux agressions, portée accrue, maîtrise des dommages collatéraux, programmation avant le tir ou en vol. Le système complexe ainsi défini doit, selon les calibres, supporter des accélérations positives et négatives jusqu'à 100 000 g, subir une perturbation jusqu'à Mach 5 en sortie de canon, parcourir jusqu'à 40 km et atteindre sa cible avec précision.

Cette performance est un inducteur de coût, mais les clients s'étalonnent par rapport au marché mondial, où l'intensité concurrentielle croît : la dérive des prix n'est donc pas une option. Pour rester compétitif, il faut augmenter les volumes en captant

des marchés export – 80% du carnet – et adapter l'outil industriel en permanence.

La production annuelle atteint quelques milliers de composants pour les missiles et l'espace, quelques dizaines de milliers d'obus de char et d'artillerie, et plusieurs centaines de milliers de cartouches de moyen calibre (du 20 mm au 40 mm). Les révolutions industrielles actuelles répondent bien aux enjeux, à commencer par la robotisation.

De 2013 à 2017, Nexter a investi 33 M€ dans l'outil industriel, dont 13 M€ directement liés à l'automatisation. Les sites de Tarbes et de La Chapelle comptent à ce jour 31 chaînes automatisées dont 22 robots. Le taux de robotisation s'établit ainsi à 385 robots pour 10 000 employés.

A titre d'exemple, la préparation des corps d'obus de gros calibre comprend des opérations d'usinage et de ceinturage à partir d'une ébauche forgée, une épreuve en pression et de multiples contrôles. Réalisée sur un îlot robotisé, cette séquence ne nécessite qu'un opérateur au lieu de quatre avec une chaîne traditionnelle. De ce fait, cette étape critique pour la performance et la sécurité du produit, auparavant sous-traitée dans un pays à moindre coût de main d'œuvre, a pu être réinternalisée. La maîtrise des paramètres process et des caractéristiques mécaniques est améliorée.

D'autres unités automatisées ont engendré des gains comparables : traitement de surface et contrôle des douilles de moyen calibre, fixation des amorces, chargement des traceurs, encartouchage, contrôle radio des fusées...

A-t-on pour autant des usines sans personnel ? Bien au contraire : en cinq ans, le chiffre d'affaires s'est apprécié de 75 % et l'effectif de 10 %. Cependant les métiers évoluent rapidement : l'automaticien spécialiste est devenu incontournable ; la qualification des opérateurs s'accroît, jusqu'à bac +2 sur certaines lignes ; la formation interne et le référentiel de recrutement doivent s'adapter.

A contrario, il eût été impossible de pérenniser l'activité sans recourir à l'automatisation, face à des concurrents bénéficiant de faibles coûts de main d'œuvre ou de grands marchés intérieurs. Ainsi, le rapport 10 entre les budgets de défense des Etats-Unis et de la France se retrouve dans les commandes annuelles d'obus d'artillerie.

## Les apports multiples des nouveaux procédés

Outre la compétitivité et la qualité, les robots améliorent grandement la sécurité et l'ergonomie. La réduction des interventions humaines en zone pyrotechnique est un progrès évident, ainsi que l'assistance des robots dans la manipulation d'obus pouvant peser jusqu'à 43 kg pour l'artillerie de 155 mm. En partenariat avec CEA Tech, Nexter expérimente des « cobots » afin de sécuriser des postes de travail où l'homme est irremplaçable par la finesse de son geste.

Enfin, l'automatisation des chaînes permet de disposer d'une masse d'informations de process qu'il reste à exploiter : réglages, mesures dimensionnelles, acquisitions vidéo par exemple. Un projet pilote concerne la chaîne d'encartouchage des obus de 40 mm télescopés. Destinés notamment au JAGUAR de l'armée de Terre dans le cadre du programme SCORPION, ces obus compacts et performants bénéficient d'une traçabilité intégrale. Tout au long de la chaîne robotisée, qui fonctionne sans intervention humaine, les paramètres utiles sont enregistrés sur une puce RFID. Un QR code marqué sur l'obus lui associe son historique de fabrication. L'apport déterminant de qualité bénéficiera in fine aux clients, dès les premiers lots série de cette année. Ensuite, l'exploitation de ces données améliorera la maîtrise des paramètres critiques de process et de conception.

Ces techniques ne sont pas réservées aux ateliers à grande capacité. Le site de Tarbes de Nexter, spécialisé dans les initiateurs, fabriquera les détonateurs opto-pyrotechniques dont chaque



Essai d'un cobot sur un poste d'assemblage mécanique.



Un obus guidé (ici à l'ONERA) comprend de nombreuses pièces en fabrication additive.

ARIANE 6 embarquera quelques dizaines d'exemplaires. Cette technologie de rupture fait appel à l'énergie laser transportée par fibre optique pour initier une chaîne pyrotechnique produisant une onde de choc calibrée. L'atelier de production est entièrement numérisé, contribuant à la maîtrise du coût unitaire d'assurance qualité, malgré des exigences élevées rapportées à de petits volumes.

Aujourd'hui limitée à des fonctions d'aide au diagnostic, comme l'analyse d'assemblages mécaniques complexes par tomographie 3D, l'intelligence artificielle devrait rapidement étendre son champ d'application dans ces nouveaux ateliers. Elle est également explorée par la direction technique pour capitaliser de l'expertise par « deep learning ».

Pour conclure ce rapide tour d'horizon, la fabrication additive d'alliages à très haute résistance s'est imposée dans plusieurs produits novateurs, têtes militaires à effets

modulables ou prototypes d'obus de précision. Dans ce dernier cas, la masse et le temps de montage du module de guidage, ou « Canard Actuation System », ont été divisés par deux. Le défi est multiple : il s'agit d'apprendre à spécifier, concevoir, qualifier et contrôler cette technologie déroutante. La tenue au coup de canon est excellente – pas loin de 20 000 g – ce qui est de bon augure pour une production série espérée prochaine ! ☺



**Vincent Ginabat**, ICA, DG Délégué de Nexter Munitions

Vincent Ginabat, X90, mer, a été chargé de maintenance de SNA puis architecte du sous-marin Scorpené chez NAVAL GROUP. Passé par DGA TA et SAFRAN, où il a conduit des programmes de moteurs aéronautiques, il a dirigé LACROIX Défense avant de rejoindre Nexter -société du groupe KNDS- leader français de la défense terrestre et 3ème munitionnaire européen. Il est Président-Directeur Général de Nexter Munitions.

# LES NOUVEAUX ANGLES DU TIR

QUAND LA DIGITALISATION RÉVEILLE LA VIEILLE INDUSTRIE MUNITIONNAIRE...

Pierre Bénard, ICA

L'irruption du numérique dans les armes et les munitions bouleverse la nature du tir, jusqu'alors encore assez imprécis et pas toujours fiable. Ainsi, les technologies du XXI<sup>e</sup> siècle permettront de faire mouche à coup sûr, ou presque, et... pour pas cher. Cette évolution concerne toute notre communauté, des forces de défense et de sécurité, de la DGA et des industriels et n'a pas fini d'ouvrir de nouvelles perspectives.

## Une industrie ancienne

À la fin du XX<sup>e</sup> siècle, l'industrie munitionnaire semble comme endormie : elle fournit des produits standardisés (quelques grands calibres définis par l'OTAN, à base de technologies bien connues [métallurgie, poudres, explosifs, balistique...] et peu génératrice de nouvelles ruptures). Très dépendante des effets de volume, la filière évolue assez peu en dehors de quelques tentatives de rationalisation.

## Le 'Lean', un nouveau stimulateur

Le groupe Thales se positionne lui aussi comme acteur historique de cette industrie avec plusieurs sites emblématiques dont certains centennaires : en France autour du pôle de La-Ferté-Saint-Aubin (ex-TDA), à Herstal en Belgique (ex-Forges de Zeebrugge) ou à Mulwala, Bennalla et Lithgow en Australie (ex-ADI<sup>1</sup>), et par sa contribution à la Joint Venture (JV) Junghans Défense. Depuis une dizaine d'années, ces entités se sont formées aux techniques du 'Lean'<sup>2</sup>, une initiative générale coordonnée par Cécile Roche, Directrice du Lean du groupe. Ces démarches déclinent, chacune à sa manière, la boîte à outils du 'Lean' : Gemba Walks, AIC<sup>3</sup>, Kaizen, etc. Bien utilisés, celles-ci présentent une vertu commune : recréer le dialogue entre tous les acteurs autour des enjeux clés de l'entreprise.



« L'un des objectifs de la transformation digitale de l'industrie est de placer l'être humain au centre pour augmenter sa valeur ajoutée. Le Lean est lui aussi axé sur le développement des personnes. » P. Chamoret, Vice-Président Industrie chez Thales.

Ainsi, dans un atelier de fabrication de munitions, tous les protagonistes, opérateurs, techniciens ou ingénieurs, se retrouvent pour analyser les problèmes et trouver des solutions. En sortant d'un modèle tayloriste, où une équipe méthodes imposait aux autres ce qu'ils devaient faire, le 'Lean' a redonné de la liberté d'action à chacun et restimulé les façons de travailler en équipe.

## Automatiser, oui, mais pas n'importe quoi !

L'un des premiers problèmes rencontrés est celui de la fiabilité : les artisans peuvent être confrontés à des « non-feu », c'est-à-dire au non départ d'une munition, évènement particulièrement pénalisant en opérations puisqu'il faut attendre plusieurs minutes pour résoudre l'incident. Dans les faits, une munition est un objet complexe à fabriquer, avec une succession d'opérations élémentaires. Or "errare humanum est" : l'erreur est le propre de l'homme, en particulier sur des tâches répétitives : une seule erreur sur une étape et la munition concernée ne fonctionne plus.

C'est là que les équipes peuvent choisir d'introduire des outils de robotique. Inventés par d'autres industries,



Robot d'inspection profilométrique 3D

modulables et configurables, ces derniers s'intègrent facilement dans la chaîne de fabrication. En les affectant aux tâches les plus sensibles, le risque d'erreur s'en retrouve drastiquement diminué (typiquement de 10<sup>-2</sup> à moins de 10<sup>-6</sup> sur une opération élémentaire). Outre l'amélioration spectaculaire de la fiabilité et de la sécurité d'emploi des munitions, l'équipe peut aussi les choisir pour éviter les tâches répétitives les plus pénibles ou baisser les coûts unitaires. Sécurité, fiabilité, coût, qualité de vie au travail : les gains sont immédiats sur tous les plans. C'est l'irruption de l'industrie 4.0, qui permet aussi d'accumuler de nombreuses données mesurées pendant la fabrication, bases de la prochaine amélioration des processus industriels.

<sup>1</sup> Australian Defence Industries.

<sup>2</sup> Du terme anglais « maigre », « sans gras »...

<sup>3</sup> Animation à intervalle court.

## L'électronique est entrée dans la munition...

Autre évolution : il est désormais possible de fabriquer une électronique capable de résister au départ du coup de canon. Premières impactées : les fusées d'artillerie qui connaissent la même évolution que l'industrie des montres. Alors que celles-ci étaient limitées par les performances intrinsèques de la micromécanique, elles gagnent en précision d'action avec l'introduction de l'électronique pour, par exemple, déclencher l'effet terminal au meilleur moment : la munition devient beaucoup plus efficace. Ainsi, depuis dix ans, notre filiale Junghans-T2M décline ses innovations sur tous les types d'armes.

En parallèle, l'arrivée de nouvelles techniques d'actuateurs, de calcul embarqué de trajectoire, ou encore de détection laser, a rendu possible la correction de trajectoire des munitions et, par-delà, leur guidage terminal. Ces munitions guidées présentent un énorme avantage : leur faible coût. Typiquement, une roquette guidée à précision sub-métrique coûte dix fois plus cher que la même munition non guidée. Il ne s'agit là que de la première génération : à l'image de la téléphonie mobile, le coût de ces munitions est appelé à baisser tout en offrant des performances accrues et de nouvelles fonctions. En outre, avec les progrès de la miniaturisation, les technologies vont descendre en calibre, des munitions des artilleurs et des cavaliers vers celles des fantassins.

## ... et elle s'installe dans l'arme de petit calibre

En matière de petits calibres, l'électronique arrivera un peu plus tard dans les munitions en raison des contraintes de miniaturisation. En revanche, elle s'intègre déjà sur ou dans les armes et change profondément leur usage. En effet, l'électronique permet de plus en plus de tirer dans la bonne direction et au bon moment par des outils d'aide au tir, ce qui améliore la performance du tireur dans des proportions encore jamais vues, à grande comme à courte distance.



Fusées FREMEN et SPACIDO, Roquette guidée laser (RGL), Munition guidée de mortier (MGM), BAT 120

Toutefois, ce progrès nécessite des munitions au comportement parfaitement répétitif. Or, par exemple, les poudres n'ont pas le même comportement en fonction des températures. C'est pourquoi Thales Australie propose déjà des munitions quasiment insensibles à la température. En réglant son arme et ses outils en stand de tir à température ambiante, le tireur garde la même précision quelque soient les conditions du terrain.

## Contribution à l'équipe militaire

On le voit, sous la pression de la transformation de l'industrie et des technologies, les concepts opérationnels associés au tir n'ont pas fini d'évoluer. L'application de tirs ajustés et aux effets gradués permettra de réduire drastiquement les consommations en munitions de tout calibre et donc les effets collatéraux. Il est même possible d'envisager à terme que l'intelligence embarquée de la munition lui permettra de décider de ne pas détonner lorsque la cible ne sera pas atteinte.

Au final, les avancées induites par le développement d'armements de précision ou à guidage terminal auront également des répercussions au plan strictement éthique en changeant profondément la nature des opérations. En effet, il s'agira bien de sortir de l'âge de la guerre industrielle pour offrir une alternative intelligente fondée sur la maîtrise de la violence dans toutes les phases des opérations. En mettant hors d'état de nuire un élément hostile et en ne

traitant plus seulement une zone et, par-delà une surface, on ne fait plus la guerre au terrain mais à un ennemi responsable de ses actes (ou de ses exactions). Une manière de rendre la guerre moins injuste en maîtrisant des effets proportionnés à la menace et en maîtrisant les effets indésirables sur les non combattants.

De plus, tirer précisément, c'est moins tirer. L'utilisation de telles munitions réduira les besoins en ravitaillement d'un facteur moyen de cinq : moins de camions sur les routes, donc moins de pollution, moins d'opérations de maintenance et, surtout, une moins grande vulnérabilité aux attaques de convois, le tout dans un contexte de raréfaction de ressources au prix allant croissant.

En un mot, le développement d'une politique munitionnaire moderne aura des effets insoupçonnés sur l'économie générale des organisations militaires, tant pendant les phases de préparation opérationnelle que pendant les opérations proprement dites. ☺



**Pierre Bénard,**  
ICA,  
Vice-Président  
Vehicles &  
Tactical Systems

Pierre Bénard, X91, est Vice-Président chez Thales, en charge de la Business Line Véhicules et Systèmes Tactiques. Il a travaillé chez DCN et SNPE avant de rejoindre Thales en 2006. Au cours de sa carrière, il a dirigé cinq sites industriels sur Toulouse, Les-Mureaux, Rouen, Cannes et La-Ferté-Saint-Aubin.

# LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE EN MAINTENANCE AÉRONAUTIQUE PROMESSES ET RÉALITÉS

Pierre-Etienne Aubin, ICA

« Métier d'hommes », reposant de façon particulière sur la compétence et l'engagement des personnels qui l'exercent, la maintenance aéronautique s'engage résolument dans une transformation numérique mise au service du client et de l'efficacité des processus. Prometteuse, cette transformation n'est cependant pas exempte de difficultés.

**D**assault Falcon Service (DFS), qui vient de fêter ses 50 ans, est la filiale du groupe Dassault Aviation dédiée à l'opération et à la maintenance d'avions d'affaires en Europe. Son effectif est d'un peu plus de 600 personnes pour un chiffre d'affaires en 2017 de 170 M€ dont 80% en tant que prestataire de maintenance de la gamme Falcon de Dassault Aviation. Ses bases principales sont situées au Bourget, premier aéroport d'aviation d'affaires d'Europe, et à Mérignac.

La maintenance aéronautique est un métier complexe, structuré par l'évidente exigence de sécurité mais aussi par la tenue des délais, la pression des coûts et une concurrence exacerbée. L'aviation d'affaires se caractérise également par une très forte présence du client durant les chantiers (parfois de manière permanente).

Au quotidien, le processus de maintenance repose encore sur l'utilisation massive de traçabilité passant par le papier. Chaque tâche effectuée doit en effet être documentée soigneusement par le technicien et signée par un personnel habilité. La documentation totale d'un gros chantier peut atteindre 15 000 pages.

Fortement challengé par des concurrents évoluant dans des zones à l'environnement économique plus favorable, DFS voit dans la transformation numérique (TN) une opportunité de se différencier et d'améliorer l'efficacité de

ses processus. La démarche de DFS s'inscrit au demeurant dans celle du groupe Dassault Aviation, qui a fait de la TN l'un des leviers de son plan « Piloter notre avenir », lancé par Eric Trappier en octobre 2016.

## Améliorer l'expérience client

Le souci de rendre plus fluide l'interaction avec ses clients durant les chantiers a conduit DFS à faire développer et à mettre en œuvre un « Extranet clients » permettant notamment à ces derniers d'approuver en ligne, sur PC, tablette ou smartphone les devis des travaux supplémentaires qui leur sont présentés. Ce canal sert également à communiquer et accéder aux archives relatives aux chantiers précédents.

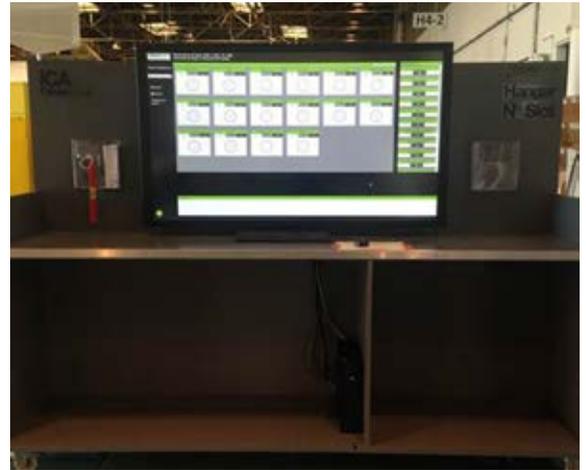
L'expérience client peut également tirer un bénéfice important des technologies dites de réalité virtuelle immersive, qui consistent par exemple à permettre au client de se déplacer en immersion via un casque de réalité virtuelle dans le projet de redesign de la cabine de son Falcon. L'expérience, littéralement « bluffante », est désormais accessible grâce à une collaboration entre DFS et Dassault Aviation.

## Améliorer l'efficacité des processus

Le cœur de la transformation numérique au sein des ateliers de maintenance de DFS repose sur un programme de dématérialisation du dossier de maintenance. La préparation du dossier est dématérialisée et les « ordres de travaux (OT) »



L'expérience client dans un Falcon : d'abord virtuelle pour choisir toutes les options, puis réalisée



Deux illustrations AVANT-APRES de ce que l'on appelle le meuble à OT (ordres techniques) ou la transformation numérique appliquée à un espace de travail industriel

sont distribués aux techniciens sur une tablette individuelle connectée à l'infrastructure WiFi du hangar. Le technicien effectue la traçabilité de ses travaux sur la tablette. Le suivi du chantier s'effectue sur un grand écran placé à proximité de l'avion et qui remplace le traditionnel « meuble à OT ». Les travaux sont validés par un processus de signature électronique sécurisée. Le dossier est mis instantanément à disposition du client via l'Extranet mentionné plus haut.

### Retour d'expérience : un fleuve long et pas tranquille du tout

Le déploiement de tels projets technologiques en milieu industriel peut sembler simple. Il n'en n'est rien.

Le projet de dématérialisation résulte d'une initiative démarrée il y a cinq ans environ et qui arrive à peine à maturité tant le chemin entre la promesse et la concrétisation peut être parsemé de difficultés. Celles ayant trait à la prise en compte de l'humain sont de loin les plus importantes.

En premier lieu, il convient de prendre en compte la dimension sociale de tels projets. Deux craintes reviennent facilement : celles de « flicage » et celle de suppression de poste des fonctions « optimisées ». Ces sujets doivent être traités en fonction du contexte local sous peine de voir

se cristalliser des résistances qui s'exprimeront sous des aspects variés.

En second lieu, l'ergonomie des solutions doit de toute évidence être soignée et l'utilisateur placé au centre. Il s'agit de truismes, pour autant leur mise en œuvre se heurte à de réels obstacles. En effet, le système « papier + crayon » est ergonomiquement TRES difficile à battre. La saisie par clavier reste encore le moyen le plus efficace par comparaison au stylet, la saisie vocale en est encore à ses débuts et n'a pas encore percé. La saisie et la commande par interface naturelle reste donc encore un but à atteindre et, de manière générale, les interfaces de systèmes donnés en exploitation à l'atelier doivent donner le sentiment de simplicité.

Enfin, la question de la prise en compte des retours des utilisateurs durant les phases de développement doit être bien traitée. Le constat que nous avons effectué est que le maquettage de solutions ne permet pas toujours d'obtenir la prise des bonnes décisions et c'est souvent lors de l'introduction du système à l'échelle 1 que la vérité se fait jour, les utilisateurs ayant du mal à se positionner sur la base d'une maquette non complètement représentative. Ceci me semble un argument fort en faveur de logiques de développement dites agiles, introduisant les solutions par morceaux successifs validés par les

utilisateurs mis en situation réelle. Force a été de constater que le bon vieux cycle en V, avec son inéluctable effet tunnel, ne garantissait pas le bon du premier coup.

### Nous n'en sommes qu'au début...

Lors de mes premiers mois au Service Technique des Programmes Aéronautiques, au début des années 90, la question qui se posait était de savoir s'il fallait doter d'un ordinateur chaque personnel du département. On mesure le chemin parcouru. Il en reste autant à faire. L'introduction continue et croissante des technologies dites 4.0 dans des métiers tels que la maintenance aéronautique constitue un levier de compétitivité certain mais à condition de pouvoir lever plusieurs obstacles et notamment celui de l'ergonomie et de l'adaptation du système aux utilisateurs. ☺



**Pierre-Etienne Aubin**, ICA  
Directeur des Opérations  
Maintenance,  
Dassault Falcon Service

Issu de la filière X-Sup Aéro, consacre ses premières années professionnelles au développement des technologies relatives à la furtivité des avions de combat, effectue un passage dans les « affaires industrielles » aéronautiques puis au SAA de Washington. Embrasse en 2004 le milieu de la maintenance aéronautique via une affectation à l'AIA de Clermont Ferrand puis rejoint Dassault Falcon Service en 2010.

# PLANIFIER DANS L'INCERTAIN

L'OPTIMISATION AU SERVICE DES SYSTÈMES INDUSTRIELS COMPLEXES

Adèle Pass-Lanneau, IA

Mais que fait une IA en thèse chez EDF ?

**O**rdre, contre-ordre, désordre : qui n'a pas déjà vérifié la pertinence de cette maxime, dans une opération militaire ou un projet d'envergure ? Dans un grand projet, on part avec un plan initial : on prévoit qui va faire quoi, à quel moment, avec quels moyens. Mais on est rarement à l'abri des imprévus et il faudra donc, en cours de route, changer le plan. Voilà le contre-ordre ; comment alors éviter le désordre ? Comment éviter de passer en mode dégradé, où on ne peut que subir les aléas techniques et logistiques ? Une première idée consiste à trouver, quand le plan initial devient caduc, un plan de secours qui soit *proche* du plan initial. Autrement dit : corriger le plan initial à la marge, diminuant ainsi le nombre de contre-ordres à donner. Par ailleurs, on peut anticiper dès le choix du plan initial, en sélectionnant un plan avec de bonnes propriétés de résilience face aux aléas.

Ces considérations a priori assez basiques mènent en réalité à des problèmes mathématiques précis. Concevoir un plan, c'est ce qu'on appelle en recherche opérationnelle résoudre un problème de décision. Les aléas correspondent à des incertitudes dans les données de ce problème. Ici on s'intéresse donc à une variante du problème de décision où l'écart entre plan initial et plan de secours est pris en compte. Ecart que l'on veut minimiser, et qui est défini comme le nombre de variables remises en cause (le nombre de contre-ordres).

## Un problème de planification de maintenance

C'est sur ces problèmes que je travaille en thèse chez EDF, et

notamment sur une application à la planification de maintenance. Prenez un équipement industriel, typiquement une centrale, mis en arrêt sur une durée fixe décidée par la direction du parc. Pendant cet arrêt, vous devez planifier plusieurs milliers d'opérations de maintenance. Ces opérations dépendent les unes des autres, les retards ont donc de fortes chances de s'accumuler et de causer un retard global sur votre arrêt. L'exercice est périlleux et la replanification en cours d'arrêt est inévitable.

Les opérations de maintenance sont majoritairement effectuées par des sous-traitants, à qui on donne en amont un planning des tâches à réaliser. Si une équipe arrive à l'heure prévue dans ce planning, mais que l'équipement n'est pas prêt pour la réalisation de la tâche, alors l'équipe attendra, et il vous faudra évidemment payer ces heures d'attente. Voilà un problème où le contre-ordre a un coût tangible. Par ailleurs, certaines opérations de maintenance dites sensibles sont si techniques que seules quelques sociétés en France sont capables de les réaliser. Ces sociétés spécialisées sont sollicitées en permanence sur l'ensemble du parc. Autant dire qu'il vaut mieux que le planificateur sur site n'ait pas à remettre en cause le planning des opérations sensibles. Il s'expose sinon au risque d'attendre plusieurs semaines la prochaine disponibilité des sociétés spécialisées.

## Facteurs humains, systèmes complexes et aide à la décision

Notre approche, qui consiste à favoriser la correction à la marge des plannings, s'applique

particulièrement bien à des systèmes complexes dans lesquels l'humain est au cœur du processus de planification. Deux raisons pour cela.

## Des problèmes difficilement modélisables

Il est encore fréquent de constater que pour des problèmes de planification complexes et de grande taille, la solution est conçue à la main par un opérateur. Souvent, cela signale qu'il est difficile d'explicitier un ensemble de règles définissant une planification viable. C'est le jugement de l'opérateur, souvent très expérimenté, qui permet de valider un planning. Citons l'exemple d'un projet récent à la SNCF, visant à développer un outil de planification des affectations des trains aux voies en gare. Avant sa mise en place, les plannings étaient vérifiés manuellement par un opérateur, salarié depuis 30 ans, qui seul avait la connaissance fine de ce qui fait qu'un planning va bien se dérouler ou non. Dans ce genre de situation, le chargé de projet en optimisation sait d'emblée qu'il aura un beau défi à relever en matière de conduite du changement...

Pourquoi alors favoriser la correction à la marge lors d'une replanification ? En modifiant le planning à la marge, on conserve un grand nombre de décisions qui avaient été prises par l'opérateur. On évite donc de créer des conflits par rapport aux règles implicites, celles qui sont vérifiables par l'opérateur mais restent inconnues de notre modèle d'optimisation.

## Représenter l'aversion pour le changement

Un autre enjeu majeur des outils d'aide à la décision est l'acceptabilité par les opérationnels des solutions qu'ils proposent.

Nombreux sont les outils qui périclitent parce qu'ils proposent des solutions non applicables, trop éloignées des plannings réels.

Dans le cas d'une replanification, on pourrait recalculer une solution de coût minimal pour les nouvelles données. Mais une telle solution serait-elle implémentée en pratique ? On peut légitimement en douter. Notre postulat est que l'opérateur chercherait plutôt à réparer le planning qu'il avait fixé auparavant. On intègre dans notre représentation l'aversion au changement, afin que les solutions obtenues soient plus facilement implémentables par les opérationnels.

### L'art de la modélisation

Il y a souvent beaucoup de modèles possibles pour un problème, surtout à ce niveau de complexité. Choisir un modèle revient à décider ce qu'on attend d'une solution, et à définir une bonne solution. La correction à la marge vise à prendre en compte le biais humain dans le modèle d'optimisation. Intégrer les facteurs humains, c'est garder en tête la nature et le contexte du problème lors du choix de modèle. Un bon choix de modèle est en effet un aspect essentiel pour qu'un outil d'aide à la décision passe la « vallée de la mort » entre le stade d'élaboration sur papier et l'implémentation opérationnelle.

### Une problématique transverse

Ces questions de planification complexe semblent particulièrement prégnantes dans les entreprises (para)publiques, comme EDF ou la SNCF : des gestionnaires de systèmes lourds, avec une enveloppe budgétaire restreinte, une grande incertitude, le tout sous la contrainte de permanence de l'activité. Les armées n'échappent pas à la règle et ont aussi leur lot de casse-têtes de ce genre. Citons par exemple la planification de la maintenance aéronautique, qui a fait récemment l'objet du Challenge Optiplan dans le cadre du DGA Lab.

### Vers l'aide aux décideurs

De plus en plus d'entreprises cherchent à se doter d'outils d'intelligence artificielle pour résoudre leurs problèmes business. Un intérêt des modèles d'IA est de proposer des solutions inattendues, auxquelles les experts métiers n'auraient pas pensé. C'est donc une approche différente de la nôtre, qui consiste au contraire à suivre de près le raisonnement de l'opérateur humain. Il est pour l'instant difficile d'envisager des modèles d'IA là où le processus est encore complètement manuel et où les données ne sont pas (ou mal) collectées. Mais à moyen terme la complémentarité de ces deux approches ne fait aucun doute.

Les problèmes de planification complexe sont souvent critiques pour l'entreprise, c'est-à-dire incontournables et sources de coûts considérables. Peut-être a-t-on jugé que ces problèmes étaient trop graves pour être confiés à des ordinateurs... Bien mal nous en a pris, car les résoudre à la main est une double peine : d'une part, la planification est lente - parfois une semaine pour construire un planning - et d'autre part, la solution est souvent sous-optimale, d'où un manque à gagner notable. La valeur ajoutée d'un outil d'aide à la décision est évidente. Il reste à le faire adopter par les opérationnels. Ce qu'ils appellent en général de leurs vœux est un outil souple, capable d'hybrider la prise de décision par l'opérateur et par l'algorithme. Une façon de booster la prise de décision tout en gardant la main. ☺



**Adèle Pass-Lanneau, IA**  
En thèse chez  
EDF R&D

X2013-ENSTA. Titulaire d'un master recherche en optimisation et récipiendaire du prix de master de la société française de recherche opérationnelle et aide à la décision (ROADEF) en 2017. Actuellement détachée auprès d'EDF R&D pour la thèse présentée ici.

La société française de Recherche Opérationnelle Aide à la Décision (ROADEF) a pour but de fédérer les académiques et les industriels du domaine. Elle décerne différents prix parmi lesquels le prix de master, qui m'a été remis cette année lors du congrès à Lorient. Ce prix est décerné à un étudiant de M2 pour la clarté et la qualité scientifique de son mémoire de master.



Le tableau multicolore, symptôme d'un planning compliqué

Adèle Pass-Lanneau, lauréate 2018 du ROADEF pour la qualité de son master

# CHANTIER EVOLUTION MCO

## COMMENT COMBATTRE LES IDÉES REÇUES

Nicolas Hué, IGA

... ou comment la DGA revisite la « conception intégrée », idée maîtresse du projet Renault TWINGO de 1989, en positionnant le MCO au cœur des programmes d'armement.

### L'innovation comme vecteur de transformation

La première idée reçue revient à considérer que le soutien des équipements est un domaine obscur, poussiéreux, réservé aux spécialistes parlant le langage de la nomenclature OTAN, de l'ASD 3000 ou de la LAI (Liste d'Approvisionnement Initiale). En fait, après cette première barrière franchie, s'ouvre le champ de l'innovation et, avec le renseignement ou

la cyberdéfense, le soutien est l'une des applications militaires les plus prometteuses du « big data », voire de l'intelligence artificielle. L'objectif est ici de développer des outils intelligents de traitement du volume grandissant des données de maintenance, permettant d'optimiser les opérations de soutien sur un « triptyque » coûts, disponibilité, performances d'utilisation (maintenabilité, testabilité).

Les applications de l'innovation sont multiples : elles nécessitent de procéder en premier à une phase de « numérisation du MCO ». Cette numérisation est systématisée sur les systèmes de nouvelle génération lancée par la DGA, en pratique via un système d'enregistrement bord et un système de restitution des données. La généralisation de la technique RFID dans la capture des informations logistiques, dictée par une politique conjointe EMA/DGA, permet d'étendre encore davantage cette numérisation des données, en sécurisant également la qualité des données et évitant les erreurs de saisie.

*L'UNE DES APPLICATIONS LES PLUS PROMETTEUSES DU « BIG DATA »*



Capteur missiles (HUMS - Health Usage Monitoring System)

## « LE COÛT GLOBAL, LA DÉFINITION DU SOUTIEN, ON VERRA PLUS TARD... »

Face au flot de données obtenues, deux applications principales se dégagent :

- la mise en place d'outils de gestion de parc donnant l'état du parc de véhicules, de munitions, d'aéronefs, de bâtiments... et permettant au responsable de choisir l'équipement *ad hoc* pour la mission ou d'anticiper des remplacements de matériels sur le théâtre.
- la maintenance prévisionnelle ou comment optimiser les opérations de maintenance, minimiser le temps d'indisponibilité et anticiper les pannes... Tout un programme, qui, vu les enjeux, monopolise les cerveaux de nos meilleurs logisticiens...

De façon générale, le soutien est devenu clairement un domaine d'innovation où l'investissement en études amont ou en études technico-opérationnelles est nécessaire. Des travaux sur l'impression 3D, la télémaintenance, la réalité virtuelle/augmentée, le big data ont donc été lancés par la DGA récemment pour défricher l'usage militaire de ces technologies d'abord inspirées du monde civil.

### Vision stratégique en amont

La deuxième idée reçue est de considérer que le soutien se définit

une fois le système principal connu ... N'est-il pas fréquent d'entendre un bon manager qui, harassé par une réunion un peu houleuse, en déduit : « le coût global, la définition du soutien, on verra plus tard ... »

Face à ces réflexes latents, la DGA et l'EMA ont instauré l'élaboration de stratégies de soutien en amont, idéalement au moment du document de choix (DOC) pour une opération d'armement, afin de fixer les grandes orientations à retenir : solution de MCO préconisée, répartition maintenance industrielle/maintenance étatique, gestion de la chaîne logistique ... et innovation.

Au moment du dossier de choix (DOC), la DGA détermine également le coût global sur la solution préconisée et comprenant le cycle de vie : acquisition, soutien dont ressources humaines étatiques, infrastructures. Elle a besoin, pour collecter les informations, de la mise en place d'un réel réseau d'acteurs du ministère dans les différents domaines concernés.

Cette approche intégrée, avec une définition conjointe du système principal et du système de soutien dans les phases amont est la garantie de pouvoir disposer d'un système qui soit maintenable avec

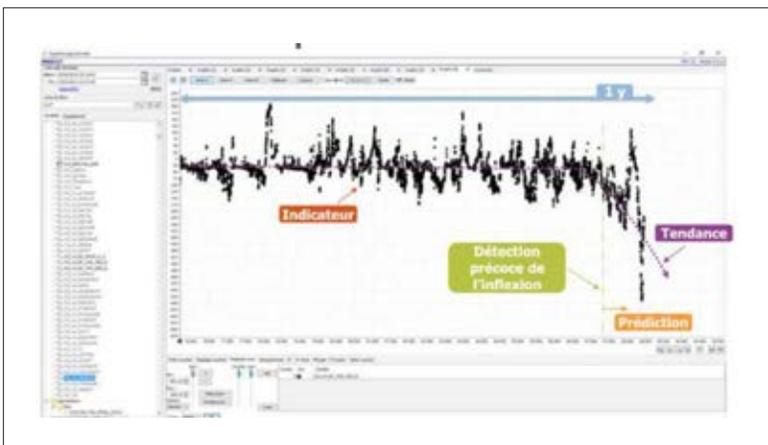
un concept d'emploi non subi et soutenable sur le long terme.

### Un équilibre Etat-Industrie dans la production du MCO

Deux modèles semblent s'affronter et réveiller une bataille des « anciens » contre les « modernes ». D'un côté, une maîtrise d'œuvre totalement étatique, qui permet une autonomie totale, y compris sur le théâtre ; de l'autre un soutien confié entièrement à un industriel privé, permettant de recentrer l'utilisateur sur l'exécution des missions opérationnelles.

La vérité est bien sûr plus complexe et l'optimisation de la production du MCO fait en réalité apparaître plusieurs classes de solutions, à l'instar des réflexions conduites dans le cadre de la transformation du MCO terrestre. Ces modèles vont de la mise en place d'un maître d'œuvre étatique unique, le modèle du « faire » à l'instar du SIAé pour l'avion E2-C, à des modèles mixtes, le modèle du « faire et faire-faire », comme les véhicules terrestres ou les hélicoptères militaires Tigre ou NH90, en évitant les duplications, ou le modèle du pur « faire faire », suivant l'exemple des flottes d'entraînement des pilotes ou des plateformes navales.

## TROIS SOLUTIONS : FAIRE, FAIRE ET FAIRE-FAIRE, FAIRE, FAIRE-FAIRE



Exemple d'anticipation de panne à l'aide de la maintenance prévisionnelle

Si l'on se réfère aux réflexions conduites dans le cadre de la transformation du MCO aéronautique, les facteurs clé sont à la fois la responsabilisation sur des objectifs de performances et de coûts et suppression des « coupures » entre acteurs étatiques ou privés, en instaurant un leadership clair permettant un ordonnancement des différentes tâches de maintenance par un acteur unique.



*Outil de gestion de parc pod TALIOS*

Pour l'Etat, l'autonomie stratégique, le maintien d'une expertise technique indépendante et la maîtrise des coûts sont des critères de succès essentiels. La solution de MCO dépend alors fortement des contraintes relatives à l'emploi sur les théâtres opérationnels, avec un besoin d'opérateurs formés pour assurer les missions en toute indépendance. Par ailleurs, la solution de MCO doit être mise en place en gardant une capacité pour l'Etat de remise en compétition ou de montée en compétence au cas où le modèle industriel privé serait remis en question.

**L'homme au coeur**

L'intendance suivra ! Autre idée reçue pour conclure, idée qui pourrait facilement conduire dans le domaine des opérations d'armement à livrer un système difficilement utilisable, car non maintenable, ayant une disponibilité faible ou avec des outils de soutien inadaptés.

Dans le domaine du MCO aussi, la dimension sociétale est importante et l'homme est au coeur de la conception du soutien.

Tout d'abord, une répartition adaptée Etat-Industrie permet de pleinement recentrer l'homme sur les missions essentielles, à forte valeur ajoutée. Un service lui est alors fourni pour les tâches qui ne sont pas considérées comme directement régaliennes.



*Outil de gestion de parc pod TALIOS*

Préparer le soutien en amont, c'est concevoir des outils qui soient adaptés, en se donnant le temps de valider ces outils dans la phase de réalisation.

Enfin, l'introduction de l'innovation permet une meilleure adaptation du système de soutien à l'environnement changeant et une valorisation de l'utilisateur en lui mettant à disposition des technologies de pointe.

C'est tout le sens de la transformation du MCO, pour placer l'utilisateur au coeur du dispositif et prendre en compte au plus tôt dans le lancement d'une opération d'armement l'innovation, la stratégie de soutien et l'optimisation Etat-Industrie. ☺



**Nicolas Hué,**  
IGA  
Directeur du Service du MCO à la DGA jusqu'en avril 2018

Nicolas Hué a débuté sa carrière au Centre d'Essais en vol comme ingénieur d'essais Rafale et Mirage 2000-5. Il a ensuite été responsable des avions Marine et de leurs premiers essais sur le porte-avions Charles de Gaulle, avant d'être nommé directeur de programme HELIOS et directeur des systèmes de renseignement. Il a ensuite effectué un parcours international incluant l'OTAN, Washington en tant qu'attaché d'armement et l'OCCAR en tant que directeur du programme A400M.

# LE SERVICE INDUSTRIEL DE L'AÉRONAUTIQUE (SIAÉ)

UN OUTIL INDUSTRIEL ÉTATIQUE

AU CŒUR DE LA TRANSFORMATION DU MCO AÉRONAUTIQUE

Emmanuel Castel, JCA

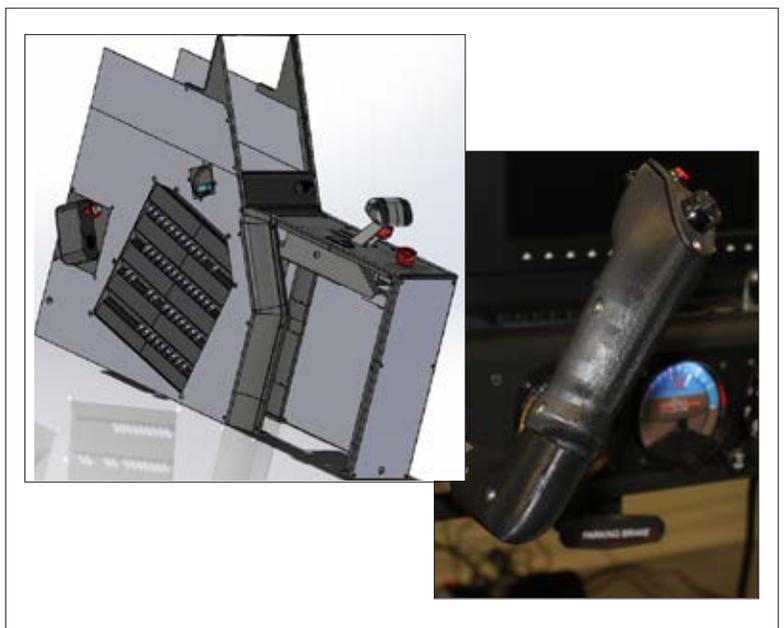
Outil d'autonomie étatique, le SIAé est aujourd'hui entré dans sa dixième année d'existence. Focus sur un acteur essentiel du MCO aéronautique militaire, centré sur la performance industrielle et économique, dans une démarche de transformation permanente.

**R**attaché au chef d'état-major de l'Armée de l'air, fort d'une structure unique au sein de l'État centrée sur une organisation en compte de commerce, le SIAé compte aujourd'hui environ 4700 agents. Le SIAé réalise la maintenance de niveau industriel d'aéronefs (avions et hélicoptères), moteurs, équipements et radars sols militaires majoritairement au profit de clients étatiques mais aussi privés. Le SIAé conçoit et produit également des systèmes sols et embarqués, ainsi que des radômes pour avions d'armes. Cela représente un chiffre d'affaire annuel total de 700 millions d'euros.

Les Ateliers Industriels de l'Aéronautique (AIA) constituent le socle de la production industrielle du SIAé. Ils sont aujourd'hui au nombre de cinq : Bordeaux, Clermont-Ferrand, Cuers-Pierrefeu, Ambérieu et Bretagne. Ils sont le fruit d'une volonté d'indépendance de l'État dans la maîtrise de son outil de défense, dans un domaine, l'aéronautique, relativement jeune, mais où les enjeux de supériorité opérationnelle et technologique sont permanents.

## Une adaptation permanente des modes de production

L'outil industriel du SIAé n'a cessé d'adapter ses modes de production pour garantir l'efficacité de sa mission, qui est de délivrer de la disponibilité et du potentiel aux matériels qui lui sont confiés. Cette mission s'accompagne d'un volet économique majeur, dans un objectif de soutenabilité du modèle. La maîtrise



Fabrications additives pour simulateur

des coûts passe notamment par la performance et la réalisation de gains de maintenance, dont le SIAé doit rendre compte annuellement aux autorités de son conseil de surveillance, coprésidé par le CEMA et le DGA. Le SIAé est un acteur de la bataille du coût, de l'efficacité et de l'efficience du MCO aéronautique.

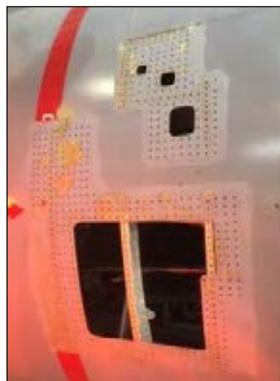
Les adaptations notables des modes de production sont de plusieurs natures. Dans le cas du Transall, dans une logique d'exploitation des avancées du monde aéronautique civil, la fin des années 60 a marqué le changement d'approche, des visites dites « révision générale » (ou remise à neuf) à une organisation centrée sur l'analyse de l'endommagement de l'aéronef. Cette méthode

(approche IRAN « Inspect and Repair As Necessary ») importée des Etats-Unis permettait alors de décider de façon ciblée les travaux nécessaires de réparation à mener et les tolérances applicables. En outre, une logique d'innovation organisationnelle a été menée dès la mise en service du Transall : une cellule rapprochant le niveau industriel et le niveau utilisateur a été créée à Clermont-Ferrand pour l'entrée en service de l'aéronef. La CIMT (Cellule Industrielle de Maintenance Transall) est créée le 7 juillet 1969 : sous la responsabilité du directeur de l'AIA de Clermont-Ferrand, elle est chargée de définir et de faire évoluer la maintenance du nouvel avion à tous les niveaux techniques d'intervention (NTI).

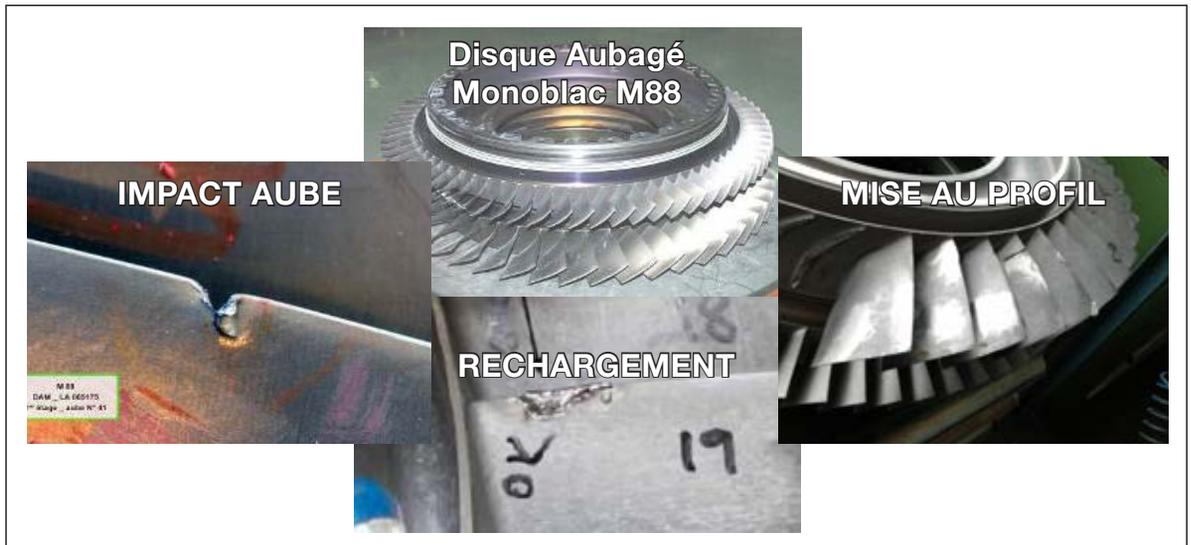
Les moteurs vont bénéficier à Bordeaux à partir des années 70 des développements industriels technologiques liés à l'essor des machines-outils à commande numérique et de l'informatisation de la documentation technique. En outre, des investissements majeurs sont réalisés dans le domaine du traitement thermique et chimique des pièces, la soudure par bombardement électronique ainsi que la métrologie de haute précision. Le défi économique relevé par l'AIA de Bordeaux a consisté à développer une capacité d'adapter les méthodes de maintenance à la conception modulaire des moteurs, et à développer des solutions de réparation d'éléments critiques tels que des aubes de turbine dont le remplacement à neuf s'avère d'un coût plus élevé de plusieurs ordres de grandeur. Les solutions technologiques dont les moteur ATAR et M53 du Mirage 2000 vont bénéficier dans les années 90 s'appuient sur des techniques dites de rechargement plasma, associées à des moyens de métrologie à rayons X. Aujourd'hui, ce modèle éprouvé démontre des gains économiques annuels conséquents pour le client sur la seule activité moteur. Comme pour le Transall, une structure nommée CICO-MORE, regroupant l'ensemble des acteurs étatiques et industriels partie prenante de la maintenance des moteurs par l'AIA de Bordeaux, assure la performance technique et la proximité permanente avec les utilisateurs.



**La réactivité du SIAé.** La Marine dispose d'une flotte de trois avions américains de guet aérien E2C « Hawkeye » qui œuvrent en particulier depuis le porte-avion Charles de Gaulle. Disposant de privilèges comparables à ceux du constructeur américain, le SIAé assure la gestion technique complète de l'avion au profit des Forces. En février 2018, en phase d'atterrissage final, un E2C éclate un pneumatique, dont les débris viennent perforer en plusieurs endroits la cellule, arrachant au passage bon nombre de câbles électriques. Plus de peur que de mal, l'aéronef est arrêté : toutefois, il doit rejoindre à court terme les États-Unis pour un exercice opérationnel d'importance. Le bureau d'étude de Cuers met au point la solution de réparation. Quelques jours après, au beau milieu des vacances scolaires, les personnels des AIA de Cuers et Bretagne (L'E2C est stationné en flottille à Lann-Bihoué) s'affairent sur l'aéronef. Un mois après l'incident, l'aéronef est à nouveau disponible, sa mission aux États-Unis n'est plus compromise. A titre d'anecdote, à quelques jours d'intervalle, ce sont en fait deux aéronefs qui se sont retrouvés bloqués : en effet, un autre E2C s'est vu foudroyé en vol à la même période. Le troisième et dernier aéronef de la flotte étant en maintenance à Cuers, la flotte était donc « au tapis ». Le SIAé est en réalité intervenu sur deux aéronefs en ce début d'année 2018 afin de redonner la disponibilité totale dans un délai très court.



Réparation perforation cellule E2C



#### Réparation additive laser d'impact

La maintenance aéronautique est un domaine de transformation permanente. Comment se situe le SIAé dans un cadre de concept d'industrie 4.0, qui entre autres choses modélise un rapprochement fort entre le client et le fournisseur, implique une connexion en réseau de l'entreprise et propose des modes de production flexibles et reconfigurables, capables de fournir des produits personnalisés et compétitifs ?

La fabrication additive (ou impression 3D) fait partie des techniques en rupture que le SIAé développe depuis sept ans environ avec la DGA et les partenaires industriels. Cette technique est d'ores et déjà utilisée dans le domaine des plastiques et polymères pour le prototypage et la réalisation d'outillage sur mesure. A Cuers, à des fins de réalisme, un certain nombre d'éléments d'un simulateur de vol développé au profit de l'École de l'Air sont « imprimés » par ce procédé.

L'enjeu de la maîtrise de l'impression 3D dans le domaine des matériaux métalliques à l'AIA de Bordeaux se situe aujourd'hui dans la continuité de 30 années de recherche des gains économiques favorisant la réparation. Ce sont aujourd'hui des techniques innovantes de réparation additive au laser de pièces critiques du moteur du Rafale qui sont au cœur des développements.



#### Réalité augmentée au Fab Lab du SIAé

L'activité industrielle du SIAé et les innovations technologiques s'appuient sur une population pluridisciplinaire au large spectre de compétences. Cette ressource très riche doit se voir ouvrir un maximum d'opportunités stimulant l'innovation au profit de la performance. A l'instar du monde civil, le SIAé expérimente depuis deux ans un FAB-LAB, lieu ouvert à l'ensemble des employés désireux d'expérimenter concepts et techniques au profit de la performance industrielle.

Au-delà des moyens de production, le SIAé a réussi en janvier 2018 la phase d'intégration de l'ensemble de son activité au sein d'un seul système d'information d'entreprise intégré. Ceci constitue un jalon majeur pour piloter la performance à la réalisation de prestations globales de maintenance, et proposer des marchés globaux de maintenance

compétitifs, répondant ainsi aux exigences voulues par le ministre des Armées dans le cadre de la réforme du MCO aéronautique : disposer de prestataires uniques garantissant la disponibilité opérationnelle des matériels pour les Forces. ☺



**Emmanuel Castel, ICA**  
Sous-Directeur Technique de l'AIA de Cuers-Pierrefeu

Après un passage au commandement de la transformation de l'OTAN à Norfolk, USA, dans le domaine de la stratégie industrielle et de l'innovation, Emmanuel Castel prend en 2017 les fonctions de sous-directeur technique et directeur adjoint de l'AIA de Cuers-Pierrefeu. Ses premières années ont été marquées par un parcours conséquent dans les essais en vol puis par la responsabilité technique d'ensemble d'un PEA de rénovation mi-vie dans le domaine de la dissuasion.

# VISER L'EXCELLENCE OPÉRATIONNELLE EN PRODUCTION

COMPRENDRE LE LEAN, LE 6-SIGMA ET LA THÉORIE DES CONTRAINTES

Régis Brigaud, ICA

Depuis le premier choc pétrolier, le monde industriel occidental fait face à une offre supérieure à la demande. Les performances opérationnelles (délai, qualité, coût) de la production sont, dès lors, devenues un élément déterminant dans la compétition mondiale que se livrent les industries. Tirées par le monde automobile dans un premier temps, les industries de tous secteurs se transforment afin d'atteindre l'excellence opérationnelle.

## Les symptômes d'une production sans excellence opérationnelle

Les entreprises qui n'ont pas connu de transformation Lean ou 6-sigma sont organisées autour d'un système de gestion de la production centralisé (généralement un MRP - material requirements planning) qui compare les prévisions de commandes à long terme avec les commandes effectives pour établir leur programme de production. Le MRP transmet alors quotidiennement aux divers services de production, généralement organisés par fonction ou métier, des ordres de fabrication en cohérence avec ces prévisions.

Chaque service fonctionne alors en îlot de production, ayant ses propres objectifs et répondant au besoin théorique établi par le MRP.

Dans un monde parfait, cela devrait parfaitement fonctionner... mais la réalité du terrain est pourtant tout autre.

En effet, les processus connaissent des défaillances ponctuelles (rebut, retouches, micro-arrêts, maintenance curative, instabilité des processus, évolution de la demande,...). La production ne se déroule pas comme l'avait planifié le MRP qui n'est pas architecturé pour réagir à des aléas pouvant survenir plusieurs fois par jour. Des stocks se forment en amont des processus qui prennent du retard et les processus en aval ne sont plus suffisamment alimentés.

Des manquants apparaissent un peu partout, ce qui est d'ailleurs étonnant compte tenu de l'accroissement des stocks ! Taïchi Ohno, le fondateur de l'approche juste-à-temps, avait ainsi constaté que « plus les stocks sont importants, moins on a de chance d'avoir la pièce dont on a vraiment besoin ! ».

D'autre part, la demande client étant variable, en volume et en mix produits, les produits finis ne correspondent pas complètement aux besoins de consommation. On accumule des stocks de produits dont on n'a pas immédiatement besoin et on manque de produits demandés par les clients. Dans la mesure où la taille des lots de production ne correspond pas au pas d'évolution de la demande, l'entreprise n'a pas la flexibilité pour s'adapter à celle-ci. On constate que les stocks engendrés par les variations de la demande sont d'autant plus importants que l'on remonte la chaîne de production.

S'enclenche alors un cercle infernal : les délais n'étant pas tenus, on ajoute une marge de sécurité en augmentant le délai prévisionnel paramétré dans le MRP. Le calcul des besoins demande, en conséquence, de lancer plus tôt de nouveaux ordres de fabrication. Ces nouveaux ordres de fabrication sont alors mis en production, ce qui augmente l'en-cours, ... et le délai de traversée de la production. Les dates ne sont à nouveau plus tenues, malgré la marge de sécurité !

La production est alors mise sous tension : pour rattraper les commandes en retard, les heures supplémentaires s'enchaînent et les expéditions en urgence s'accroissent. La maîtrise passe son temps à revoir la planification de la production et l'atelier ne fait plus confiance aux plannings. Le déséquilibre n'étant pas uniforme, certains services prennent de l'avance sur les commandes futures et s'attachent à constituer consciencieusement des stocks intermédiaires, au cas où l'avenir leur réserverait de mauvaises surprises !

La production a du mal à répondre aux réclamations client dont le taux ne s'améliore pas : les défauts qualité sont repérés tardivement dans la mesure où les pièces défectueuses sont noyées dans des lots dont la taille ne les rend visibles que bien longtemps après la genèse du défaut.

Compte tenu des stocks accumulés, les temps de traversée grimpent à tel point que les demandes client ont le temps d'évoluer entre le moment où elles entrent en fabrication et le moment où elles sortent de l'usine !

Les coûts de gestion des stocks, la baisse de productivité globale, les coûts engendrés par les retouches, le traitement des réclamations client et les expéditions urgentes viennent augmenter les coûts d'exploitation et réduire un bénéfice, déjà impacté par la contraction des ventes. Les

niveaux de stocks conduisent à augmenter le besoin en fonds de roulement et à mettre sous tension la trésorerie.

La situation devient hors de contrôle ... il est temps de lancer une démarche d'excellence opérationnelle !

### L'excellence opérationnelle, un booster de performances

L'excellence opérationnelle est née au début des années 2000 de la complémentarité de l'approche Lean, des techniques 6-sigma et de la théorie des contraintes.

### L'approche Lean

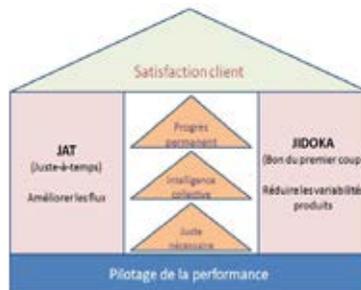
Le Lean, à l'opposé d'une mode managériale, est un véritable système de management qui prend appui sur le « Toyota Production System » développé par Taichi Ohno dans les années 1970 et théorisé par le M.I.T. en 1990.

La finalité du Lean, également appelé « gestion au plus juste » est de maximiser la valeur ajoutée pour le client. Ses principes sont :

- Le juste nécessaire, dont la logique est de se centrer sur ce qui fait la valeur du point de vue du client, de supprimer les gaspillages et d'organiser un flux continu de la chaîne de la valeur, tirée par le client ;
- L'intelligence collective : il s'agit de permettre à tous les acteurs de l'entreprise de participer aux processus d'amélioration, les hommes étant au cœur de la transformation de l'entreprise. Cela passe, par exemple, par le développement de l'innovation participative ou encore le déploiement de méthodes de résolution de problèmes qui permettent l'implication de chacun ;
- Le progrès permanent : son déploiement conduit à mettre en place un processus d'amélioration continue (traiter les dysfonctionnements de manière systématique et au plus tôt) visant à transformer l'entreprise en « organisation apprenante », qui sait capitaliser, apprendre de ses erreurs et rendre accessible l'information pertinente.

Le déploiement du Lean comprend trois leviers principaux, qui agissent sur les causes racines des symptômes décrit précédemment :

- Les flux : c'est le pilier « juste-à-temps » dont la finalité est que chaque processus ne produise que ce dont le processus suivant a besoin, au moment où il en a besoin,
- Les produits : c'est le pilier « qualité » (également appelé JIDOKA) dont l'objectif peut se résumer par produire « bon du premier coup », et,
- Le pilotage de la performance, garant de la pérennité des gains réalisés.



La « maison » LEAN (issue du Toyota Production System)

### Le 6-sigma

Le « 6-sigma » est une approche globale d'amélioration de la satisfaction du client qui englobe, à la fois, un objectif « qualité » (moins de 3,4 pièces défectueuses par million de pièces produites) et une démarche de résolution de problème, structurée en mode projet.

C'est une approche qui va au-delà des outils standards de résolution de problème du Lean qui visent à « faire parler les hommes ». Il s'agit ici de « faire parler les processus »

afin de découvrir la fonction de transfert qui relie les paramètres de sortie du processus aux paramètres d'entrée influents.

Le 6-sigma s'appuie sur des outils statistiques puissants, notamment :

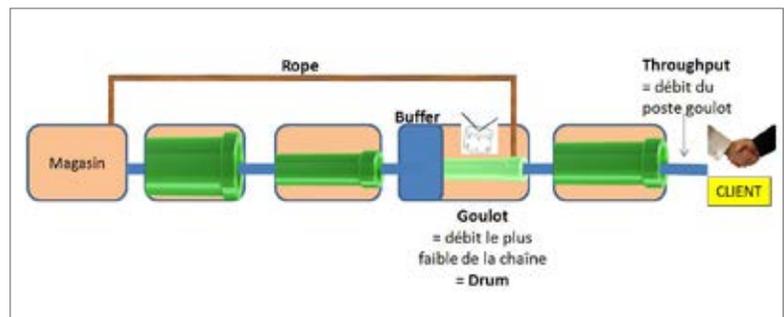
- Les cartes de contrôle, et,
- Les plans d'expérience.

### La théorie des contraintes

La théorie des contraintes ou TOC (theory of constraints) est née des travaux d'Eliyahu Goldratt qui l'a vulgarisée dans son célèbre livre « Le but », vendu à plus de 5 millions d'exemplaires depuis 1984 et classé par le magazine TIMES parmi les 25 livres de management les plus influents de tous les temps.

La TOC part du postulat selon lequel tout système de production présente au moins un point de déséquilibre entre charge et capacité. Si cette contrainte ne permet pas de répondre à la demande client, elle prend l'appellation de « goulot ». Cette contrainte limite non seulement le débit du goulot mais l'ensemble de la performance de l'entreprise.

La théorie des contraintes propose une méthode visant à optimiser les flux par le pilotage de ce goulot : la méthode DBR pour drum-buffer-rope (tambour – tampon – corde). Le goulot représente le tambour qui rythme et limite le flux de toute l'entreprise. Il convient de le protéger par un stock de sécurité (le tampon) et de compléter le dispositif par un moyen (la corde) qui limite les lancements à l'entrée du flux pour limiter l'en-cours de production en amont du goulot. Ceci peut s'illustrer de la manière suivante :



La Théorie des Contraintes (TOC) optimise les flux par le contrôle du goulot

## La complémentarité des 3 approches

L'approche Lean et la méthode 6-sigma ont naturellement été associées, certains considérant que le 6-sigma vient renforcer le pilier « qualité » du Lean. S'est alors posée la question de la complémentarité du Lean avec la théorie des contraintes.

La réponse a été apportée par D. Jacob et S. Bergland, dans le livre « Velocity » en 2010, qui suggèrent de combiner les trois disciplines afin d'obtenir de véritables percées dans l'amélioration des performances.

TOC et Lean sont deux approches d'amélioration continue qui partagent de nombreuses valeurs (réduction des tailles de lot, réduction des stocks, flexibilité,...) et un même objectif de production : produire le juste nécessaire dans des délais les plus courts.

Ce qui les distingue, c'est la manière d'atteindre cet objectif.

Le Lean professe d'équilibrer les capacités de production pour répondre à la demande client. Chaque poste de production est dimensionné (équipement, RH,...) en conséquence et est exploité à 100% de sa capacité.

La TOC reproche au Lean de ne pas prendre en compte les aléas et autres événements aléatoires, tels que les variations de la demande client, susceptibles de créer des surstocks ou des « manquants » dans une chaîne où les postes de production sont interdépendants. En conséquence, la demande client n'est pas honorée parce que la chaîne de production n'a pas de réserve de capacité et les en-cours augmentent. L'objectif « Juste-à-temps » du Lean est finalement considéré en TOC comme un idéal inatteignable, en réalité.

C'est pourquoi la TOC préfère optimiser le flux en maximisant la production au niveau de la contrainte et en subordonnant les autres ressources aux besoins de celle-ci. L'effet des aléas de production est alors « amorti » grâce aux réserves

de production des ressources non contraintes.

Ainsi TOC et Lean sont complémentaires. La TOC permet de stabiliser la production au rythme du goulot et la rendre robuste aux aléas alors que le Lean et le 6-sigma permettent de porter des efforts ciblés et efficaces :

- d'amélioration de la productivité sur le goulot, source de croissance pour l'entreprise et,
- de réduction de la variabilité, des en-cours et du temps de cycle sur les ressources non-goulot, afin de protéger le goulot.

## Quels résultats attendre d'une démarche d'excellence opérationnelle ?

Même si une démarche complète de transformation Lean 6-sigma nécessite une période de 2 à 3 ans, les effets des premiers chantiers sur les performances opérationnelles de l'entreprise peuvent être visibles en quelques mois :

- réduction des délais s'accompagnant d'une amélioration de la tenue des échéances de livraison,
- réduction des coûts sans contraction de la capacité,
- amélioration de la sécurité,
- réduction des non-conformités et donc une amélioration de la tenue des objectifs « qualité ». En particulier, les techniques 6-sigma permettent un véritable pilotage de la qualité permettant grâce aux cartes de contrôle d'anticiper l'occurrence de non-qualités avant que celles-ci ne conduisent à des rebuts.

Les gains constatés, en pourcentage, sont régulièrement à deux chiffres.

Les fondateurs du mouvement Lean, James Womack et Dan Jones apportent, dans leur second ouvrage « Lean Thinking », un retour d'expérience sur les divers déploiement Lean qu'ils ont pu observer dans le monde : « Après des années de benchmarking et d'observations d'entreprises partout dans le monde, nous avons développé quelques règles simples :

la transformation d'un système de production classique [...] en système à flux continu dans lequel le client tire effectivement la production multiplier la productivité de la main d'œuvre par deux tout en réduisant les délais de fabrication et les stocks de 90%. [...] le taux de rebuts sera généralement divisé par deux, tout comme les accidents du travail. »

La prise en compte des principes de la théorie des contraintes pour la gestion des goulots de production permet, quant à elle, de booster les résultats du Lean 6-sigma en concentrant les efforts sur les capacités qui ont le plus grand impact sur les performances globales.

Au-delà de ces performances chiffrées, l'excellence opérationnelle agit positivement sur les hommes et les femmes qui participent à la production. L'excellence opérationnelle crée, en effet, les conditions d'un travail plus serein dans la mesure où elle conduit à réduire les variabilités de toutes natures (client, qualité,...) et à amortir les effets des aléas. La production est ainsi « apaisée » et chacun se sent le porteur des objectifs à atteindre, ayant la possibilité d'agir sur son environnement par la participation à des chantiers d'amélioration continue ou grâce au développement de l'innovation participative ou encore dans le cadre des animations à intervalles courts permettant un échange quotidien au sein des équipes. ☺



**Régis Brigaud,**  
ICA  
Président de Blue  
Lean Consulting,  
consultant.

Après une première carrière à dominante aéronautique à la DGA (centre d'essais en vol, direction des opérations, atelier industriel de l'aéronautique de Clermont-Fd), Régis Brigaud a fondé en 2016 le cabinet de conseil et de formation en excellence opérationnelle Blue Lean Consulting. Il nous livre dans cet article quelques extraits de son livre « L'excellence opérationnelle en production : comprendre le Lean, le 6-sigma et la théorie des contraintes ».

# UNE AUTRE VUE SUR LE LEAN

par Philippe Loué, ICA, consultant en innovation et en organisation

1991 : trois professeurs du MIT, Womack, Jones et Roos, publient une étude sur l'industrie automobile

« **The Machine that changed the world** » le système de production japonais est qualifié de **Lean** et vanté comme une révolution industrielle universelle. Mais en 2017, l'un des auteurs s'interrogeait sur son insuccès.

## Le Lean ou le TPS ? (Toyota production System)

Ce que les chercheurs du MIT ont vulgarisé avec talent c'est le système de production Toyota qu'ils ont voulu rendre générique en le conceptualisant. Cela donne le Lean, un système achevé de management scientifique autour de 5 principes (la valeur, le flux de valeur, l'écoulement, le flux tiré, la perfection) accompagné d'une méthode de déploiement avec force outils et méthodologie.

A l'inverse, Taichi Ohno qui a contribué à bâtir le TPS le décrit d'abord comme un **challenge** pour permettre à Toyota de rattraper son retard par rapport aux américains ! Contrairement au Lean qui livre une boîte à outil, le TPS est une culture d'entreprise conçue au fil des années (près de 30 !) dans une logique d'**amélioration continue** et d'**observation de terrain**. Loin de faire table rase du passé, un chapitre complet du livre de Ohno illustre comment Toyota, futur constructeur automobile, s'est appuyé sur l'ancien Toyota, fabricant de métiers à tisser, en cherchant l'**implication du personnel et le travail en équipe**.

## 5 erreurs souvent commises dans les projets Lean.

**1. Un challenge étriqué** : c'est le cas lorsque l'enjeu se résume à une formule comme

« je veux gagner X% en 3 ans ! ». Le Lean va focaliser l'entreprise sur la valeur pour le client, c'est donc une machine de guerre pour changer votre position sur le marché. Si votre ambition est de gagner 20% de productivité embauchez un cost killer.

**2. Vouloir déployer un boîte à outils « universels »** : tout d'abord ces outils n'existent pas même au sein d'un même domaine. Dans les années 90, Valéo bâtit son propre système de production, inspiré du Lean et aidé par les conseils de son client Toyota. Chaque système de production doit être conçu en fonction du domaine, des forces et des faiblesses de chaque entreprise.

**3. « Le Lean c'est pour mes collaborateurs »** : si vous avez compris que votre système de production est l'arme qui va vous permettre de changer votre position concurrentielle, avez vous le droit de le sous-traiter à vos managers ? La performance de votre entreprise vue du client sera toujours donnée par le maillon le moins solide. Si vous sous-traitez, les silos inhérents aux directions fonctionnelles rendront l'amélioration incomplète. Par ailleurs un système de production aussi exigeant qui s'apparente plus à une philosophie générale n'a aucun espoir de perdurer sans l'**exemplarité du management**.

**4. Vouloir faire du Lean un changement culturel avant tout**. Il est toujours surprenant de voir des entreprises qui existent depuis plusieurs décennies vouloir faire table rase

de leur culture pour y plaquer des éléments endogènes tirés de benchmarks nébuleux. Si votre entreprise s'est développée jusque là ce n'est pas le fait du hasard mais le résultat d'une culture qui est souvent méconnue car implicite. Il y aura suffisamment d'apprentissages nouveaux qui demanderont à être anticipés, alors autant se simplifier la tâche en identifiant ce que les gens font bien « tacitement » et d'en faire une fondation pour construire le nouveau système de production.

## 5. Sous estimer la mauvaise image qu'ont aujourd'hui les méthodes Lean

Petit échange à l'occasion d'un Comité d'entreprise :

- « Comment vous traduisez Lean ? »
- En anglais cela veut dire maigre
- « C'est cela, Lean c'est synonyme de dégraissages ».

A la décharge des syndicats, beaucoup trop de dirigeants ont confondu Lean et Cost Killing (voir le point 1). Sur ce sujet je renvoie à l'excellent livre « Démocratiser le travail ».

Transférer les outils du Lean aujourd'hui c'est déjà préparer la mauvaise guerre, un peu comme si dans les années 30 les dirigeants de Toyota avaient benchmarké et déployé le modèle Ford sans chercher à le dépasser. Ce qui reste particulièrement pertinent du modèle Toyota c'est la notion de dépassement, d'évolution continue, d'implication des équipes pour concevoir un nouveau système de production... Le voyage continue. ☺

# OPTIMISER L'IMPRÉVISIBLE

OU COMMENT OPTIMISER UNE PRODUCTION PAR NATURE NON RÉPÉTITIVE ET SOUMISE À DE NOMBREUX ALÉAS

Emmanuel Lepareux /CA,  
Jonathan Lardy, IA

La production d'essais se distingue de la production en chaîne par la grande variabilité des problématiques rencontrées : chaque essai est unique, et chaque essai réserve son lot de surprises... Optimiser un processus en perpétuelle transformation est le défi quotidien des centres d'essais de la DGA comme DGA Essais Propulseurs.



Essai de turboréacteur en caisson simulant les conditions atmosphériques représentatives d'un vol sous avion

**M**ardi 16h, Outlook sonne : « Le client a fini d'exploiter les résultats des essais de la semaine dernière. Le moteur ne s'est pas comporté comme prévu, il veut revoir les points d'essais de la semaine prochaine. La campagne sera probablement prolongée de 2 semaines, j'attends une confirmation. » OK... Ça, c'est si tout se passe bien. Sinon, c'est endoscopie du moteur, voire dépose anticipée.

Le monde des essais réserve régulièrement son lot de surprises. C'est ce qui fait son charme, mais c'est aussi un casse-tête pour celui qui cherche à organiser sa production. Surtout dans un centre comme DGA Essais Propulseurs (DGA EP), où les différents essais sont intimement dépendants les uns des autres car ils utilisent des ressources communes. Pour les essais de turbomachines en altitude simulée, les caissons d'essais sont reliés en amont et en aval à des installations dites d'« atmosphérisation ». Cela consiste en des réseaux de collecteurs d'air, des compresseurs, des sécheurs, des réfrigérants, etc... qui permettent de reproduire, en caisson, les conditions atmosphériques auxquelles sont soumises les turbomachines

en altitude, que ce soit en terme de pression, de température et d'hygrométrie. Or ces moyens sont communs à tous les caissons d'essais. Modifier les points d'essais sur un caisson oblige à reconfigurer le réseau et peut, si l'on n'y prend pas garde, rendre impossible la réalisation d'un autre essai dans un caisson voisin.

## Le retour aux fondamentaux

Comment s'en sortir ? En ayant bien à l'esprit des concepts de base, qui ont fait leurs preuves. Un processus est régi par les hommes, les outils et les méthodes. Ces trois piliers sont interdépendants et sont tous nécessaires : l'homme sait bien s'adapter aux imprévus mais il est intrinsèquement faillible, l'outil permet de gagner en productivité et est plus fiable mais il ne fait qu'exécuter un algorithme, la méthode permet d'organiser le processus mais ne produit rien en soi. La réussite passera par le bon équilibre entre ces trois piliers, et de bonnes interactions entre eux.

Les principes du lean management ne sont pas récents mais restent complètement d'actualités. Il faut, comme toute production, s'attacher à supprimer les irritants. D'abord le « muda » : le gaspillage inutile de ressources. Cela se traduit par exemple à DGA EP par des installations d'atmosphérisation électriques qui, outre leur intérêt en matière de protection de l'environnement, ont l'immense avantage d'être mises en fonctionnement dans des délais beaucoup plus courts que leurs

ainées thermiques. Cela passe aussi par le choix au plus juste de la machine d'alimentation ou d'extraction d'air nécessaire pour l'essai du jour (avec parfois un facteur 10 dans les coûts de production). Ensuite le « muri » : l'excès. Il s'agit de simplifier tout ce qui peut l'être. Cela va des procédures, formulaires, parapheurs, etc... jusqu'à la simplification du travail de l'opérateur. A DGA EP par exemple, l'intégration des turbomoteurs sur leur bâti d'essais est réalisée en atelier lorsque c'est possible, avant de transporter ensuite l'ensemble vers le caisson d'essais. Pour que tout ceci soit le plus efficace possible, il ne faut pas oublier le « kaizen », c'est-à-dire que ce sont les agents de terrain qui sont le plus à même d'identifier quelles sont les améliorations envisageables les plus pertinentes. Ce sont donc eux qui doivent être à l'origine de ces améliorations. D'autres méthodes existent, le 5S, le six sigma, etc... toutes sont importantes à avoir à l'esprit car elles permettent d'épurer le processus et de se concentrer sur l'essentiel.

## Réactivité, souplesse, adaptabilité

Chaque processus industriel doit mettre en œuvre des principes d'amélioration continue, sur le modèle du « plan », « do », « check », « act ». Mais pour pouvoir s'adapter en permanence aux aléas inhérents aux essais, il est indispensable de raccourcir cette boucle décisionnelle. La révolution numérique permet aujourd'hui d'envisager la mise en place d'outils prédictifs

invisibles il y a dix ans. Ces outils permettront, d'une part, de mettre en évidence les conflits potentiels de ressources matérielles et humaines (projet planification), et, d'autre part, de prédire le comportement aérothermique des installations d'« atmosphérisation », c'est-à-dire les installations qui permettent de reproduire au sol les conditions atmosphériques régnant en altitude (projet SIMATMOS). La principale difficulté, pour le premier projet, est de savoir prendre en compte des contraintes multiples, apparaissant sur des plans différents : disponibilité et compétence des ressources humaines, occupation des caissons, disponibilité de réseaux qui peuvent se croiser, mises en sécurité des personnels qui peuvent intervenir pour maintenance sur une partie du réseau alors que l'autre est en fonctionnement, pertes de charge en pression et température, maîtrise de la consommation électrique, etc... Ce projet, encore embryonnaire, sera mené selon les principes de l'ingénierie système.

### SIMATMOS

Le projet SIMATMOS vise à développer un outil de simulation prédictive du fonctionnement des installations d'atmosphérisation. Un tel outil permettra de tester numériquement de nouvelles configurations moyens d'alimentation en air / caisson d'essais / réseaux / moyens d'extraction d'air afin d'en simuler les effets et les contraintes qu'elles induisent sur les installations du centre. Il s'agit donc in fine d'un puissant outil d'aide à la décision puisqu'on pourra ainsi comparer plusieurs scénarii et visualiser sans risques et

sans coûts leurs prérequis et leurs conséquences. Combiné à une interface homme-machine proche de celles présentes dans les installations d'essais, cet outil permettra aussi de former les opérateurs à moindre coût, et d'entretenir leurs compétences. Le recours à la simulation permettra aussi de former plus efficacement les opérateurs à la gestion des aléas (pannes).

Évidemment, la qualité d'un tel outil dépend directement de la précision des modèles physiques employés ainsi que de leur représentativité vis-à-vis des comportements réels en essais. Ce dernier point, qui constitue le point dur majeur du projet, fait l'objet d'une attention particulière. Les premiers modèles, construits à partir des données physiques de nos matériels, seront ainsi recalés selon une logique précise à l'aide de bases de données complètes de mesures réalisées dans nos installations depuis de nombreuses années.

Comme mentionné précédemment, l'outil seul, aussi puissant soit il, est insuffisant : il doit s'inscrire dans le triptyque agent – méthode – outil. Dans le cas de SIMATMOS, cela signifie concevoir, autour de l'outil, les méthodes d'utilisation, d'administration et d'amélioration de l'outil par les agents. Car cet outil doit être vivant, améliorable et adaptable, au gré des évolutions physiques de nos matériels mais aussi des attentes des utilisateurs. C'est cet ensemble qui constitue au final la solution qui répond au besoin, pas l'outil seul. Le projet est mené depuis le départ en utilisant la logique et les processus de l'ingénierie système, ce qui assure une bonne prise en compte



*Réseau d'alimentation en air des caissons d'altitude simulée R3 et R4 de DGA Essais Propulseurs*

de l'environnement du produit et une approche cycle de vie dans la conception de la solution ainsi qu'une définition du besoin et des performances de l'outil aussi précises que possible tout en se limitant au juste besoin.

Optimiser l'imprévisible, c'est donc avant tout un ensemble cohérent de méthodes souples et claires, d'outils prédictifs d'aide à la décision et une culture de la souplesse et de la réactivité. Mais surtout une capacité à s'adapter en permanence, et pour cela des outils maîtrisés en interne et avec une architecture ouverte sont indispensables. ☺



**Emmanuel Lepareux** /CA,  
sous-directeur technique de DGA Essais Propulseurs

Après un début dans les ateliers de maintenance aéronautique à Clermont-Ferrand, il rejoint en 2002 les programmes Rafale et Mirage 2000 au sein du service des programmes aéronautiques. Président de commission contrats puis officier de zone Royaume-Uni, il devient manager puis directeur du programme de missile de croisière naval de 2010 à 2016, avant de prendre ses fonctions à DGA Essais propulseurs.



*Pilotage en temps réel des réseaux et des machines d'alimentation et d'extraction d'air*



**Jonathan Lardy**,  
IA, chef de projet EMPIRE et adjoint au chef de projet SIMATMOS à DGA Essais Propulseurs

Chef du projet d'amélioration de la sécurité de défense et de la sécurité des systèmes d'informations de DGA Essais Propulseurs depuis 2016 dans le cadre du projet EMPIRE, il contribue au projet SIMATMOS (simulation des moyens d'atmosphérisation) sur les aspects définition du besoin, construction de la solution et contractualisation.

# DES SOURIS (D'ORDINATEUR) ET DES HOMMES

COMMENT LA RÉVOLUTION 4.0 IMPACTE L'HUMAIN... ET INVERSEMENT

Amandine Dessalles, IPA

Un ingénieur qui dépanne à distance un utilisateur équipé de lunettes de réalité augmentée, un réparateur qui intervient avant que la machine ne tombe en panne grâce aux algorithmes d'intelligence artificielle : c'est la révolution 4.0. Des avancées technologiques mais également des modifications profondes de notre management comme le rapprochement du client ou l'anticipation immédiate ... Pour cette révolution comme pour les précédentes, plus même que pour les précédentes, le périmètre n'est pas circonscrit au technologique : l'humain y a toute sa place.

## De nouvelles compétences pour l'Homme

### Continuité numérique donc polyvalence

Aujourd'hui le mécanicien commande sa pièce depuis son ordinateur sur un catalogue dédié. Grande nouveauté, la continuité numérique. Il n'y aura plus d'exécutant, en revanche, il y aura quelqu'un qui aura la responsabilité de l'ensemble, qui devra gérer le « au cas où » : compétences logicielles, dons en mécanique, capacité d'analyse ... Il faut savoir tout faire.

### Des personnels à la pointe

Les machines elles-mêmes sont de plus en plus complexes, il suffit de visiter les usines de fabrication d'un moteur de Rafale pour le constater. Elles permettent d'atteindre des performances meilleures avec une productivité accrue, seulement, l'enjeu est désormais la capacité de les maîtriser et de les paramétrer correctement.

### Le numérique au service de l'ubiquité : une nouvelle organisation

Le numérique transforme la perception de la distance. On travaille connecté avec l'autre bout du monde, on imprime la pièce à des milliers de kilomètres. Le rapport au client, et même à l'utilisateur

final, est donc profondément modifié : plus proche, c'est lui qui prend la place centrale.

Effet collatéral, au centre de l'industrie, le hiérarchique s'effondre : grâce au numérique, la donnée est centralisée, partagée, commune.

### Véritable enjeu : la vitesse

Le véritable enjeu de cette révolution 4.0, c'est la vitesse : rapidité d'accès aux données, rapidité de réponse au client. Le véritable facteur limitant ? C'est l'Homme, qui devra prendre des décisions sans avoir conscience de toutes les données et qui devra s'adapter en permanence aux nouveaux modes de fonctionnement, induits par des systèmes d'information changeant tous les deux ans.

## Des nouvelles compétences pour l'organisation

### Accompagner la transition

Première idée : accompagner par une formation, en particuliers chez les ouvriers non qualifiés. Rappelons que la part des ouvriers non qualifiés a chuté de 15 points ces 25 dernières années, mais bonne nouvelle, le numérique apporte 11 000 postes par an en France. Ceux qui réfléchissaient au quoi, c'est-à-dire à ce qu'ils produisaient vont désormais s'intéresser au pourquoi on le produit, et comment.

Donner du sens, accompagner cette révolution est une étape nécessaire pour gagner en flexibilité et favoriser la montée en compétences. La révolution 4.0 en apporte elle-même les moyens : réalité virtuelle, plates-formes de formation en ligne, e-learning, outils collaboratifs.

### Dénicher les talents...

Pour accompagner cette révolution, il nous faut la perle rare. Celui (Celle) qui sera capable d'innover, de prendre rapidement des décisions et d'analyser les données pour les convertir dans le process. Les fameux « data scientists ». On cherchera désormais celui qui aura déjà goûté à pas mal d'entreprises avec des process innovants, car il aura gagné en flexibilité, celui qui sera passé par plusieurs start-ups, celui qui sera proche du client ou du fournisseur, car la boucle est devenue encore plus courte, celui qui saura créer du rêve, que ce soit par le design ou par l'innovation, celui qui aura connu l'échec car il aura la faculté de se remettre en question, celui qui montrera son autonomie et non sa soumission. Aujourd'hui, cette personne n'apparaîtra plus comme volage ou instable, elle apparaîtra comme compétente et agile. On va chercher son empathie et sa curiosité intellectuelle.



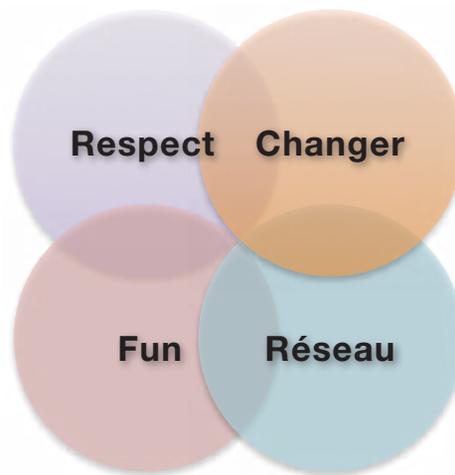
## Les attentes de la génération Y au travail

### Génération « Respect »

Etre responsabilisés  
Avoir un manager « légitime »  
Obtenir des signes de reconnaissance  
Etre évalués sur des critères clairs et connus

### Génération « Plaisir »

Projets stimulants  
Prise de risque avec droit à l'erreur  
Rapidité  
Plaisir  
Liberté  
Travailler moins, mais mieux



### Génération « Zapping »

Mobilité  
Changement de missions  
Opportunités de progression

### Génération « Tribu »

Trouver des valeurs et des codes communs  
Echanger avec leurs collègues & amis

© PwC

### ...Et savoir les garder !

Aujourd'hui et demain, il ne s'agit plus pour le manager de « faire travailler une équipe » mais de les « mobiliser » et de « leur donner l'envie ». Même si les technologies ouvrent le champ des possibles, attention à ce que leur utilisation ne soit pas contre-productive, voire néfaste pour l'Homme. En abuser peut conduire à une aliénation des opérateurs, attention également au « flicage » des salariés, qui va les brider et freiner leur créativité. En revanche, permettons le développement personnel et l'autonomie, par des espaces d'expression, par une meilleure conciliation vie pro/vie perso, aujourd'hui permise par les nouvelles technologies. C'est d'autant plus

important pour cette génération qui a sans cesse besoin de se réinventer. Quelques pistes : nommer un « chief happiness officer » (CHO pour les intimes), celui qui crée du liant entre les services et qui prend les mesures aidant au bien-être des personnes au travail ; favoriser la cohésion d'équipe par du team-building efficace ; offrir la possibilité d'activités physiques et sportives et les encourager ; autoriser et encourager la déconnexion ; proposer des stages de développement personnel ; proposer des facilitateurs de conciliation vie pro/vie perso (crèches, conciergerie...) ; bannir les horaires fixes et les temps de présence obligatoires ; et surtout : donner un sens à ce que chacun fait.

### C'est PAR l'Homme que l'on construit l'organisation de l'industrie du futur

On peut très bien imaginer que cette nouvelle génération bouleverse notre industrie et fasse partie intégrante de la révolution 4.0. Allons plus loin : et si on pouvait induire le changement par l'Humain ? Changer nos modes de fonctionnement, permettre la créativité, un fonctionnement nouveau ... Certains y croient : des challenges jeunes dans l'industrie existent, afin de donner envie. Il existe aussi un « Trophée des femmes de l'industrie » pour attirer également de nouveaux talents. Non, la révolution n'est pas uniquement technologique, c'est bel et bien une aventure humaine. ☺

### Donner un sens

Aujourd'hui, nous connaissons le « burn-out », explosion en vol d'une personne épuisée professionnellement, et le « bore-out », qui provoque fatigue, ennui, voire dépression d'une personne qui a trop peu de choses qui la nourrit. Nouveau phénomène de masse, le « brown-out » apparaît quand une personne ne comprend plus son travail. Des start-ups se lancent afin de permettre aux salariés de faire le point. Rappelons ici quelques clés qui donnent un sens au travail : l'utilité sociale, l'autonomie, les occasions d'apprentissage et de développement, la rectitude morale, la qualité des relations et la reconnaissance.



**Amandine Dessalles, IPA**  
Architecte de cohérence technique BRASIDAS, système d'information du Maintenance en Condition Opérationnelle Aéronautique

Diplômée de psychodynamique du travail en plus de son diplôme d'ingénieur, Amandine Dessalles a la double casquette « technique » et « humain ». Elle a ainsi pu travailler successivement dans les facteurs humains, les drones ou les systèmes d'information, au sein d'équipes à l'envergure de projets de plus en plus complexes. Elle travaille aujourd'hui comme architecte à DGA Ingénierie des Projets.

# INTERVIEW DE L'AUTEUR DE "LOST IN MANAGEMENT"

propos recueillis par Frédéric Tatout, ICA

## La CAIA : Qu'est-ce qui vous a conduit à vous intéresser aux organisations et aux approches du management ?

François Dupuy : J'ai démarré ma carrière comme chercheur dans le centre de recherches en sciences sociales du travail de Paris-Sud. Dans ce cadre, j'ai fait la rencontre marquante de Michel Crozier, au centre de sociologie des organisations. Puis mes charges d'enseignement à l'INSEAD et dans deux business-schools aux Etats-Unis m'ont amené tout naturellement à m'intéresser plus particulièrement aux entreprises.

## La CAIA : S'il y a un malaise au sein de l'entreprise ou la grande organisation, comment peut-on le caractériser ?

FD : Il faut se méfier du mot-valise malaise. Ce terme ne me paraît pas très approprié. Ceci étant, je crois effectivement qu'il y a un problème avec le travail.

A mon sens, l'origine tient du passage progressif d'organisations protectrices des salariés à des formes moins protectrices. Cela a démarré avec l'ouverture des marchés qui a suivi le choc pétrolier de 1974. Dans un environnement devenu beaucoup plus concurrentiel, où il fallait, en quelque sorte « faire plus avec moins », c'est l'organisation du travail qui a fourni la variable d'ajustement. Elle a connu une transformation profonde. De manière schématique, pendant les 30 Glorieuses les actionnaires avaient conclu un pacte avec les salariés en pratiquant ce que les économistes appellent des marges avant, c'est-à-dire en augmentant les prix sur le dos des clients. Ensuite, ils se sont mis progressivement à faire de la marge arrière, au service cette fois de leurs nouveaux alliés de fait, les clients, en mettant la pression sur les salariés. Un exemple : dans les années 70, il fallait compter environ

deux ans entre le moment où l'on demandait un téléphone et celui où on l'avait chez soi. Ce n'était pas qu'une question de technologie, mais avant tout, de système. Aujourd'hui, tout l'art d'un vendeur de téléphones portables sera de susciter l'impatience du client puis de la faire gérer par ses employés, ce en quoi excelle Apple, par exemple. Les employés ne sont pas les seuls à trinquer, il y a aussi le management, surtout quand les premiers déploient des stratégies de protection, ce qui peut s'expliquer. Au final, même si le travail est devenu beaucoup moins pénible sur le plan physique, il est devenu très éprouvant sur le plan psychique, et même générateur de souffrance psychologique.

## La CAIA : Ce phénomène est-il typiquement français ?

FD : Non, il est visible partout. Mais il se trouve qu'en France l'Etat est traditionnellement un des piliers de l'organisation du travail et des entreprises. Cela a conduit à une forme bureaucratique protectrice très sophistiquée, notamment dans les grandes entreprises. C'est moins le cas dans les petites. La SNCF est un bel

exemple de cet héritage. Plus on a tricoté des règles sophistiquées, plus il est difficile de les détricoter, et plus l'effort de lutte entre les partisans de leur maintien et ceux d'une réforme est apparent.

## La CAIA : Comment évolue ce phénomène ?

FD : Nous sommes partis d'une situation où l'organisation du travail était très endogène, tournée vers la protection des personnels plus que vers le service. En devenant plus exogène, tournées vers la réponse à des contraintes externes, les entreprises ont demandé de plus en plus de comptes aux salariés, dont la réaction spontanée a été de se désinvestir du travail. Du coup, les entreprises en ont rajouté une couche, jusqu'à parvenir à des formes très abouties de coercition pour contrôler au maximum ce que font les employés à l'aide de trois leviers principaux : maîtrise fine de processus, indicateurs de performance, systèmes de reporting. En cherchant à tout maîtriser jusque dans les moindres détails, en se concentrant sur le comment faire plus que sur le quoi faire (résultat à atteindre), elles sont entrées dans

### Regionally, Engaged Employees Most Common in the U.S. and Canada

More than one in three workers in the Middle East and North Africa region are actively disengaged

Region	Engaged	Not Engaged	Actively Disengaged
United States and Canada	29%	54%	18%
Australia and New Zealand	24%	60%	16%
Latin America	21%	60%	19%
Commonwealth of Independent States and nearby countries	18%	62%	21%
Western Europe	14%	66%	20%
Southeast Asia	12%	73%	14%
Central and Eastern Europe	11%	63%	26%
Middle East and North Africa	10%	55%	35%
South Asia	10%	61%	29%
Sub-Saharan Africa	10%	57%	33%
East Asia	6%	68%	26%

Extrait de l'étude de Gallup sur l'engagement au travail selon les régions »

\* <http://news.gallup.com/poll/165269/worldwide-employees-engaged-work.aspx>

une spirale infernale de micro-management. Au final, on assiste à un désinvestissement massif des salariés. Ce phénomène ne se limite pas à la France puisqu'une étude récente de Gallup aux US montre que 70 % des personnels ne sont pas investis dans leur travail\*. C'est un constat sans appel !

Partout, les acteurs ont conscience que la mondialisation du capitalisme a fait évoluer le sens que l'on donne au travail. Pendant les 30 Glorieuses, l'actionnaire était facilement identifiable et très présent ; on pouvait le voir « mouiller sa chemise » et s'identifier à lui. L'idée de se réaliser dans son travail pouvait complètement faire sens. Aujourd'hui, avec un actionariat évanescent et impersonnel (souvent des fonds de pension), on ne sait plus très bien pour qui on travaille. Pour les jeunes générations, l'idée de se réaliser dans son travail fait d'autant moins sens qu'ils ont toujours entendu parler de la crise. Ils n'y vont pas pour se réaliser mais, de manière prosaïque, pour avoir les ressources nécessaires pour mener la vie qui les intéresse, qui est ailleurs.

### **La CAIA : Existe-t-il des cultures locales ou d'entreprises où « ça se passe mieux ? »**

FD : Il faut avoir conscience qu'à ce jour les entreprises n'ont hélas pas encore vraiment trouvé la solution. On voit certes apparaître des propositions d'approches alternatives à la coercition, souvent colorées d'un discours humaniste. Qu'elles soient juste envisagées ou mises en œuvre, elles ne font en général pas le poids sur le terrain. Ce n'est pas en désignant un « happiness officer » que l'entreprise sortira de l'ornière profonde creusée par le cercle vicieux approche confrontationnelle – désinvestissement – contrôle ! Les tentatives désespérées du management pour plaquer des recettes toutes faites sont révélatrices d'une forme de paresse intellectuelle. Non seulement l'illusion ne dure qu'un temps, mais cela peut être gravement contre-productif.

En France, je ne peux citer que de rares exceptions à cette faillite de la pensée managériale. Je pense à Michelin et Décathlon, qui se sont emparées à fonds de la question et ont lancé un travail approfondi. Je vois d'autres d'entreprises qui, en essayant de plaquer des rustines, détruisent encore plus la valeur travail qu'elles ne reconstruisent.

Les pays nordiques me paraissent plus aptes à relever le défi, de par leur culture du dialogue inscrite jusqu'au cœur de l'éducation – en commençant par l'école maternelle –. Le Danemark, en particulier, me paraît être sur une bonne voie. On peut aussi remarquer que toute la société suédoise s'est organisée pour sortir par le haut par une promotion et un soutien systématique de l'innovation.

A contrario, les relations du travail sont beaucoup plus dures aux Etats-Unis que chez nous. Les gens y sont très courageux, ils n'expriment guère leur souffrance psychique, mais je crois qu'en réalité ils sont davantage usés.

### **La CAIA : Avez-vous néanmoins pu déceler quelques bonnes pratiques effectives ?**

FD : Il faut prendre garde au fait que des pratiques bénéfiques dans un contexte donné peuvent être contre-productives dans un autre contexte. Il est très dangereux de vouloir mettre en œuvre de manière mécanique, sans réflexion de fond, des « bonnes pratiques » générales.

Ceci étant dit, j'ai quand même envie de croire à la notion de relation de confiance dans le travail, développée par quelques travaux d'experts sérieux. Est-il possible de remplacer, en quelque sorte, la coercition par la confiance ? Les écrits en ce sens sont encore un peu théoriques. Les mises en œuvre pratiques n'en sont qu'aux balbutiements ... Là encore, il est intéressant d'examiner ce qui se passe chez Michelin et Décathlon. Le cas de FAVI, un fondateur de

Beauvais, me paraît extrêmement convaincant. Aux Etats-Unis, je pense à Gore-Tex, Harley-Davidson et quelques autres ... ce sont des sources d'inspiration utiles dans l'optique d'un travail de fond.

### **La CAIA : Reconnaissez-vous des constats proches du votre chez d'autres sociologues ?**

FD : Je dois beaucoup à Michel Crozier, qui fut mon maître pour ce qui est de la compréhension des stratégies de groupes dans les organisations, qui peuvent être subtiles – en tout cas, que les managers sont trop souvent trop loin de les comprendre -. Un de ses ouvrages marquants est le *Phénomène bureaucratique*, paru en 1963.

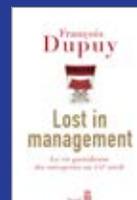
Je me retrouve assez bien dans certains écrits de Jean-Pierre Le Goff, par exemple la barbarie douce, qui décrit une forme de perversion de la pensée managériale par des théories toutes faites, ce qu'il nomme la « pensée chewing-gum ».

Sur le plan plus global de la macro sociologie je me sens relativement familier d'Alain Touraine. ☺



**François Dupuy,**

François Dupuy est conseiller académique du CEDEP (Centre Européen d'Education Permanente associé à l'INSEAD), sociologue indépendant, consultant, enseignant et auteur de nombreux livres et articles, dont "Lost in Management : la vie quotidienne des entreprises au XXI<sup>e</sup> siècle" (Le Seuil). Diplômé de La Sorbonne et L'institut d'Études Politiques de Paris, il avait débuté sa carrière en qualité de chargé de recherche au CNRS pendant près de 15 ans.



# LORSQUE LES NEURONES N'ONT PLUS DE SENS

Par Jérôme de Dinechin, ICA, coach

La question du sens travaille l'homme moderne, en témoignent toutes les nouvelles maladies professionnelles. Comme si nous étions malades du manque de sens. Et si notre conception anthropologique était en cause ? La vision de l'homme d'aujourd'hui, neuronal, trans-humaniste ou spéciste laisse-t-elle encore de la place au silence, pour accueillir nos aspirations profondes, et à la confiance, pour y croire ?

En réfléchissant à notre thème, la place de l'humain s'est naturellement imposée, car on produit pour répondre à des besoins de l'humanité qui peuvent s'appeler alimentation, sécurité, habitat, transport, santé, éducation, loisir... Produire implique également l'intelligence et la force humaine pour concevoir et réaliser chaque produit, même si ces tâches ont été de plus en plus facilitées par les révolutions industrielles successives : mise en œuvre des ressources naturelles, utilisation de l'énergie industrielle, civilisation de l'information.

Cependant, plusieurs phénomènes peuvent nous inquiéter dans le domaine. D'abord, l'apparition de nouvelles maladies professionnelles : dépression, *burn out* décliné depuis peu en *bore out* et maintenant *brown out* ; dénonciation, lancement d'alertes que l'on peut associer au développement de postures victimaires (ou sauveuses ou oppressives, ce qui revient au même dans le triangle de Karpman) ; enfin, difficulté d'impliquer les nouvelles générations dans l'entreprise... Tout se passe comme si l'on ne savait plus répondre à ces questions pourtant simples : « Pour qui je produirais ? Pourquoi je produirais ? Quel sens dans mon activité ? »

Ces considérations ne sont pas neuves. On peut penser à la pyramide de Maslow (1908 – 1970) dont les trois étages supérieurs correspondent à des niveaux de sens (cf. article management dans notre numéro 110 sur la Souveraineté) en lien avec nos besoins

d'appartenance, d'estime et de réalisation de soi.

Plus récemment, Viktor Frankl (1905 – 1997) a fondé la *logothérapie*, dont l'objectif est d'aider les personnes à trouver un sens à leur vie en mettant en œuvre trois moyens : réaliser une œuvre ou un objectif de vie, donner et recevoir affection et amour, trouver une utilité aux épreuves même que l'on vit.

Enfin, plus récemment, Vincent Leenhardt (1942 -), pionnier du coaching en France, a beaucoup travaillé la question du sens dont il a défini neuf niveaux dans son ouvrage « Les responsables porteurs de sens ».

Nous pourrions détailler chacune de ces approches qui toutes apportent des réponses pertinentes. Mais alors, pourquoi les phénomènes de blocage et de rejet sont-ils si nombreux et si puissants aujourd'hui ? Il semblerait que si nous parvenons bien à accéder aux premiers niveaux de sens, les plus élevés – et sans doute les plus nécessaires – soient devenus inaccessibles. Comme s'il manquait une équation ou un objet pour comprendre un problème de mathématiques.

Qu'on le veuille ou non, il existe une culture commune, qui nous influence en partie consciemment, mais plus généralement à notre insu. Que produisent sur nous les messages véhiculés par les mass-media, les publicités, l'environnement professionnel, le politique, les médias sociaux ? Quelle vision de l'homme s'en dégage ?

En me fondant sur le récent livre de Jean-Guilhem Xerri, « Prenez soin de votre âme », regardons quelques visions de l'homme proposées à différentes époques. Dans l'antiquité, c'était un être hybride à mi-chemin des dieux et des animaux, une âme divine tombée dans un corps plus ou moins évolué selon sa qualité. Ainsi, un criminel pouvait être pris comme un envoyé des dieux ou une bête. Dans une vision classique qui a conduit aux « Lumières », Descartes nous a proposé un esprit rationnel indépendant quoique logé dans un corps animal. Le même criminel devait alors être puni en raison de son erreur de raisonnement. La psychologie moderne a démontré que la raison rationnelle était en fait largement influencée par l'inconscient de chacun, qui contient nos conditionnements : le criminel est alors une victime influencée à son insu par ses déterminismes familiaux, sociaux, ou personnels.

Enfin aujourd'hui, nous sommes plongés dans un grand courant trans-humaniste. L'homme y est une organisation de cellules et de flux. S'y opèrent des courants, des réactions électro-chimiques produisant la conscience, les émotions et stockant les souvenirs. Notre criminel n'est alors plus qu'un être dont les actes résultent de la production d'endomorphines puis d'hormones, puis d'impulsions musculaires... Et il semble possible de simuler, d'enregistrer et d'améliorer le cas échéant cet homme « neuronal ».

Ce dernier modèle ouvre également la voie au spécisme : lors d'un comité de rédaction, nous avons débattu pour savoir ce qui différenciait un être humain d'un animal, sujet polémique par excellence ! L'outil ? Les chimpanzés en utilisent, mais aussi certains oiseaux comme le vautour percnoptère. Le culte des morts ? Les éléphants semblent en avoir. La fidélité gratuite et l'attachement ? Pensons au meilleur ami de l'homme. La protection de la veuve et de l'orphelin ? Les meutes ou compagnies protègent les plus faibles. Alors s'il n'y a pas de différence de fond mais simplement de niveau, et plus encore lorsque cela semble le fruit de l'évolution selon la grande théorie de Darwin, on comprend que l'homme n'est qu'un animal comme un autre. Ainsi, si ces modèles nous permettent de considérer différemment un criminel, ils influencent également nos convictions, puis nos attitudes, et *in fine* notre quête de sens.

Pourtant, il suffit de penser à ceux que nous aimons le plus pour constater qu'aucun de ces modèles ne les représente réellement. Ils sont davantage que cela, et heureusement... et donc nous aussi !

Il semble y avoir un consensus aujourd'hui sur une représentation de la personne humaine comme un corps et une psyché. Le corps est ce qui nous relie au réel, qui produit des sensations, interagit

### Trois anecdotes sur Viktor Frankl

En camp de concentration, pour ne pas sombrer dans des attaques de délire, il composait des discours ou tentait de reconstituer le manuscrit qui lui avait été enlevé dans la salle de désinfection d'Auschwitz.

Toujours dans les camps et au cours des marches glaciales, il plongeait dans sa vie intérieure. Parfois, écrit-il, « mon esprit était tout entier habité par le souvenir de ma femme. Je l'imaginai avec une précision incroyable, je la voyais. Elle me répondait, me souriait, me regardait tendrement. [...] Je ne savais pas si elle était toujours en vie, mais cela n'avait aucune importance. » Et cela lui donnait la force d'accomplir sa mission auprès des autres détenus.

Bien plus tard, un médecin d'un certain âge vint le consulter parce qu'il souffrait d'une grave dépression depuis deux ans. Il ne pouvait se remettre de la mort de sa femme, qu'il avait aimée plus que tout au monde. Il lui posa la question suivante :

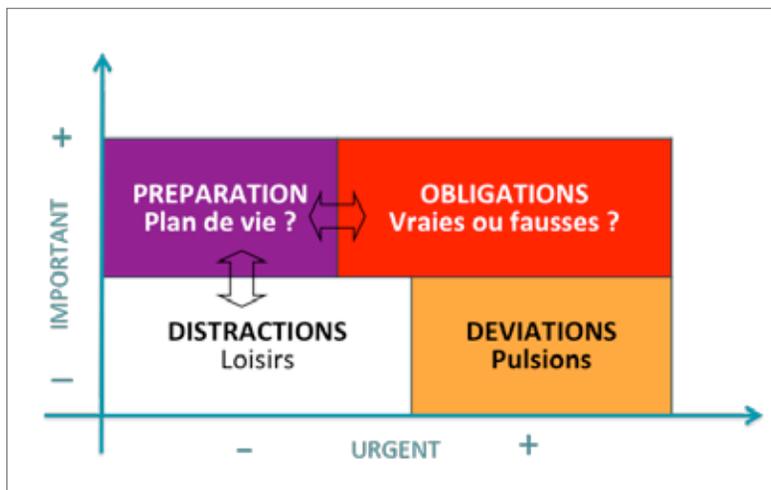
« Et si vous étiez mort le premier et que votre femme ait eu à surmonter le chagrin provoqué par votre décès ?

- Oh !, pour elle, cela aurait été affreux ; comme elle aurait souffert !
- Eh bien docteur, cette souffrance lui a été épargnée, et ce grâce à vous. Certes, vous en payez le prix puisque c'est vous qui la pleurez. »

Il ne dit rien, lui serra la main et quitta le bureau, guéri.

avec l'environnement, exprime des émotions. La psyché est le lieu du monde intérieur : pensée logique, vie affective, force, mémoire, imagination. De même que nous est vanté le soin du corps, nous recevons quotidiennement des messages sur le soin à apporter à notre psychologie. Développement personnel, recherche de bien-être, coaching de tous ordres, méditation de pleine conscience. Plus de 1,5 millions d'inscrits sont recensés en France sur l'application de méditation « petit bambou ».

Cependant, la représentation d'une psyché horizontale ne se suffit pas à elle-même. Par exemple, le développement personnel reste limité voire décourageant : je cherche à être *leader* – et on peut remplacer ce qualificatif par beaucoup d'autres – mais je me heurte à mes misères, au fait d'expérimenter le contraire *que je porte en moi !* Ou encore, si j' imagine que quelqu'un fait du mal à l'un de mes proches, toute ma psychologie souhaitera se venger : le pardon n'est pas psychologique. Enfin, la psychologie est également orientée vers le *toujours plus*. Nos envies, comme des addictions, sont insatiables, tandis que de l'autre côté, les régressions, par exemple liées à l'âge ou aux accidents de la vie ne sont plus tolérables. Sur chacun de ces exemples, la recherche du sens paraît désespérante. Et l'on peut comme Fabrice Luchini constater après 15 ans de thérapie : « Le max que peut t'accorder une analyse, c'est d'arriver à t'accommoder de ce que tu es. En fait, c'est accablant. » !



Face aux distractions, déviations, obligations, que reste-t-il pour réfléchir au sens de notre vie ?

Cela a été l'œuvre d'une vie pour Carl Gustav Jung d'explorer l'inconscient, et d'y découvrir

l'inconscient collectif et en son centre, le Soi, qu'il nomma également *imago dei*, l'âme habitée par quelque chose qui dépasse la personne. Il en eut la conviction en retrouvant dans toutes les cultures, traditions, peuplades, les mêmes mythes, les mêmes archétypes et les mêmes processus d'individuation (devenir soi-même). Selon Jung, le Soi détient l'identité profonde de la personne. Il possède des caractéristiques bien définies et se manifeste par des rêves, des aspirations profondes, des expériences-sommets sur lesquelles Maslow a longuement travaillé, des intuitions profondes... C'est une dimension verticale, spirituelle et non pas religieuse que chacun peut reconnaître chez lui. Pour la prendre en compte, il convient de compléter la dimension horizontale de la psyché par une dimension verticale, que la tradition appelait l'esprit (avec un petit « e »). C'est là que l'on accède au pardon, déjà évoqué, mais également que l'on ressent les appels intérieurs à l'absolu dans l'ordre de la beauté, du bien, du vrai, de l'amour, l'envie de se dévouer pour une cause, que l'on reconnaît sa mission de vie...

Deux écueils la menacent dans la culture actuelle : savoir qu'elle existe d'une part, et la cultiver de l'autre !

Pour l'existence, il faut y prêter attention, entrer en soi-même et laisser émerger du bruit ambiant ce signal faible mais permanent. Il est en effet occulté par les multiples distractions ou déviations ou encore obligations que nous laissons envahir notre attention.

Pour y voir plus clair, prenons par analogie la fameuse matrice

URGENT / IMPORTANT dite d'Eisenhower en l'appliquant non pas à nos actions, mais à ce qui occupe notre espace mental.

- Nos pensées non urgentes et non importantes seraient des « distractions » : changer, s'évader, quitter le sillon. La culture de loisir nous en abreuve, et nous y avons bien droit...
- Nos pensées urgentes non importantes seraient des « déviations » : oserais-je penser que les publicitaires les ont bien identifiées pour stimuler nos pulsions de pouvoir, de possession, de jouissance ?
- Nos pensées urgentes et importantes seraient nos « obligations » : ce fief est dominé jusqu'à l'excès par le monde professionnel et nos autres contraintes, mais ces obligations sont-elles vraies ou fausses ?
- Enfin, nos pensées non urgentes mais importantes, appartiendraient à la zone fondamentale de « préparation » : qu'est-ce qui est vraiment important pour nous, qui sommes-nous, que sommes nous appelés à faire de notre vie ?

Ignorer l'existence de ce quadrant peut conduire à se laisser embarquer par les sollicitations des autres quadrants et à ne plus lui laisser de place.

Cependant, il ne suffit pas d'identifier ces appels, il faut aussi y croire : certaines écoles de psychologie préfèrent n'y voir que des névroses : « tu cherches quoi en faisant cela ? », des complaisances narcissiques du type « tu jouis de te voir en train de faire du bien », voire des « sublimations » de pulsions sexuelles... Cet

aplatissement est d'autant plus redoutable qu'il contient une part de vérité. Nos intentions ne sont que rarement pures.

Que ce soit pour l'une ou l'autre raison, l'absence de reconnaissance de cette dimension verticale produit des maladies, et que l'on peut appeler psycho-spirituelles : les trois principales, longuement étudiées par les pères du désert, sont l'avidité (alimentaire, sexuelle, de produits), la vanité (honneurs, pouvoir, orgueil), et l'acédie (paresse spirituelle se traduisant par un dégoût du quotidien). Est-ce que ce n'est pas justement ce qui s'observe aujourd'hui ?

En conséquence, soyons lucides sur les conséquences des modèles dominants aujourd'hui : comment trouver du sens à nos actions lorsque l'être humain est quotidiennement comparé à un animal plus dévastateur que tout autre selon les environnementalistes, voire comparable à un « virus » pour l'agent Smith de Matrix.

Et pour inverser la tendance, décidons de prêter attention à notre « esprit », lequel fonctionne comme une interface entre notre personne et ce qui dépasse notre personne.

Écoutons-le, décidons de faire une part à ce qu'il nous transmet, nous y trouverons du sens, de la joie et de l'accomplissement, au sommet de la pyramide de Maslow. ☺

### Décrire une expérience sommet

Ces moments de l'existence (une fois tous les 10 ans pour donner un ordre de grandeur) où le temps semble s'arrêter, où l'on éprouve de la joie, et où l'on a envie de dire merci. Lorsqu'on vit une expérience-sommet, elle est inoubliable et donne quelques clefs sur le sens de notre vie. Écoutons Jung en parler : « Par moments, je suis comme répandu dans le paysage et dans les choses et je vis moi-même dans chaque arbre, dans le clapotis des vagues, dans les nuages, dans les animaux qui vont et viennent et dans les objets. [...] Ici, il y a place pour le domaine des arrière-plans situé hors de l'espace.



**Jérôme de Dinechin**, ICA  
Section Carrières  
du CGARM,  
coach

X84, ENSTA, après un premier poste dans les sous-marins, il devient directeur technique d'un conseil général, puis consultant dans le groupe Altran. Il participe à plusieurs projets de startups technologiques entre 2003 et 2011. Il est également président d'EU-ROSAE et enseignant en milieu professionnel. Il reprend la section carrières à partir de 2012, et est coach certifié en 2014.

# PLACE DE L'HOMME DANS TOUT ÇA ?

Jean-Paul Gillyboeuf, IGA

Saul Bellow remarquait que : « La technologie a créé la conscience individuelle mais rien pour la remplir », s'interrogeant ainsi sur l'apport, la finalité et l'utilisation du progrès technologique. Cette observation venait quelque peu en contre-point de ce qu'avait affirmait André Malraux qui prévoyait que le XXI<sup>e</sup> siècle serait mystique ou ne serait pas.

C'est en Occident que sont nées les grandes évolutions de la science et que se sont développées, à partir de ces nouvelles connaissances, les principales applications techniques et technologiques qui ont profondément changé notre mode et notre cadre de vie. Ces applications, on ne peut le nier, ont contribué à améliorer les conditions de vie au niveau individuel.

C'est ainsi que l'apparition d'équipements électroménagers a permis de soulager les individus dans les tâches quotidiennes de leur vie courante. Les moyens de transports modernes (chemins de fer, paquebots et cargos, automobiles, avions) ont favorisé les échanges commerciaux en réduisant les temps de transport mais aussi le développement du tourisme. Dans le domaine de la Santé, l'électronique, l'informatique, les biotechnologies et les nanotechnologies ont permis des progrès indéniables. Les progrès ont touché bien d'autres domaines et en particulier la production industrielle. Dans un monde globalisé où s'est imposé le libre-échange, les objectifs de compétitivité et de réactivité se sont traduits par des délocalisations et une automatisation de plus en plus poussées, y compris dans les services.

Dans le même temps toutes ces évolutions ont transformé profondément l'organisation de la société. Après la révolution agricole, la révolution industrielle s'est traduite par une urbanisation de plus en plus forte, une diminution drastique de la population agricole et une certaine désertification du territoire non-urbain, une croissance démographique considérable; les deux

combinées ayant une incidence environnementale non négligeable (sur les 70 dernières années la population mondiale a été multipliée par 3 et n'oublions pas qu'en plus de 40 siècles la population a été multipliée par 10 000).

Au cours du XX<sup>e</sup> siècle, une troisième vague est apparue comme l'appellent les époux Toffler. Fondée sur le progrès technique et tout particulièrement les potentialités offertes directement ou indirectement par l'informatique et les réseaux de communication, cette troisième vague va faire émerger une nouvelle civilisation après celle née de la révolution industrielle. Elle aura un impact sur le modèle économique issu de la civilisation industrielle, sur la structure familiale, sur les structures politiques, sur le comportement de chacun.

Boris Vian émettait un vœu en disant : « *Ce qui m'intéresse, ce n'est pas le bonheur de tous les hommes, c'est celui de chacun* ». En nous proposant sans arrêt à grand renfort de publicité des nouveaux produits et de nouveaux services qui nous sont présentés comme correspondant à nos attentes, est-on certain de procurer le bonheur de chacun.

En effet le progrès et notre modèle économique engendrent aussi des effets pervers préoccupants. Citons-en quelques-uns :

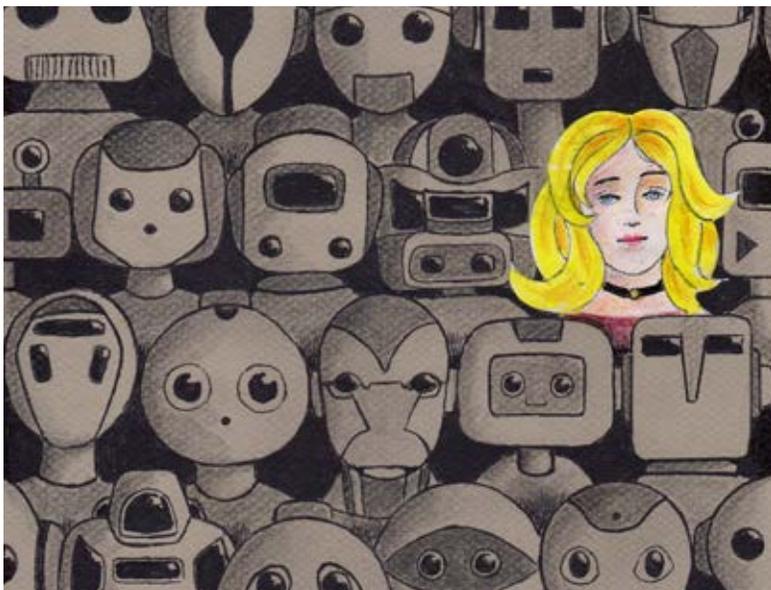
- Un récent rapport d'experts dénonce le déclin catastrophique du nombre d'oiseaux dans nos campagnes – diminution d'un tiers en quinze ans – du en particulier à la fin des jachères imposée par la politique agricole commune et à l'emploi massif de nitrates et de néonicotinoïdes

qui participent au déclin des abeilles et des insectes en général mais aussi au déclin des plantes sauvages et donc à la diminution des graines. Cela a un impact sur toute la chaîne alimentaire.

- En matière de médecine et de biotechnologie, malgré leurs côtés très positifs on peut néanmoins, comme Axel Kahn se poser la question : *Et l'homme dans tout ça ?* et surtout comment va évoluer l'humanité et la société avec le détournement possible des biotechnologies, le clonage humain, avec les essais sur l'être humain, la recherche de l'immortalité ou du moins l'allongement de la durée de vie, avec la procréation médicalement assistée et la gestation pour autrui qui donnent une réponse au besoin d'enfant mais peuvent ne pas satisfaire les attentes des enfants...
- Dans le domaine où règnent les GAFA (Google, Apple, Facebook, Amazon), le scandale tout récent de Cambridge Analytica qui, à travers un sous-traitant, a pu utiliser les données personnelles sur Facebook de plusieurs dizaines de millions d'Américains pour orienter leurs votes lors de la dernière élection présidentielle, ne constitue qu'un des travers que peut représenter ce monde du numérique et de l'Internet. Dans *L'Homme nu*, Marc Dugain et Christophe Labbé notent tout d'abord qu'un écart croissant s'est creusé entre l'omniprésence de la technologie dans notre quotidien et le faible niveau de compréhension que nous en avons. Ils ajoutent que sans les réseaux sociaux, Daech

n'aurait pas recruté comme il l'a fait, des milliers de combattants aux quatre coins du monde, en utilisant le pouvoir hypnotique d'Internet, pour aimer en Occident des jeunes en perte de repères. Ils constatent que ce sont les États-Unis qui détiennent entre leurs mains l'annuaire du Web et collectent des masses de enseignements sur l'origine et la destination des connexions au niveau mondial. Enfin ils soulignent que les patrons de ces entreprises du Net, les plus grandes fortunes mondiales, défendent des idées libertaires en promouvant la liberté de l'individu vis-à-vis de l'État, lesquels livrent sans souci une part de leur intimité sur la toile et ne sont pas complètement conscients qu'ils sont suivis et conditionnés.

- En ce qui concerne la production, Monique Génelot constatait déjà, il y a une vingtaine d'années, que : « *Le secteur industriel poussé par le dogme économique que le libre-échange débouche automatiquement sur le bien-être social, poussé également par le dogme de la nécessité des économies d'échelle, mais aussi par les aspirations dans nos sociétés à la réduction du temps de travail, a été amené à moderniser ses investissements productifs, avec en contrepartie les pertes massives d'emploi dans tous les secteurs.* ». À cela on réplique souvent que les nouvelles technologies créent des emplois dans des métiers très qualifiés, mais leurs applications dans tous les secteurs et surtout désormais avec le développement de l'intelligence artificielle, la robotisation, elles suppriment beaucoup plus d'emplois dans des fonctions moins qualifiées. À titre d'exemple, un reportage récent montrait un centre de tri postal chinois où intervenaient de très nombreux robots et où il ne restait que quelques postes occupés par du personnel chargé de retourner les colis pour les présenter correctement aux machines. Ils finiront bien par être remplacés par des machines



Un modèle de croissance démographique, mais pour quels êtres ?

eux-aussi. Notons au passage que le mot robot est un mot tchèque, qui signifie à peu près *corvée* (*rob*, en ancien slave, signifie esclave), et qui est apparu pour la première fois dans une pièce de théâtre de science-fiction, R.U.R. (*Rossum's Universal Robots*) de Karel Čapek, dans laquelle des robots androïdes se révoltent et anéantissent l'humanité. Cette robotisation généralisée est assez paradoxale dans un pays de plus d'un milliard et demi d'habitants qui ne peuvent pas tous être aptes à exercer des métiers de très haute qualification, ce qui risque d'augmenter le nombre de chômeurs. Le paradoxe est d'autant plus marqué que la globalisation avec son impératif de compétitivité ne fonctionne que si le marché rencontre des consommateurs, or pour être consommateur il faut avoir les ressources pour acheter et les indemnités de chômage ne permettent d'assurer que le nécessaire et encore pas toujours.

La terre étant un espace immense à l'échelle de l'individu mais néanmoins fini, peut-on continuer à promouvoir un modèle de croissance économique qui sous-tend implicitement un modèle de croissance démographique d'une part et qui s'accompagne d'une robotisation forcenée avec ses conséquences

sur l'emploi ? Est-ce que le culte aveugle du progrès ne nous trompe pas comme l'écrit Jacques Ellul dans le *Bluff technologique* ? le progrès ne s'arrête pas, encore faut-il le dominer et ne pas s'y soumettre en capitulant sur notre spécificité d'être humain.

Oscar Wilde, avec humour, déclarait *qu'une question n'est jamais indiscreète ; c'est la réponse qui risque de l'être*. L'humour a malheureusement peu de place dans le questionnement soulevé dans ce propos. Les réponses ne sont ni simples, ni faciles, ni évidentes et certainement pas dogmatiques, mais elles concernent tout le monde en répondant finalement à la question : quel avenir voulons-nous ? ☺



Jean-Paul Gillyboeuf, IGA

Après l'école Polytechnique, il a fait Sup Aéro et un master en informatique et automatique. Entré au service de l'État, toute sa carrière s'est déroulée au Ministère de la défense pour terminer comme inspecteur général des armées puis Directeur général des systèmes d'information et de communication, postes qu'il a créés. Également illustrateur...

# L'ART DE LA SOUS-TRAITANCE : ÉTOUFFER SANS TUER

Denis Plane, IGA

## Vues de la rue de chauffe, loin du pilotage là haut

Pour les IA, les questions de sous-traitance sont plutôt regardées par le haut : assurer la survie d'un réseau d'entreprises sensibles, choisir la meilleure offre, maîtriser la qualité des sous-traitants, assurer le respect des interfaces.

La rue de chauffe, en propulsion navale ancienne, aligne les gueules brûlantes qui chauffent les tuyauteries de vapeur, selon les ordres de la passerelle. Voici quelques réflexions entendues chez ceux qui travaillent dans le vacarme et à 50°C

## Comment commencer Pourquoi sous-traiter ?

Les grands ont tous la même ambition : être ou devenir leader de leur secteur, ou au moins dans la partie accessible ; pour cela, il leur faut une présence mondiale, une position de premier rang dans des technologies clés, un modèle d'approvisionnement et de production robuste à l'échelle du monde. Sous-traiter apporte des coûts inférieurs (par optimisation horizontale) et, espéret-on, des ennuis en moins.

La sous-traitance est très exposée à la concurrence. Les sous-traitants veulent être présents, et éviter les diktats techniquement incohérents. Pour commencer, ils proposent leur savoir faire, et pas leurs produits, puisqu'ils ne sont pas encore dans la boucle. Ensuite ils veulent participer à une optimisation d'ensemble.

En participant à la R&D ils ont plus de chances d'être présents en production

## Quelles interfaces : les miennes ou les tiennes ?

La vraie vie c'est la souplesse : inutile de rêver, il est impossible de tout définir ex ante. Pratiquement, une certaine dose d'informel et donc de régularisation – quels

mots horribles dans les marchés publics ! – est nécessaire. En ce sens, une sous-traitance avec un seul aller-retour (je spécifie, tu réalises) est vouée à l'échec.

On oscille donc entre deux risques : l'arrangement (un responsable de production "très compétent", avec le risque qu'à son départ plus personne ne sache reprendre la main) et le recours aveugle à l'informatique (en oubliant la nécessaire réadaptation permanente, avec de bons interlocuteurs parfois absents)

Dans les deux cas, une bonne traçabilité est le seul outil contre la mauvaise foi : tout couvrir, y compris le prévisionnel... et le calendrier des promesses.

## Les problèmes : que veut le sous-traitant ?

Le nerf de la guerre c'est l'adaptation capacité / charge, donc une bonne visibilité. Qu'il soit sous la menace d'une éventuelle commande avec un faible préavis ou du report répété d'un lot supplémentaire qui n'arrive pas, le sous-traitant, plus spécialisé et moins souple, ne peut pas optimiser.<sup>1</sup>

Le second objectif des sous-traitants est la montée dans la chaîne de valeur : d'une part pour être plus flexible sur le plan de charge, d'autre part pour imposer autant que faire se peut ses propres lignes de produit au lieu de se contorsionner pour se conformer chaque fois à des demandes d'en haut, avec peu de chances de pouvoir réutiliser l'investissement.

C'est d'autant plus vrai que les investisseurs demandent parfois que les interfaces soient définies dès la

phase de R&D ! Là encore, si on a participé à la R&D, on a plus de chances d'être présent sur la production.

Le jeu des maîtres d'œuvre est évidemment de limiter cette montée des sous-traitants dans la chaîne de valeur, sans toutefois se priver des relations de confiance lentement construites : étouffer sans tuer. Assez naturellement, les petits sous-traitants, en face de donneurs d'ordre de plus en plus gros, se plaignent de ne pas avoir de lien avec le niveau N+2 ou N+3.

On est loin du choix simple de l'époque où l'intégration verticale était à la mode : eat it or kill it. Cette devise ne vaut plus que pour la R&D dans des secteurs estimés stratégiques.

## La sous-traitance est sans avenir

On le voit, la sous-traitance exige une grande proximité et une chaîne d'approvisionnement (supply chain) bien maîtrisée : sinon on doit chez le sous-traitant comme chez le maître d'œuvre inventer des processus ad hoc qui sont lents et coûtent cher. C'est pourquoi en aéronautique malgré des coûts de main d'œuvre inférieurs Espagnols et Portugais sont souvent plus chers qu'en France.<sup>2</sup>

A contrario les grands systémiers qui ont établi des procédures précises peuvent se sentir petits vis-à-vis de partenaires dont ils sont les obligés !

## Cercle vicieux et cartons rouges

En haut, la grande menace est le cercle vicieux de la performance.

<sup>1</sup> Comme l'a rappelé le DGA, il y a "multitude de sous-traitants étroitement surveillés, répertoriés et suivis. Le rôle de la DGA est de vérifier que les maîtres d'œuvre n'imposent pas à ces PME des contrats qui les étrangleraient, notamment financièrement. Mais là n'est pas le danger le plus grand : Nous donnons aux maîtres d'œuvre une visibilité à l'horizon 2030 et au-delà ; nous voulons qu'ils procèdent de la même manière, dans une parfaite transparence, avec les entreprises sous-traitantes"

<sup>2</sup> Réciproquement vue de l'étranger la France avec sa capacité d'innovation et ses infrastructures serait bien placée, s'il n'y avait la lourdeur de la fiscalité, du droit du travail et des procédures administratives.

Un pilotage (technique, calendaire, managérial) soigné aboutit à une définition très précise de ce qu'il faut fournir ; puisque c'est très précis, ça peut faire l'objet d'un contrat ; puisque c'est contractuel, c'est devenu une obligation ; et puisque c'est figé, ça empêche le pilotage, donc la performance. Le partenariat est inévitable, la sous-traitance stricte est sans avenir.

En bas, la principale menace est l'incertitude : sur la date de lancement et les quantités, sur le moyen terme, et donc sur l'impossibilité de tenir un plan de charge et de tendre vers une ligne de produits propre, bref la menace d'être simple sous-traitant plutôt que partenaire.

Au milieu, des arguments douteux : l'emploi (à coût global donné la sous-traitance en France occupe un peu plus d'emplois qu'une fabrication interne, puisque les sous-traitants payent moins bien) ; les filières industrielles (on notera que la filière électronique n'est pas encore créée) ; les offsets (en oubliant que ce qui compte d'abord est le mode de recensement).

### Cartons rouges (tous ces cas sont réels)

Interdire à deux sous-traitants en interface étroite d'échanger des données et définir les spécifications précises par le haut

Considérer qu'un équipement critique d'un programme sensible n'est plus un problème dès lors qu'il est sous-traité à forfait

Mener une politique de chaise vide vis-à-vis d'un sous-traitant, en le renvoyant au contrat, pendant que le chef de projet ne connaît de la réalité que ce qu'on lui raconte

Se limiter à vérifier que les PME ne soient pas étranglées financièrement, sans leur donner transparence sur l'ensemble et visibilité sur le long terme

Définir a priori le coût des parties sous-traitées

Omettre d'envisager les obstacles stratégiques comme les règles ITAR

Sous-traiter massivement et loin une fabrication obtenue au nom de la défense d'une filière dans un bassin d'emploi

### Quelques niveaux d'intégration (dans tous les cas il faut une locomotive !)

**JV (joint venture)** : association purement capitalistique, dont le fonctionnement courant échappe aux partenaires.

**L'avantage** : la protection de parts de marché, la fiscalité internationale.

**Co-traitance** : les entreprises mutualisent leurs moyens. En pratique, dans les marchés de défense, une partie de la maîtrise d'œuvre revient à l'Etat, et le coefficient de surcoût est inférieur à celui de la sous-traitance. La responsabilité est plus souvent conjointe que solidaire.

Les tentations : le prêt de main d'œuvre, et le rejet de responsabilité sur l'Etat.

**GIE (groupement d'intérêt économique)** : chaque membre est responsable de l'ensemble. Dans la pratique le GIE sous-traite, en commençant par les membres.

**La difficulté** : trouver le bon équilibre, ni une véritable entreprise, ni un pilotage par les sociétés membres.

**L'avantage** : souplesse et facilité de création.

**Le GEIE (groupement européen d'intérêt économique)** : transnational, est limité à 500 personnes.

**GME (groupement momentané d'entreprises)** : réunion d'entreprises, sans création de personnalité morale, pour faire une offre commerciale. Un mandataire plus ou moins large est désigné. La suite logique est une co-traitance.

**Sous-traitance** : déclaration et acceptation obligatoire dans les marchés publics, et paiement direct pour les marchés de défense des sous-traitants à plus de 10%.

**Le risque** : imposer au sous-traitant des tâches qui ne sont pas dans son domaine de compétence.

**Externalisation** : sous-traitance sur le long terme, pour des métiers que le maître d'œuvre ne souhaite pas maîtriser.

**La tentation** : y cacher des conditions sociales discutables.

**Sous-traitance indirecte (de deuxième rang)** : déclaration et acceptation obligatoire dans les marchés publics.

**La tentation** : en feindre d'en ignorer l'existence.

**Achat** : les équipements ne sont pas spécifiquement conçus pour le maître d'œuvre.

rectitude morale, la qualité des relations et la reconnaissance.

Dans un calcul financier absurde, choisir de réaliser en interne sous le seul argument de coefficients établis a priori pour simplifier les comptes des grands groupes – voire de l'Etat.

### Eh bien oui, ce n'est pas simple.

L'hélice du PACdG, l'échec du tir M51, le retard du drone Harfang, du BPC Mistral ou du missile Meteor, les avatars de l'A400M... sont des effets de sous-traitants, mais pas leur seule responsabilité. Ils sont plutôt les effets de relations discutables. Si je ne craignais pas les sarcasmes, je dirais "commençons par suivre l'ISO 9001" tout en sachant très bien que cette norme n'a jamais été un rempart contre la bêtise...

Arrêtons de croire qu'un projet et même une fabrication peuvent être définis.

Comprenons nos partenaires. ☺



Denis Plane, /GA

Denis Plane, a commencé sa carrière sous le signe du naval à Toulon puis au STCAN. Passant par les missiles, le service technique des systèmes navals puis le service technique des technologies communes, il dirige la direction des programmes de la DGA jusqu'en 2003.



# MOT DU PRÉSIDENT

---

Philippe Hervé, IGA

*Chers camarades,*

*Notre traditionnelle Assemblée Générale Ordinaire s'est donc tenue le mardi 27 mars 2018, cette année encore dans les locaux de la DGAC, à proximité de Balard. A l'issue, c'est finalement notre camarade Monique Legrand-Larroche qui nous a présenté les grandes lignes de la Direction de la Maintenance Aéronautique (DMAé), maintenant officiellement créée. Il nous reste donc à souhaiter à Monique pleine réussite dans sa mission de mise en route de cette toute nouvelle organisation. Lors de cette assemblée générale, trois nouveaux administrateurs ont été élus : Jean-Yves Battesti (secrétaire général de Naval-Group), Flavien Dupuis (Adjoint au chef du bureau Financement Export Défense/spatial à la Direction Générale du Trésor) et Luc Renouil (Directeur Développement Défense du groupe CNIM).*

*Le cinquantième anniversaire du corps de l'armement continue à bien nous occuper.*

*J'espère que vous avez apprécié le n° 114 de mars 2018 du Mag IA avec comme thème « **CORPS DES INGENIEURS DE L'ARMEMENT : CINQUANTE ANS DE TRANSFORMATIONS** » et que vous avez en particulier noté la préface du Premier Ministre, M. Edouard PHILIPPE : belle reconnaissance de notre corps d'avoir obtenu cette préface ! Sachez qu'il nous reste quelques exemplaires de ce n°114 : n'hésitez pas à nous en réclamer (caia@wanadoo.fr) si vous souhaitez le distribuer dans votre réseau professionnel ; nous vous les ferons parvenir avec plaisir.*

*Pour ceux qui sont abonnés à « La Jaune & la Rouge », revue éditée par l'AX, association des anciens élèves de l'école Polytechnique, vous avez aussi pu, dans le n° 734 d'Avril 2018, apprécier le dossier « **LES 50 ANS DU CORPS DE L'ARMEMENT, à la pointe de la Défense** ».*

*L'aventure des ingénieurs de l'armement durant ces cinquante dernières années sera donc racontée d'une part par le biais d'une exposition virtuelle, laquelle sera accessible via les sites internet, d'autre part par le biais d'ouvrages en cours d'élaboration.*

*Enfin, placé sous le patronage du Président de la République, le gala du cinquantenaire se tiendra le **vendredi 5 octobre 2018 au Château de Versailles**, en présence de Madame Florence Parly, Ministre des armées. L'ambition est de réunir de nombreuses hautes personnalités coopérant à la défense et à la sécurité de notre pays et plus généralement à la souveraineté nationale : ingénieurs de l'armement mais aussi officiers des armées, représentants des administrations et des industriels, ainsi que des invités de pays partenaires ou clients de notre industrie. Cette manifestation permettra à cette communauté, attelée à une œuvre difficile, de se réunir en dehors des liens hiérarchiques ou administratifs qui la régissent dans le service de l'Etat.*

*Chers camarades, je serai heureux, tout particulièrement cette année, de vous y accueillir en nombre.*

*A bientôt.*

**Philippe HERVE,**  
Président de la CAIA



# Confédération Amicale des Ingénieurs de l'Armement

*Cinquantième anniversaire  
du Corps des Ingénieurs de l'Armement*

Le Corps des ingénieurs de l'armement a été créé en 1968



## **GALA DE L'ARMEMENT 2018 - GALA DU CINQUANTENAIRE**

En 2018, le Corps de l'Armement fête ses cinquante ans. Le gala 2018 sera donc le Gala du cinquantenaire et se déroulera le vendredi 5 octobre dans un lieu prestigieux, le Château de Versailles.

Cette soirée, placée sous le haut patronage du Président de la République a l'ambition de réunir à la fois de nombreuses hautes autorités de l'Etat, des hautes personnalités coopérant à la défense de notre pays et plus généralement à la souveraineté de la France, autour de la communauté des ingénieurs de l'armement.

Votre participation contribuera au succès de ce gala exceptionnel.

N'hésitez pas à réserver très vite vos places selon les courriers qui vous seront adressés.

Pour toute information complémentaire : contacter Geneviève Guillemet

mel : [gala@caia.net](mailto:gala@caia.net) et tél. ligne directe Gala : 01 40 64 38 51

# Réservez dès maintenant votre date !

# AMANDINE DESSALLES LAURÉATE DU PRIX « INGÉNIEUSE'18 »

Amandine Dessalles, IPA

Architecte de cohérence technique BRASIDAS, système d'information du Maintien en Condition Opérationnelle Aéronautique



Jeune femme, maman et ingénieur de l'armement, Amandine Dessalles a été choisie vendredi 25 mai comme lauréate du concours « Ingénieuses ». Co-organisé depuis 8 ans par la CDEFI\* en partenariat avec l'Agence universitaire de la Francophonie, le BNEI\*, Campus-Channel, la Commission des titres d'ingénieur, Elles bougent, Femmes ingénieurs, IESF\*, l'Onisep et Talents du Numérique, ce concours souhaite promouvoir les formations et les métiers de l'ingénierie auprès du public féminin.

En France en effet, dans les métiers d'ingénieurs, le taux de féminisation ne progresse que lentement, à commencer par le début de la chaîne, les classes préparatoires, aux grandes écoles scientifiques. Contrairement à la filière littéraire où elles représentent les deux tiers, ou la filière économique où elles sont majoritaires à 55%, elles ne représentent qu'un tiers dans la filière scientifique. Et même au sein de la filière, mathématiques, aéronautique, mécanique,

génie industriel ne semblent pas attirer les jeunes lycéennes autant que les sciences de la vie ou l'agronomie par exemple, ce qui fait qu'elles n'étaient que 15% à l'X à la rentrée 2016, chiffre qui se retrouve dans l'armement.

Cependant, à côté des sciences dures, qui permettent de modeler le monde, le profil d'ingénieur ouvre à de nombreux autres métiers, à ne citant par exemple que le management, l'organisation, la stratégie, la coordination. Il y a donc un vrai enjeu à faire connaître cette variété de métiers et comment on peut s'y réaliser, que l'on soit femme ou homme.

C'est ainsi l'un des objectifs de ce prix que de susciter des vocations d'ingénieur chez des jeunes filles, et pour cela, donner en exemple des ingénieures dont les parcours sont de véritables sources d'inspiration pour les plus jeunes générations.

En 2018, environ 120 dossiers ont été examinés par le jury Ingénieuse'18, qui a décidé le 25 mai dernier d'attribuer son prix à Amandine Dessalles, ingénieur principal de l'armement. Son parcours mais également son implication dans différentes activités associatives

comme le réseau *Mumaround*, qu'elle a co-fondé, l'association professionnelle militaire *France Armement*, le coaching en course à pied ou la participation à *Avec les Femmes de la Défense*, ont été perçus comme un exemple pour les futures générations d'ingénieurs.



Surprise puis émotion lors de l'annonce des résultats

Le jury aurait aussi pu apprécier la contribution d'Amandine au comité de rédaction de notre magazine, qui se sent honoré de compter en ses membres une telle ambassadrice. ☺



Amandine Dessalles : « j'espère que ce prix va inspirer d'autres femmes à suivre le parcours dont elles ont envie. On peut être une femme et ingénieur ».

# HOMMAGE À SERGE DASSAULT

(1925 - 2018)



Serge Dassault était ingénieur de l'armement. On le sait peu mais nous sommes très fiers de le compter parmi nos grands anciens.

Je l'ai peu connu personnellement, il ne se souviendrait sans doute pas de moi, mais mieux connu professionnellement à travers de multiples réunions au niveau du DGA dont j'ai été conseiller technique et preneur de notes silencieux. A cette époque (fin des années 80) il avait du mal à être pris au sérieux et l'avenir de la « Maison Dassault », comme on disait dans la DGA avec un mélange de respect, d'affection et d'agacement devant tant d'obstination à rester à l'écart des grandes manœuvres industrielles qui commençaient, paraissait en question.

J'ai été très impliqué dans le développement du Mirage 2000, puis ingénieur de marque du programme RAFALE dans sa phase de démonstration-définition avant de rejoindre le cabinet du DGA, et donc l'avenir de la « Maison Dassault » me tenait à cœur à moi jeune ingénieur en chef. « Nos » industriels c'étaient « nos petits », pas toujours obéissants envers la mère nourricière DGA mais « nos petits » quoiqu'il arrive. Dassault c'était beaucoup la France et la France c'était nous tous des Corps de l'Armement dans ou hors la DGA comme Serge Dassault !

J'avais moi-même commis des notes à mon DGA soulignant les risques de notre stratégie avions de combat qui avait fait l'objet de débats plus qu'animés, stratégie dans laquelle j'étais d'ailleurs lourdement compromis. Effondrement de l'exportation de nos avions de combat, isolement au niveau européen, incertitude des financements Mirage 2000-5 pour l'exportation et du Rafale pour nos armées. On se battait le dos au mur comme le disait Yves Sillard.

C'est alors que, et les péripéties en sont bien connues, Monsieur Dassault comme l'appelaient respectueusement ses salariés, Serge comme on l'appelait à partir d'un certain rang dans son entreprise, est devenu PDG de la « Maison Dassault ». Après avoir tout fait pour s'y opposer le tout Paris ne donnait pas cher ni de l'un ni de l'autre. Les ailes faiblissaient, le centre était enfoncé, les munitions (les budgets) s'épuisaient, était-ce vraiment le moment d'attaquer ? Pour les observateurs dits avertis c'était « fichu » surtout avec un patron aux propos paraissant parfois incongrus.

Je me souviens d'avoir été interviewé par un journaliste très connu qui préparait un article sur Dassault car je passais pour un bon connaisseur du sujet. J'avais été témoin de la mythification de Marcel Dassault dans son entreprise et je dis à ce journaliste que le fils aura fort à faire pour s'imposer, surtout dans le contexte difficile de l'époque que je viens de rappeler. J'ai dû employer la formule de « dé-Marcellisation » formule qui lui avait bien plu.

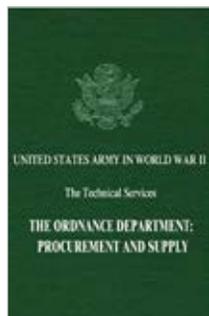
On connaît la suite, l'héritage a été brillamment assumé, et malgré les doutes la Maison Dassault « is still alive and well » déjouant bien des pronostics.

Ce qui m'avait le plus frappé dans la vie de son père c'est le nouveau départ après les terribles épreuves subies par sa famille pendant la seconde guerre mondiale, à un âge où de nos jours on nous suggère fortement de songer à la retraite ..... Ce qui frappe dans la vie de Serge Dassault c'est cette même volonté de faire face dans l'adversité et de faire confiance à la bonne étoile. Le trèfle à quatre feuilles est l'emblème de la société comme on sait. Un de ses proches collaborateurs nous expliquait qu'elle avait été donnée pour morte plusieurs fois dans son histoire mais qu'à chaque fois un contrat export l'avait sauvée. La baraka, mais la baraka ça se travaille et ça se mérite !

Un jour je fus invité à son quarantième anniversaire de mariage. Je ne revenais pas d'être jugé digne de cet événement intime, moi simple ingénieur en chef des « services » comme il disait, ce qui avait le don de nous horripiler. Nous fûmes au moins cinq cent ou mille en arrivant au port à Vaucresson, mais qu'importe, nous avons passé une très bonne soirée et pu apprécier la simplicité de notre hôte. Son robuste bon sens et ses propos souvent politiquement très incorrects étaient ... déconcertants, mais ce grand industriel et ce haut personnage était resté très simple.

Alors cher camarade, merci et bravo pour tout, reposez en paix, vous avez bien mérité de la patrie. ☺

*Antoine Coursimault, ICA*



## « THE ORDNANCE DEPARTMENT : PROCUREMENT AND SUPPLY » DE LA MONUMENTALE HISTOIRE OFFICIELLE DE L'ARMÉE AMÉRICAINE PENDANT LA SECONDE GUERRE MONDIALE

téléchargeable gratuitement à l'adresse

[https://history.army.mil/html/books/010/10-10/CMH\\_Pub\\_10-10.pdf](https://history.army.mil/html/books/010/10-10/CMH_Pub_10-10.pdf)

La montée en puissance militaire des Etats-Unis pendant la seconde guerre mondiale est certainement la plus formidable et la plus réussie de l'Histoire.

Tirant les leçons de l'entrée en guerre improvisée de 1917, le département de l'armement de l'US Army s'est préparé, dès l'immédiat après-guerre, à mener une mobilisation industrielle pour un futur conflit majeur. Cette préparation a été effectuée par paliers jalonnés par la tension internationale de la fin des années 30, l'invasion de l'Europe

occidentale en mai-juin 1940 et l'attaque japonaise en décembre 1941 : le recensement des capacités des entreprises (machines-outils, personnels qualifiés en production et en bureaux d'études), la préparation de leur reconversion (notamment au travers de commandes d'apprentissage), la définition d'usine d'un nouveau type (en particulier pour les munitions), la fabrication préalable des instruments de mesure, l'utilisation des usines d'armement de temps de paix comme sources de techniques de production et comme centres de formation, ont permis de limiter la durée et les à-coups de la transformation d'un tissu industriel civil en l'Arsenal des démocraties.

Ce passage rapide et efficace, car préparé, d'une armée professionnelle et d'une industrie d'armement de formats réduits, à une machine de guerre de grande ampleur, ne mérite-t-il pas d'être étudié ? ☺

## DONNER UN SENS À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE \* (La documentation française)

Le rapport de la mission dirigée par Cédric Villani ne se résume pas : une centaine de propositions, rassemblées en une trentaine de thèmes, sur un sujet qui se définit plus par ses applications que par son essence. Il se savoure avec un esprit en éveil.

Et c'est bien là un des paradoxes du rapport : sans être alerté par des précautions cachées dans le texte, on pourrait croire que les rédacteurs ont mal cerné la différence entre les logiciels ordinaires (s'il on peut dire) et les logiciels (appelons les comme ça pour simplifier) de l'IA, par construction impossibles à décrire de façon certaine. Certaines propositions sont pour le moins curieuses : l'espoir que la "boîte noire" soit un jour explicable avec de nouvelles recherches – un peu comme les comportements à long terme des systèmes dynamiques, thèse initiale de C. Villani – est sans doute vain. Ce qui est plus raisonnable est que l'on puisse imposer la connaissance de l'origine et du contrôle des données sur lesquelles seront construites les "boîtes noires", et peut-être même des mécanismes de création des structures, dans une sorte de gouvernance de la morphogénèse. De même ne sont envisageables ni la connaissance des données elles-mêmes (c'est le principe du big data : on ne peut pas tout embrasser, et il faut prendre des données simplifiées à la volée) ni un partage les rendant accessibles à tous, puisque la propriété des données, qu'elles soient médicales, personnelles ou industrielles est un enjeu de pouvoir et de profit. Une difficulté est que l'IA ne donne pas de certitudes mais de fortes probabilités : quelles que soient ces dernières, l'intuition s'y oppose.

Les mathématiciens retrouveront les espaces à grand nombre de dimensions, où les hypersphères sont minuscules par rapport aux hypercubes, et donc ne peuvent pas couvrir l'espace ; les spécialistes de domaines économiques verront que leurs applications ne sont pas oubliées ; le politique y verra une source de rayonnement du génie français qu'il faut soutenir ; et le citoyen appréciera qu'on commence par l'éducation.

Les IA attendront un prochain numéro du magazine sur le numérique.

Bref il s'agit de plusieurs choses :

- Faire de l'intelligence artificielle un sujet
- Appliquer à l'IA les recettes d'animation déjà éprouvées
- Aider le développement en France, de l'école à l'industrie, en évitant les structures bridant l'innovation, et penser Europe
- Eviter que les applications de l'IA partent hors de contrôle

La suite n'est pas facile, la directivité jacobine habituelle étant ici contre productive. Un indice sera justement la nature des indicateurs qui seront retenus !

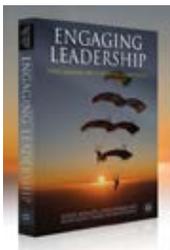
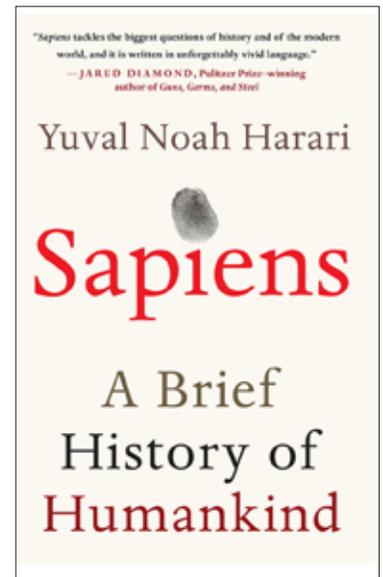
Comme d'habitude, un souhait : que les Ingénieurs de l'Armement se déchaînent ! ☺

\* A ne pas confondre avec le rapport "une stratégie pour la France en matière d'intelligence artificielle" publié un an plus tôt par le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche et qui insiste également, dans une soixantaine de recommandations, sur la formation, la diffusion des techniques et les impacts sociétaux, sans toutefois soulever les questions internationales.

## « SAPIENS » DE YUVAL NOAH HARARI

J'ai récemment lu le livre « Sapiens » de Yuval Noah HARARI (ISBN : 978-2226257017). J'avoue y avoir pris beaucoup de plaisir, tant il se lit comme un thriller. Vaste synthèse interdisciplinaire ce livre retrace l'histoire de l'espèce humaine, depuis ses terrains de chasse et de cueillette du Paléolithique jusqu'aux terrains de foot du XXI<sup>e</sup> siècle, s'autorisant même quelques paragraphes prédictifs sur notre avenir. Le livre passe en revue et fait la synthèse d'une masse énorme de données et d'idées dans des disciplines diverses comme la biologie, l'anthropologie, l'économie, l'histoire... Certain lui reprocheront de dire « son » histoire, sans vraiment mettre en exergue les pro et cons.

Partant du constat qu'il y a 100000 ans, la Terre était habitée par au moins 6 espèces d'hominidés, l'auteur cherche à expliquer comment, au travers de quelles transformations..., notre espèce est celle qui seule a survécu, tout en se positionnant au sommet de la chaîne alimentaire. Quelques chiffres interpellant : les 7 milliards de Sapiens représentent environ 300 millions de tonnes, les animaux de ferme domestiques pèsent de l'ordre de 700 millions de tonnes, alors que la masse combinée de tous les grands animaux sauvages qui ont survécu jusqu'à aujourd'hui ne dépassent pas 100 millions de tonnes, soit 10% à peine.



Un passage est particulièrement intéressant, celui qui explique comment Sapiens a su passer d'organisations de quelques dizaines d'individus (groupe), puis à quelques centaines (village/ville), puis enfin à plusieurs millions (empire)... en acquérant la capacité à créer et à partager, à partir de choses qui n'existent pas vraiment (esprits tribaux, nations, concepts, religions, ...), un *story telling* donnant à l'action collective un Sens sur lequel chacun s'aligne émotionnellement. On retrouve là le fondement du leadership et de l'engagement collectif (cf. « Engaging Leadership » de Didier MARLIER <http://www.engagingleadershipbook.com/>, ISBN : 978-0230577527).

## LES LIVRES DU GÉNÉRAL AILLERET (X1926)

Disparu dans un accident aérien en 1968, alors qu'il était chef d'état-major des armées depuis près de 6 ans, Charles Ailleret a été un des principaux promoteurs et artisans de la force de dissuasion et, plus généralement, de la transformation des armées françaises en une force moderne.

Officier d'artillerie, grand Résistant, déporté, l'alternance de postes opérationnels (chef de corps d'une demi-brigade parachutiste fin des années 40 ; en 1960-62, en Algérie, à la tête d'une division puis commandant supérieur des forces) et à caractère technique (responsable de l'armement et des affaires scientifiques à l'état-major de l'Armée ; sous-directeur à la section technique de l'Armée ; commandant des armes spéciales de l'Armée de Terre en 1952-56, puis interarmées en 1957-60) l'a bien préparé à l'accomplissement de cette mission.

Ses 4 livres, très bien écrits, sont disponibles dans des bibliothèques ou chez des libraires d'occasion (voir, par exemple, les sites [addall.com](http://addall.com) et [livre-rare-book.com](http://livre-rare-book.com)) :

- « L'histoire de l'armement », Que sais-je paru en 1948, est une synthèse mettant l'accent sur l'accélération technologique de la première moitié du 20<sup>ème</sup> siècle ;
- « L'art de la guerre et la technique » (Charles Lavauzelle, 1950) développe le concept de manœuvre technique, en insistant notamment sur l'importance de la surprise et de l'effet de masse dans l'emploi d'une arme nouvelle, afin d'obtenir d'emblée un résultat opérationnel décisif, avant que l'adversaire n'ait eu le temps de mettre au point une riposte ; les rôles respectifs du scientifique, de l'ingénieur et du militaire y sont examinés ;
- Dans « L'aventure atomique française » (Grasset, 1968), le général Ailleret relate son activité et sa réflexion professionnelles des 15 années qui séparent 1945 de la première explosion nucléaire française, essai dont il avait la responsabilité ;
- « Général du contingent » (Grasset, 1998) est son témoignage sur la guerre d'Algérie et contient, en particulier, des portraits saisissants de certains protagonistes.

# BIENVENUE AUX JEUNES IA

Le printemps est traditionnellement le moment pour les X de choisir leur fameuse 4A ou quatrième année de formation, et pour certains de s'engager dans un grand corps technique de l'Etat : Mines, Ponts Eaux et Forêts, INSEE et Armement.

Trois particularités s'appliquent à cette promotion X2015, recrutée en 2018 :

- le développement et l'évaluation des « soft skills » s'organise côté Polytechnique, mais sans attendre, les corps organisent des rencontres formelles d'information avec les candidats avant la remise des feuilles de botte. Le corps de l'armement les réalise même depuis trois ans, et c'est l'occasion d'affiner les motivations des uns et des autres.
- Même si le Corps des Mines est revenu à son effectif recruté d'avant la fusion avec le Corps des Telecoms, passant de 16 places en 2012 à 10, le Corps de l'Armement a ouvert deux

places supplémentaires, pour passer de 18 à 20. Au total, les quatre grands corps proposent 61 places, c'est-à-dire une de plus que l'an dernier.

- Enfin, la réforme de la pantoufle a pris effet pour la première fois cette année : il ne suffit plus d'obtenir un diplôme complémentaire pour être exonéré de la pantoufle, mais il faudra avoir travaillé effectivement au service de l'Etat : au moins une année dans les cinq ans qui suivent la sortie de l'école, et dix années dans les vingt ans qui suivent la sortie de l'école. Sinon, il faudra rembourser un montant correspondant à la solde spéciale et à l'indemnité représentative de frais perçus durant la scolarité.

Le dispositif mis en œuvre cette année par la DGA et le corps de l'armement, animé par Julie l'Ebraly, Christophe Simon et Jérôme de Dinechin, a porté ses fruits puisque les vingt postes ont été pourvus, et il reste même sept

candidats en liste complémentaire. Soulignons également cette année l'engouement pour les corps d'officiers, trois X ayant choisi la gendarmerie et cinq l'armée de terre.

Les formations complémentaires des jeunes IA se dérouleront à l'ISAE (Sup'Aéro), l'ENSTA, les Mines de Paris. Quatre feront une thèse, et cinq un master à l'international.

Bienvenue donc à : Cyprien Jacquemot, Eloïse Berthier, Matthieu de Garidel-Thoron, Kevin Presa, Thomas Dupuis, Antonin Leroux, Matthieu Hastings, Pierre-Jean Grenier, Marie Euler, Alexis Bacot, Alexandre Brenellière, Aurélien Chaline, Adrien Bressy, Maxime Voituriez, Baptiste Pecatte, Joseph Blanc, Guillaume Gette, Valentin Salvator, Louis Laurentin, Alexis Rougé.

Et rendez-vous fin août pour la journée d'intégration des jeunes IA

JDD



**PAR DÉCRET DE FÉVRIER 2018****Est nommé :**

L'IGA2 Sayegh (Michel, Emile, Aboud), chargé de la mission « conduite du projet Plan B Louvois » auprès du directeur des opérations de la DGA (21 février 2018).

**PAR DÉCRETS D'AVRIL 2018****Est promu au grade d'ingénieur général de 1<sup>re</sup> classe, et élevé au rang et appellation d'ingénieur général hors classe :****Pour prendre rang du 1<sup>er</sup> mai 2018**

L'IGA2 de Garidel-Thoron (Guillaume, Philippe, Florence, Marie).

**Est nommé au grade d'ingénieur général de 2<sup>e</sup> classe :****Pour prendre rang du 1<sup>er</sup> juin 2018**

L'ICA Rasset (Reynald, Thierry, Maurice).

**Sont nommés :**

L'IGA HC Legrand-Larroche (Monique, Anne, Marie), directrice de la maintenance aéronautique (20 avril 2018).

L'IGA2 Hué (Nicolas, Marcel), directeur de l'unité de management avions de missions et de support de la direction des opérations de la DGA (20 avril 2018).

L'IGA2 Estève (Eric, Marie, Jean, Jacques, Xavier), officier général chargé de la transformation auprès de la directrice de la maintenance aéronautique (20 avril 2018).

L'IGA1 Prats (Olivier, Jean, Arnaud), chargé de mission auprès du chef du Contrôle général des armées (23 avril 2018).

L'IGA2 Rasset (Reynald, Thierry, Maurice), adjoint au sous-chef d'état-major « plans et programmes » de l'état-major de la marine (1<sup>er</sup> juin 2018).

**PAR DÉCRETS DE MAI 2018****Est élevée au rang et appellation d'ingénieur général hors classe :**

L'IGA1 Spina (Eveline, Maryvonne).

**Est nommé au grade d'ingénieur général de 1<sup>re</sup> classe :****Pour prendre rang du 1<sup>er</sup> juin 2018**

L'IGA2 Colin (Yves, Marc).

**Sont nommés :**

L'IGA HC Spina (Eveline, Maryvonne), directrice des plans, des programmes et du budget de la DGA (16 mai 2018).

L'IGA1 Colin (Yves, Marc), adjoint au directeur du développement international et chargé des fonctions de chef du Service de la gestion des procédures d'exportation et des moyens de la Direction du développement international de la DGA (1<sup>er</sup> juin 2018).

**ROXEL,**  
**LA PROPULSION SUR MESURE POUR LES MISSILES TACTIQUES**

**EXPERTISE**  
Conception, développement et fabrication de matériaux énergétiques performants et compétitifs.

**EXCELLENCE INDUSTRIELLE**  
Mise en place de méthodes inspirées des grands standards industriels pour l'accroissement de notre performance et l'amélioration de la qualité.

**INNOVATION**  
Pionnier des technologies avancées dans les procédés de fabrication de matériaux énergétiques pour moteurs de missiles.

**ROQUETTES D'ARTILLERIE**  
Compétences déployées au service des marchés de roquettes.

**DÉMANTELEMENT**  
Pionnier des technologies avancées pour démantèlement, respectueuses de l'environnement.

**Roxel**  
Propulsion systems  
www.roxelgroup.com

**MOUVEMENTS DE DECEMBRE 2017**

NOM	PRÉNOM	GRADE	DÉPART	ARRIVÉE
FONGUE (1990)	Jennifer	IA	DT/ST	DRH
JOUGLARD (1994)	Charles	IA	titres	DRH

**MOUVEMENTS DE JANVIER 2018**

AUFRANT (1990)	Lauriane	IA	DRH	DT/MI
BOUVIER (1981)	Pierre	ICA	DO/UMAMS	DMAé
CARLIER (1964)	Alain	ICA	DCSIAé/DC-SIAE	DMAé
SAPOLIN (1978)	Bertrand	ICA	DT/ST	DP/SDM
SALLAT (1976)	Andre	ICA	DO/UMAMS	DMAé
PITTI (1974)	Isabelle	ICA	DT/MNRBC	DO/S2A
L'ANTHOEN (1968)	Bernard	ICA	DO/UMACE	DMAé
LEFEBVRE (1969)	Fabrice	ICA	DIRISI/SICO	CEA

**MOUVEMENTS DE FEVRIER 2018**

BERGOTTI- DAOUDI (1985)	David	IPA	DT/TA	DT/ST
MUSSILLON (1984)	Fabien	IPA	DS/SDPA	DP/SDP
JAILLET (1983)	Elyes	IPA	DP/SDM	DS/SDPA
CONTRASTIN (1980)	Elodie	ICA	DP/SDP	DS/Innov
CAUDRON DE COQUEREAUMONT (1970)	Chantal	ICA	DT/MI	DT/ST
BANCET (1979)	Alexis	IPA	DI/SDAP	DO/UMESIO

**MOUVEMENTS DE MARS 2018**

MARESCAUX (1975)	Bruno	ICA	ANSSI	DO/UMESIO
AMATE (1978)	Maud	IPA	DO/S2A	DO/UMNAV
DODET (1972)	Frederic	ICA	DI/MOEO	DO/UMHMI
PASS LANNEAU (1994)	Adele	IA	DRH	EDF Thèse

**MOUVEMENTS D'AVRIL 2018**

MOINARD (1970)	Stephane	ICA	DGA/DGA	DT/SDP
GAUCI-SCHILTZ (1985)	Aurelie	ICA	DT/DT	DP/SDP
WININGER (1977)	Emeric	ICA	DT/ST	DI/SDEAS
VIEILLEMARD (1978)	Marie- Caroline	ICA	DO/UMHMI	DO/UMAMS
DESOBRY (1977)	Vincent	IPA	DO/S2A	DO/UMHMI
LAPIERRE (1974)	Gerard	ICA	DP/SDM	DO/UMESIO
CAMGUILHEM (1978)	Benoit	ICA	MINARM	DS/DS
VISSIERE (1985)	Nadege	IPA	DS/S2IE	DS/DS

**MOUVEMENTS DE MAI 2018**

HERMANT (1981)	Audrey	ICA	DP/SDP	DO/UMAMS
L'EBRALY (1974)	Julie	ICA	DRH/TEFI	DT/ST
CELESTE (1977)	Francis	IPA	DO/UMTER	DI/DI

**RADIÉS OU DEUXIÈME SECTION**

NOM	PRÉNOM	GRADE	DATE
THERET (1972)	Olivier	ICA	11/2017
POULAIN (1971)	Eric	ICA	11/2017
ROHMER (1967)	Philippe	ICA	11/2017
BOUY (1960)	Frederic	ICA	12/2017
JAMPY (1970)	Guillaume	ICA	1/2018
GUILLOU (1958)	Nathalie	IGA 2CL	1/2018
DUGAST (1970)	Olivier	ICA	2/2018
FAIRBANK (1966)	Xavier	ICA	2/2018
BUJON (1966)	Eric	IGA 2CL	2/2018
ROSENBERG (1964)	Joel	ICA	3/2018
CHABERT (1957)	Francois	ICA	3/2018
FOURNIER (1961)	Christophe	IGA HORS CLASSE	4/2018
LORENZI (1958)	Michel	ICA	5/2018

**CARNET PROFESSIONNEL****ONT ÉTÉ NOMMÉS :**

**Brice Quesnel (1971)**, Senior Carbon Finance Specialist, BANQUE MONDIALE (BIRD), (08/01/2018)

**Philippe Riot (1957)**, président fondateur, ZETA INNOVATION, (01/02/2018)

**Stéphane Grit (1967)**, General Secretary d'ENGIE à Pekin (13/02/2018)

**Bruno Even (1968)**, CEO, Airbus Helicopters, (18/02/2018)

**Guillaume Faury (1968)**, Président de la branche aviation civile, Airbus Group, (19/02/2018)

**Aurélien Wattez (1980)**, TLTI ingénierie numérique, (01/03/2018)

**Matthieu Laurent (1993)**, En thèse, département OSIRIS à Paris-Saclay, EDF, (01/03/2018)

**Christian Franot (1970)**, Responsable contrats H225 M, Airbus Helicopters, (14/03/2018)

**Régis Cridlig (1968)**, Architecte logiciel, Service Now, (23/03/2018)

**Guilhem de Robillard (1977)**, Sous-Directeur du budget de la mission "recherche et enseignement supérieur", MEN et MESR, (01/04/2018)

**Frédéric Pradeilles (1967)**, Directeur du numérique, de l'exploitation et des opérations, CNES, (03/04/2018)

# NEXTER,

UNIQUE SYSTÉMIER INTÉGRATEUR DE DÉFENSE TERRESTRE EN FRANCE, EST UNE RÉFÉRENCE MAJEURE DANS LES SYSTÈMES BLINDÉS DE COMBAT ET D'ARTILLERIE ET DANS LE DOMAINE MUNITIONNAIRE. NEXTER CONÇOIT DES SOLUTIONS INNOVANTES DANS LES COMPOSANTES TERRE, AIR ET MER, AFIN D'APPORTER AUX FORCES ARMÉES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES UN **AVANTAGE OPÉRATIONNEL DÉCISIF.**

## BLINDÉS



### TOURELLES & CANONS



### MUNITIONS



### ÉQUIPE- MENTS



### SYSTÈMES D'ARTILLERIE

**nexTER** K+N  
A COMPANY OF D+S

CRÉATEUR DE NOUVELLES RÉFÉRENCES DE DÉFENSE | [WWW.NEXTER-GROUP.FR](http://WWW.NEXTER-GROUP.FR)

Excellence at your side\*

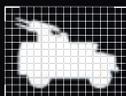
**NOTRE ENGAGEMENT POUR VOUS**

Les forces armées font face à des scénarios de combat de plus en plus complexes, dans lesquels il n'y a pas de place à l'erreur. Dans cet environnement ultra-exigeant, vous pouvez compter sur nos équipes d'experts qui s'engagent auprès de vous, afin de vous apporter des technologies à la pointe, éprouvées sur le terrain et une réelle autonomie pour votre défense.

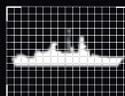
AIR  
DOMINANCE



AIR  
DEFENCE



MARITIME  
SUPERIORITY



BATTLEFIELD  
ENGAGEMENT



[www.mbda-systems.com](http://www.mbda-systems.com)

