



The Association of
United States and European
Aerospace Industry Representatives

USAIRE STUDENT AWARDS

2017

Du design à la supply chain, de la production à la vente, de la start-up à la certification :

numérisation et réduction des coûts

* * *

From design to supply chain, from production to sales, from start-up to certification:

digitalisation and cost-reduction

Sous le patronage de Madame Elisabeth BORNE

***ministre auprès du ministre d'État, ministre de la Transition
écologique et solidaire, chargée des Transports***

Marraine des USAIRE Student Awards 2017

Madame Elisabeth BORNE,
ministre chargée des Transports



«C'est avec joie que j'apporte mon soutien à la douzième édition du concours USAIRE Student Awards, portant sur la numérisation et la réduction des coûts. Je tiens à adresser mes plus vives félicitations aux lauréats 2017 pour avoir su mener une réflexion innovante sur cette thématique incontournable pour notre industrie.

Je salue aussi l'association USAIRE pour son investissement au profit de la jeunesse. Ce concours constitue une plateforme d'échange inédite et encourage de jeunes talents vers un secteur en grand besoin de leurs compétences.

Une nouvelle fois, toutes mes félicitations aux lauréats 2017 et un grand bravo à l'association USAIRE pour cet effort continu! »

Elisabeth BORNE
ministre auprès du ministre d'État,
ministre de la Transition écologique et solidaire,
chargée des Transports



Avec le soutien de :

Sponsors du cocktail



Sponsors de la tombola



Sponsors des USAIRE Student Awards



Partenaire du séminaire post-USAIRE Student Awards





Chers lecteurs,

Depuis 1959, l'association USAIRE développe la coopération transatlantique au sein de la communauté de l'aéronautique civile et de défense, de l'espace et des hautes technologies. Notre association rassemble plus de 150 représentants industriels et institutionnels originaires d'Europe et d'Amérique du Nord.

Dans cet esprit d'échange et de débat d'idées, USAIRE invite chaque mois des intervenants de haut niveau lors de déjeuners professionnels à Paris et à Toulouse. Ces événements permettent de présenter un domaine d'activité ou un sujet industriel, économique ou géopolitique en lien avec les grands enjeux de notre secteur.

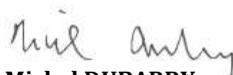
A l'initiative de Michel Dubarry, Président Europe et Afrique du Nord – Rolls-Royce International – à l'époque président d'USAIRE – les Student Awards ont été créés en 2006 dans le but de dynamiser les relations entre les grands acteurs du secteur, leaders d'aujourd'hui et les jeunes talents aéronautiques, leaders de demain. Aujourd'hui présidée par Pascal Parant, Vice-Président Corporate Marketing d'AAR, notre association invite chaque année les étudiants à travailler sur un sujet prospectif en lien avec l'aéronautique, la défense, l'espace et les hautes technologies. Leurs travaux sont soumis à un jury de professionnels et les prix sont remis durant le traditionnel dîner de Thanksgiving.

Pour la 12^{ème} édition consécutive, les USAIRE Student Awards réunissent des étudiants d'établissements d'enseignement supérieur de plus en plus nombreux et de nationalités de plus en plus variées, et notamment cette année du Maghreb ou encore du sous-continent indien. La première phase de la sélection a permis de retenir 15 candidatures. Dans le cadre de la préparation de leurs travaux finaux, les finalistes ont eu l'opportunité de participer à un séminaire de travail organisé au Salon du Bourget avec l'aide du Musée de l'air et de l'espace, avec la participation d'Air France-KLM, Dassault Aviation, la DGAC, Rolls-Royce, PTC. Un séminaire de travail post-Student Awards aura lieu à l'École militaire le 19 janvier, en coopération avec le Centre Etudes, Réserves et Partenariats de l'armée de l'air (CERPA).

Enfin, dans la continuité du concours, l'association ORAJE – Organisation des Rencontres Aéronautiques de la Jeunesse – développe les relations entre nos industries et la jeunesse au profit du vivier d'étudiants et de jeunes actifs issus des Student Awards.



Pascal PARANT
Président



Michel DUBARRY
Vice-Président Exécutif



Fondation de l'armée de l'air

Créée en 2015, la Fondation de l'armée de l'air est placée sous l'égide de la Fondation de France qui partage avec l'armée de l'air des valeurs communes : responsabilité, engagement, audace et qualité. La FAA a pour vocation de poursuivre l'objet d'intérêt général suivant :

- promouvoir l'esprit de défense et les valeurs de respect, de service, d'intégrité et d'excellence portées par l'Armée de l'Air, notamment auprès des jeunes ;
- soutenir des événements destinés au grand public pour mieux faire connaître le souvenir, le patrimoine et les savoir-faire de l'Armée de l'Air ;
- valoriser la recherche, l'innovation et la formation au sein de l'École de l'Air, des centres de formation et de recherche ou d'excellence de l'Armée de l'air en favorisant l'ouverture et les échanges avec le monde socioéconomique et industriel ;
- soutenir certains projets portés par des associations, fondations ou établissements en lien avec l'Armée de l'air ou des aviateurs.

Certains projets ont déjà été soutenus par la fondation : le centre d'excellences drones (Salon de Provence), le Mémorial des aviateurs morts en service (Le Bourget), le brevet d'initiation aéronautique ou bien encore les « Cadets de la défense » (en partenariat avec l'Éducation nationale)...

Engagée sur la voie de la modernité et de l'innovation, animée de valeurs fortes et dotée d'un patrimoine aéronautique et d'un savoir-faire reconnu, l'armée de l'air développe grâce à la fondation des synergies qui lui permettent de maintenir son haut niveau d'excellence.



Fondation des œuvres sociales de l'air

Créée en 1936, la Fondation des œuvres sociales de l'air a pour mission de porter assistance au personnel de l'armée de l'air, de la direction générale de l'aviation civile, de météo France et à leurs familles qui sont en difficulté à la suite d'un « accident de la vie » survenu à l'un des leurs.

Elle accorde des aides scolaires ou des bourses d'études aux orphelins. En complément de l'aide apportée par les organismes sociaux, elle accompagne le personnel militaire ou civil qui doit faire face à des situations exceptionnelles et imprévisibles... Elle apporte un soutien financier en partenariat avec l'opération social du ministère de la Défense aux mineurs afin de séjourner dans des centres de vacances de jeunes, de participer aux séjours linguistiques ou aux stages BAFA. Son geste de solidarité et d'entraide s'exprime au profit de blessés en opérations, d'écoles, de maisons d'enfants et d'adolescents à caractère social ou lors de décès.

La FOSA organise des événements particuliers tels les meetings de l'air pour collecter des dons afin de poursuivre sa mission sociale.

Pour faire un don (qui est défiscalisable) à ces associations :

FOSA : www.fosa.fr

FAA : www.fondationdefrance.org/fr/fondation/fondation-armee-de-lair

Table des matières

Marraine des USAIRE Student Awards 2017	3
Avec le soutien de	4
A propos d'USAIRE	5
Résultats des USAIRE Student Awards 2017	8
Attribution des prix des USAIRE Student Awards 2017	9
Les membres du jury 2017	13
Premier Prix	15
Deuxième Prix	37
Troisième Prix	53
Quatrième Prix	75
Cinquième Prix	89
Reportage : les activités d'Aviation Sans Frontières à Yaoundé	102
ORAJe s'engage dans l'enseignement du BIA	104
Organisation des Rencontres Aéronautiques de la Jeunesse	106

www.usairstudentaward.org

Résultats des USAIRE Student Awards 2017

Premier Prix

Alexis COHEN et Mahdi CHAIBI
ESSEC, Polytechnique / ISAE Supaéro

Page 15

*

Deuxième Prix

Thibaud FIGUEROA et Renaud RAGINEL
ENAC-TBS / TBS-Ecole des Mines d'Albi

Page 37

*

Troisième Prix

Houcem CHAABANE et Teja FALLEH
ISAE-ENSMA et IAE de Poitiers / IAE de Brest

Page 53

*

Quatrième Prix

Alexandre GATHIER et Vladimir RIDAR
ESTACA / ISAE Supaéro-ESTACA

Page 75

*

Cinquième Prix

Khaoula MAZARI
Institut d'Aéronautique et des Etudes spatiales de Blida

Page 89

Attribution des prix des USAIRE Student Awards 2017

Premier Prix

Deux billets A/R **Singapore Airlines** pour Singapour
Une visite du site de **Rolls-Royce** à Singapour
Une maquette de B787 et de B737MAX offertes par **Boeing**
Deux chèques de 700 euros offerts par **USAIRE***

Deuxième Prix

Deux billets A/R **Air France** pour New-York
Une découverte des activités d'**Aviation Sans Frontières**
Deux chèques de 500 euros offerts par **USAIRE***

Troisième Prix

Deux billets A/R **Transavia** sur le réseau France
Deux chèques de 250 euros offerts par **USAIRE***

Quatrième Prix

Deux maquettes de nEUROn offertes par **Dassault Aviation**
Deux chèques de 250 euros offerts par **USAIRE***

Cinquième Prix

Un billet A/R Alger-Paris offert par **Air Algérie****
Un chèque de 250 euros offert par **USAIRE***

Pour tous les lauréats :

Une maquette d'A380 ou A350-1000 offerte par **Airbus**
Une année d'abonnement offerte par **Air & Cosmos**
Un coaching individuel et de groupe offerts par **Adecco**

**Les chèques d'USAIRE couvrent les frais induits par le concours.*

***Permettant à la lauréate d'assister à la cérémonie de remise des prix.*



Aviation Sans Frontières les Ailes de l'Humanitaire



870 bénévoles sur tous les terrains



598 réfugiés accompagnés vers une nouvelle vie



1115 heures de vol, soit 8 fois le tour de la Terre avec ses propres avions



24 tonnes de produits de première nécessité pour 34 pays



1498 prises en charge d'enfants malades



En France, 975 personnes handicapées accueillies dans le cadre des Ailes du Sourire



6905 colis médicaux acheminés dans 26 pays



759 adolescents sensibilisés au monde de l'aérien grâce à e-Aviation



**AVIATION
SANS FRONTIÈRES
FRANCE**

www.asf-fr.org

Soutenez Aviation Sans Frontières

À découper et à retourner à Aviation Sans Frontières
Orly Fret 768 – 94398 Orly Aéroport Cedex

Mes coordonnées (titulaire du compte à débiter)

Nom :
Prénom :
Adresse :
.....
Code Postal :
Ville :
Email :

Les données recueillies sous scrupulement sont nécessaires au traitement de votre don et à l'émission de votre reçu fiscal. Conformément à la loi Informatique et Libertés, vous disposez d'un droit d'accès, de rectification, de radiation ou simple demande écrite à Aviation Sans Frontières, Orly Fret 768, 94398 Orly Aéroport Cedex. Vos coordonnées peuvent être communiquées à d'autres organismes ou associations partenaires d'Aviation Sans Frontières, sauf avis contraire de votre part en cochant la case ci-contre

Je fais un don ponctuel d'un montant : €

Je fais un don régulier par prélèvement automatique
(merci de remplir l'autorisation ci-dessous et de la renvoyer accompagné de votre RIB)

Mandat de prélèvement SEPA

Bénéficiaire : Aviation Sans Frontières ICS : FR55ZZZ459188

J'autorise l'établissement teneur de mon compte à prélever la somme de :
..... € correspondant à mon soutien
à Aviation Sans Frontières, de façon régulière, c'est-à-dire :

- une fois par mois
 une fois par trimestre
 une fois par an (cochez la case choisie)

Je souhaite faire commencer les prélèvements à partir du 1/5/2011

j'accepte de recevoir mon reçu fiscal par e-mail.

Mes coordonnées bancaires :

Numéro d'identification international de votre compte bancaire IBAN (International Bank Account Number)

Code International de votre banque BIC (Bank Identifier Code)

Type d'encaissement : récurrent Date :

Lieu : Signature :

66% de votre don sont déductibles de vos impôts dans la limite de 20%
de votre revenu imposable. Un reçu fiscal annuel vous sera envoyé.

Vous bénéficiez d'un droit de rétractation (DRA) qui sera communiqué après l'établissement de votre prélèvement. En signant ce formulaire de mandat, vous autorisez Aviation Sans Frontières à envoyer électroniquement à votre banque pour débiter votre compte et à établir votre compte conformément aux instructions d'Aviation Sans Frontières. Le premier virement pourra avoir lieu au plus tôt 3 jours après signature du présent document. Vous bénéficiez d'un droit d'être entendu par votre banque avant les conditions énoncées dans le présent mandat sans avoir pour cela. Toute demande d'arrêt ou de modification de votre mandat doit être présentée dans les 8 semaines suivant la date de début de votre compte pour un prélèvement automatique et votre banque en cas de modification des 12 mois en cas de prélèvement non autorisé. Vous devez conserver ce présent mandat sans modification un document qui vous pourra être utile après de votre banque.

DOING AFTERMARKET RIGHT

MRO SERVICES PARTS SUPPLY OEM
INTEGRATED SUPPLY CHAIN SOLUTI
INTELLIGENT SOLUTIONS AFTERMA
AIRLIFT COMPOSITES MOBILITY



SUPPLY CHAIN INNOVATOR TRUSTED PARTNER
NIMBLE SOLUTIONS INTEGRATOR INDEPENDENT
GLOBAL EXPERTISE, EMERGING MARKET REACH
POWER OF FOCUS AFTERMARKET EXPERT

Pascal Parant | Pascal.Parant@aacorp.com | (+33)-1-4604-2211 – Paris
aacorp.com



Les membres du jury 2017

Franklin AUBER

Singapore Airlines

*

Carl CHEVILLON

Raytheon

*

Nathalie DOMBLIDES

DGAC

*

Henry de FREYCINET

Air & Cosmos

*

Hervé de SAINT-EXUPERY

Armée de l'air

*

Patrick DUFOUR

Contrôle général des armées

*

Jean-Marc FRON

Boeing

*

Pascal HUET

Airbus

*

Henri HURLIN

Aviation Sans Frontières

*

Andrew LOVELL

Consultant

*

Vincent MERIAUX

Organisateur

*

Pascal PARANT

AAR Corp

*

Bruno STOUFFLET

Dassault Aviation

*

Nathalie STUBLER

Transavia

*

Jacqueline SUTTON

Rolls-Royce

*

Richard SWALLOW

Rolls-Royce

*



INTEGRATED LOGISTICS SOLUTIONS GEARED TO AEROSPACE & DEFENSE

**A GLOBAL LEADER IN INTERNATIONAL
TRANSPORT & LOGISTICS**



105
Countries



602
Offices



21,400
Professionals

N° 1
in France

Top 10
Global

Top 5
in Europe

AN EXPERT IN AEROSPACE LOGISTICS



23
Aerospace
Platforms



14
Control
Towers



1,600
Experts



24/7
AOG

bollore-logistics.com

A brand of **BOLLORE**
TRANSPORT & LOGISTICS



Premier Prix
Alexis COHEN et Mahdi CHAIBI
ESSEC, Polytechnique / ISAE Supaéro

It was in the English debating club of Supaero that we met for the first time. Since there, we enjoy choosing the right words to make our ideas take off. We both are attracted by challenges that enable us to get prepared to our future. As digitalization is an essential tool to build the future of the aerospace industry, it has been a great lesson for us to learn deeper about it.



Alexis Cohen

I'm a graduate engineer from the CNAM-ISAE SUPAERO program in apprenticeship. Since my experience as a design engineer for Aeroconseil, I'm attracted by great aerospace projects. I just finished an Advanced master in project management at L'Ecole Polytechnique and ESSEC Business School, working now as a project management consultant for Airbus.

I am in the last year of the engineering program at ISAE-SupAero. During my gap year, I went to Airbus for the first internship. One goal was set: Reducing the number of exposition flights through big data and machine learning tools. Then, curious about the business side of the coin, I went to Accenture Strategy, where I worked on various projects including one about a digitalization strategy for a major airline.



Mahdi Chaibi

HOW TO CUT DOWN THE COST TREE THROUGH DIGITALIZATION?

What if
Digital were
a man ?

Page 2

Overview of cost
reduction
through digital
technologies...

Page 3

Insight from
the field...

Page 7

Cutting
purchasing
costs...

Page 6

Cutting
workload &
hazards costs...

Page 4

Flipside of
the coin...

Page 8

The future of
this future...

Page 10

AEROSPACE & DEFENSE INDUSTRY STUDY

WHAT IF DIGITAL WERE A MAN ?



In a more and more competitive environment, cost reduction is not a luxury, it is a **necessity**. That is why **Digital is the star** of our times. But before underlining the role of Digital within the cost reduction process, it seems important to understand what we put behind the word “Digital”. Digital is to the Aerospace and Defense industry what air is to a plane: **essential, invisible and everywhere**. But just as it can be difficult to understand why a plane is able to fly, since lift force is invisible, it can be equally difficult to figure out what digital can provide to the A&D industry. Digital exists in different forms, so what if Digital were a man ?

... HE WOULD BE A WOODCUTTER !

A woodcutter who cuts down on the use of paper, hardly common! Much more than cost reduction due to dematerialization, Digital provides opportunities to **act smarter** thanks to more data, to **perform better** thanks to more adequate tools and to work **more efficiently** by connecting people, systems, products and services. Introduced 25 years ago in the A&D industry at almost **every stage** of the product life cycle, Digital has reached a crucial degree of maturity that leads “him” to become the VIP of the next decade’s transformations. Thanks to Digital, **cutting down the cost tree** while constantly **improving flight safety** and **defense efficiency** becomes reality, and not a virtual one! Let’s see into a bit more detail what Digital’s added value is and what are the tools he uses to be cost-efficient.



DIGITAL'S ADDED VALUE

Digital has this particular feature of not being a material thing, which makes *his* capabilities, by definition, almost **limitless**: What a great ascendancy for an industry that is always pushing the boundaries of possibility!

Being virtual, Digital has a second interesting asset of being **cloneable** and **customizable** at a cheaper cost than a machine would be. This makes *him* **accessible**, from a user-friendly point of view as well as from a geographical one - a valuable leverage for a cosmopolitan industry. It is also worth pointing out that *he* is **more reliable** than any human could be from a statistical point of view.

To sum up, Digital helps :

- **To remove the notion of distance** to strengthen team work and international collaboration;
- **To analyze data in a smarter and broader way** to know how and where to cut costs;
- **To provide the proper tools** and information to make work easier, faster and hence, more profitable.



DIGITAL'S TOOLS



Analytics. Business intelligence through data analysis, management and storage.



Artificial Intelligence. Proposes new solutions never thought by humans.



Networks. Cloud platforms, 4G, ERP...



Internet Of Things. Equipment able to communicate information in real time.



Augmented Reality. Equipment such as smart glasses able to superimpose drawing on reality.



Additive Manufacturing. More known as 3D printing. Creates 3D objects, layer by layer.



Control Tower and Digital Factory are two concepts used to describe the combination of several technologies.



OUR VIEW OF COST REDUCTION

Cost reduction always leads to rise in profit, but profit rise does not always result from cost reduction. So, how do we define cost-reduction? We interpret cost reduction as a **contraction of resources** while keeping the same standard of quality for a product or a service. But saying that « costs are reduced » leads to wonder the following question : reduced **compared to what** ?

The digital technologies we mention in this survey have cut costs compared to the situation before its implementation. If, however, the situation created is new, that means that the technology did not cut the cost directly, but led to a **new opportunity**; Digital here created a new cost stream. As both cost reduction and opportunity creation deserve to be underlined, we will make a clear difference between both throughout the report

Our attention will be focused on the cost centers that are the most impacted by digitalization within the A&D



Workload & Hazards costs : Concerns the cost generated by the need of human resource and time.



Purchasing costs : Concerns the cost generated by the need to buy raw materials, fuel, machines and manufactured parts.

For each cost center, we are going to review the **whole product life cycle** in order to draw attention to the technologies, concepts and companies that are at the forefront of cost reduction through Digitalization.



OVERVIEW OF COST REDUCTION THROUGH DIGITAL TECHNOLOGIES

	WORKLOAD & HAZARDS	PURCHASING
START-UP	N/A	Networks
DESIGN	Analytics, IoT, Artificial Intelligence	Analytics, Artificial Intelligence
CERTIFICATION	Analytics, IoT	Analytics
SUPPLY CHAIN	Control tower → Analytics combined with IoT	Analytics
MANUFACTURING	Digital Factory → Analytics, IoT, Augmented reality, additive manufacturing, network combined	Additive manufacturing
SALES	Analytics	Analytics
MAINTENANCE	Analytics, IoT, Additive manufacturing, networks	Analytics, networks, additive manufacturing

● Technologies we experienced during internships that we'll specify in more details in the part « Insight from the field » internships!

Analytics are almost everywhere. Data are becoming the heart of the matter of the XXI century. On the other hand, the use of Artificial Intelligence - the technology fed by data - is still a bit shy. Companies are waiting for this technology to mature before using it on critical phases.

As we can see, the supply chain, the manufacturing and the maintenance life cycle phases are the top 3 users of digital technologies to cut costs. Indeed, the fact that the costs are recurrent (depending on the quantity of product to supply, manufacture or maintain) make those costs the first to be reduced.

In the following chapters, we will not only review a selection of new digital solutions that aim to reduce costs, we will also point out the flipside of these technologies and why it is important to get the whole picture.



CUTTING WORKLOAD & HAZARD COSTS

Reducing the workload is one of the most decisive added values of Digital technologies within the aerospace and defense industry. Thanks to **optimization, automation and prevention of hazards**, digital tools enable a decrease in time and resources needed to perform a task. This naturally results in decreasing the costs generated by the task, whether the task was expected or not (non-conformity). Let's review the role played by digital technologies with concrete examples.

PREDICTIVE MAINTENANCE Analytics, IoT

Analytics, also known as Big Data in a "non-rigorous way", is the trendiest of digital tools. Combined with IoT, it enables its user to gather information and provide insights on what is happening, hence optimizing each action involved in a certain process.

For instance, Pratt & Whitney built a partnership with IBM and now expect up to **20% cost reduction** on engine maintenance thanks to predictive maintenance enhanced by IoT and Analytics. How worn a particular ball-bearing is, can be monitored in real time by tracking and analyzing factors such as size, temperature and shape thanks to IoT.

This capacity to predict equipment's failures - more accurately than before - enables optimized maintenance schedule and so, cuts costs generated by aircraft on ground. Furthermore, Analytics can also help establish causes and effects between events and failures and that's something design engineers would like to know in order to improve systems reliability.

This new ability to monitor parts and equipment evolution has created a new opportunity: the creation of **more profitable business models** based on equipment flight cycle contracts. For instance, Michelin proposes services contracts based on the number of takeoff and landing sustained by a particular tire : For the OEM as well as for their customers.

Just to give an idea of how the data load generated for an aircraft has drastically increased, the Boeing 787 transmits up to 500GB of data during each flight: 28 times more than the data generated by a B777. Among this huge quantity, a good number of inputs help airlines better understand the customer's needs, especially those gathered from in-flight entertainment systems.

DIGITAL TWIN

Analytics, IoT, Cloud

Have you ever dreamed about having a free twin working for you? General Electric dreamed about that a few years ago, and is now embracing the concept of the *digital twin*—a data model of a specific physical asset—in a bid to **eliminate unplanned downtime** of aircraft engines and other systems.

While the concept of a digital twin has been around since 2002, it's only thanks to the Internet of Things (IoT) that it has become cost-effective to implement. Quite simply, a digital twin is a **virtual model of a process, product or service**. This pairing of the virtual and physical worlds allows analysis of data and monitoring of systems to head off problems **before they even occur**, prevent downtime, develop new opportunities and even plan for the future by using simulations. Smart components using sensors gather data about real-time status, working condition, or position.



Besides predicting errors and eventual problems in the supply chain, digital twin can solve a heavy problem in the leasing stream. When an airline returns an aircraft that it borrowed, the leaser asks for **every single maintenance detail** that occurred in the leasing period. Our survey among airline stakeholders shows that it takes a few months to find all the documents required by the leaser. Therefore, for the airline as well as for the maintenance company, Digital twin concept can help avoid this struggle, since every change occurring in the aircraft can be recorded in the digital twin (hence the name). Customers can now provide the documents needed in less than a button press.

Great idea? Well, it's NASA's. How to operate, maintain, or repair systems when you aren't within physical proximity to them :This sounds like a **military challenge**. Unfortunately, Defense industry has one great struggle to overcome regarding the use of Data or Cloud technology: Security. Restrictions such as ITAR, DEFARS, EARS and data transfer laws will mean a slow but safe evolution of the solution. So how can this struggle be conquered? *Keep calm and carry on!*

CLOUD SOLUTION : HYBRID Networks

Hybrid cloud is an environment that follows the proverb *“Don’t put your eggs in the same basket”*. It uses a mix of private cloud and public cloud services with orchestration between the two platforms. This hybrid configuration has been designed in order to **address cybersecurity and flexibility** needs expressed by the A&D industry. For example, an enterprise can deploy an on-premises private cloud to host sensitive or critical workloads, but use a third-party public cloud provider, such as Google Compute Engine, to host less-critical resources.

According to research by Deloitte, Hybrid cloud benefits are easily quantifiable. By connecting dedicated or on-premises resources to cloud opponents, businesses can see average **reductions in overall IT costs of about 17%**. This cost reduction may be less than anticipated by a full cloud solution which averages at **23% cost saving** (RackSpace, 2015), however it allows for regulatory compliance and creates additional benefit.

Cloud-based consolidation of collaboration applications is one of the keys to cost reduction in defense agencies as this will increase the accuracy and speed of collaborating. According to the Department of Defense (DoD), reliance on cloud computing to assist with collaboration **led to a 20% reduction of costs** for the Defense Information Systems Agency (DISA) in 2014.

EMPOWERED QUALITY CONTROL Augmented Reality

Airbus Group's subsidiary Testia proposes a smart augmented reality tool (SART) used to **standardize quality control**. It combines real images with digital mock-ups models on a tablet equipped with a camera. Using a tablet-based interface, operators can superimpose a digital mock-up over “As Built” reality. At the end of the inspection, management will automatically receive a report generated by the operator including details of any non-conforming parts which can be replaced or repaired quickly for improved quality control. Taking time saving into account, this solution helped Airbus **decrease its costs generated by quality control by 17%**.

Another tool emerging from the A&D market is the auto-piloted drone. Airbus showed how UAVs can perform visual inspections of in-production aircraft. The drone is equipped with a camera and takes pictures that are compiled into a 3D digital model and recorded in a database. Besides improving traceability, **a drone does in 10 minutes what a conventional inspection method does in 2 hours**. In addition, using this tool, service technicians are no longer required to go up on telescopic handlers to perform visual inspections, sometimes in poor weather conditions.

CONNECTED WORKERS IoT, Augmented Reality

What if we can make cost reduction economical and fun as well? Engineers, technicians and operators are now be equipped with mobile and connected tools that include Augmented Reality: They are called *Connected Workers*. By enabling a connected industrial workforce to use smart devices and IoT enabled assets, **whole new levels of operational performance and safety can be achieved.**



A DAY AS A **CONNECTED WORKER**

1

The day starts by securely logging on through a smart device and receiving a work order on a wearable device such as smart phones or glasses. The control center knows precisely who has logged on, when and in which location.

2

The worker's devices interact with smart sensors in the work environment to verify they are in the right permitted location and have the right components, tools and materials to complete the tasks.

3

The worker has easy access to smart operating procedures, and both generic and asset-specific instructions and checklists. Carrying hundreds of pages of unwieldy manuals prove a thing of the past.

4

At the point of repair, digital coaching capabilities can be provided through a smart device or wearable, enabling the worker to interact virtually with offsite expertise. The wearable technologies will also allow the worker to project the drawing on the real surface in order to simplify its work. It can be a huge step forward in safety and efficiency, especially for less experienced workers.

5

Once they've completed their tasks, the worker simply updates the work order, captures a picture of the asset and adds any comments required to close. With all of this managed seamlessly across "on-line" and "offline" modes of operation, risk of lost work or data is reduced.

6

In hazardous and large industrial work environments, the worker would also wear location and hazmat sensors that can monitor, for example, levels of environmental toxin exposure, as well as the worker's location. This information is provided to the control center personnel who have a holistic and consistent view of the safety and well-being of all workers.

As a result, Airbus **improved by 500% the productivity** of a task consisting in installing seats in aircraft's cabin. **The error rate? Down to 0**, only thanks to the use of smart glasses! No need for glasses to see the cost reduction here...



CUTTING PURCHASING COSTS

The purchasing costs are related to the price of what a company can buy: raw materials, equipment, services... With other words, cutting purchasing costs means: Getting it cheaper!

MORE COST EFFICECTIVE PARTS
Additive Manufacturing,
Artificial Intelligence

3D printing is the bridge between virtual and real world. To illustrate the asset of this tool, we draw attention on a example that is as significant as unexpected... a **seat belt buckle !**

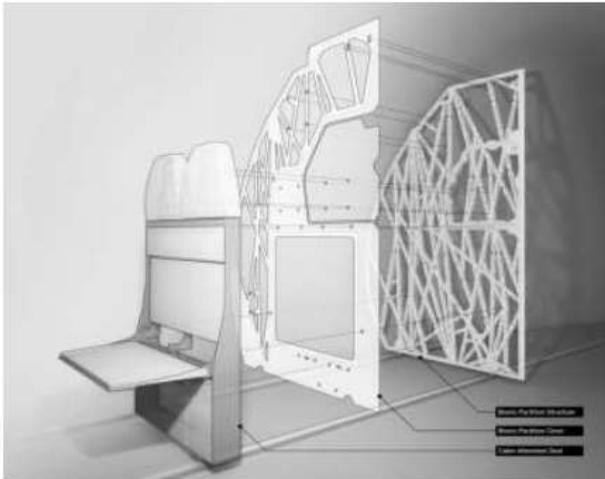
Conventional steel buckle weights 155g, while a titanium 3D printed buckle only weights 70g. Considering that an Airbus 380 has 853 seats in economy class, this would mean a reduction of 72.5 kg per flight, which is equivalent to **€2 million** for the aircraft lifetime **according to Rolland Berger's report.**

If a single buckle can save up to **€2 million** for one plane, How much the industry could save by printing some parts of an engine for instance? A lot!

On July 11, 2013, the aerospace firm Aerojet Rocketdyne and NASA tested a rocket engine fuel injector that has been manufactured using additive manufacturing. By all accounts the test was a complete success and the cost of the engine fuel injector was brought down a stunning **65%**.

Seat-belt, fuel injector... They both have the common point to be designed by humans. But what if design was made by a machine?

Using generative design, technology based on artificial Intelligence and biomimicry, Airbus recently collaborated with New York based architectural firm "The Living" to manufacture something called a bionic partition. In fact, the software tries great amount of possible design to keep only one at the end, the best one. By combining generative design with additive manufacturing, incredibly **complex but yet efficient** shapes can be created at a lower cost.



In the case of weight reduction, the team was aiming for a 30% reduction but achieved a full 45% through the use of generative design.

COLLABORATE... FOR EVERYONE'S BENEFIT

Cloud and platforms

Unlike other parts, which treat cost reduction from a digital point of view, this one is concerned with the bigger picture and a more strategic focus, in one word :**Collaboration**. At root, collaboration requires a perception of shared value and mutual interest between different participants but it can also be helped through a *cool* tool that can make this collaboration a dream rather than a nightmare.



On the purpose, we had the pleasure to interview Alexandre Johann, Founder and CEO of KOSTANGO. During his experience as a consultant in cost reduction for the A&D industry, he noticed that a digital

and collaborative tool could help teams to share ideas and opportunities to cut cost and thus, become more profitable without polluting collaborator's work time with meetings and excel file to update. That's how the KOSTANGO cost-reduction platform was born. Here is the concept : A user-friendly platform – accessible by anyone authorized – enables collaborators to have a sight on the cost structure and thus, propose cost-cutting opportunities at any time.

The collaborative asset relies on the fact that everyone is invited to **comment**, **complete** and **cost** other's proposition

Results ? After 3 month of

implementation within one of the biggest Aeronautics tier-1 supplier, more than 50 opportunities have been arisen by the team members to cut costs on a major aircraft structure part! At the time we are writing, only 15% of all opportunities have been studied and the result is already there : it would already **cut the part's cost by 6%**. The total saving forecast considering all opportunities is **30%**.

More than cutting cost of a particular part or process, the benefit of the tools relies on the fact that it **spreads an actual cost awareness** within the teams - especially engineers – who, in the long run, are invited to make better choices in terms of economic and technologic trade-off. As we are student, we wanted to point out this tool also because it gives the sense of reality : performance is not only about quality, it is truly about profitability.



INSIGHT FROM THE FIELD, WRITER'S INTERNSHIP

DATA ANALYTICS IN FLIGHT TESTS Internship at AIRBUS, Toulouse

Passengers think that weather conditions are plane's biggest enemy, engineers know that it's rather the drag force, while OEM employees are sure that it's the certification stage. Actually, certification represents **20% of the program cost**, equivalent to 2 Bn€ for the A350 program for instance. One way to reduce certification costs is to optimize the number of flight tests, exposition flights on particular.

Part of the Validation and Verification process, exposition flights aim to test the aircraft in operational conditions of real flights, flying for several hours under different circumstances and whether conditions.

While guaranteeing a good quality aircraft to the customer, these number of hours seems sometimes over estimated, resulting in fuel loss. Our solution here consists in using data from previous test flights, correlated with weather conditions from different places to determine the parameters behind each kind of breakdowns, and thus reducing the number of flight tests needed. For instance, a radio altimeter is tested for 11000 flight hours while, after study, **it only needs 6000 flight hours**.

Talking about fuel consumption, we cannot pass by the start-up SAFETY LINE that developed an algorithm based on flight data to optimize fuel consumption during the climbing phase. According to their website, consumption can be reduced **up to 10%**, a dream for an airline.

BUSINESS INTELLIGENCE IN ASSEMBLY LINE Internship at AIRBUS, Blagnac

Palantir, Qlik Sense, Spotfire... These are new trendy names we can hear in Airbus's facilities, especially in the final assembly line. Why is that?

Within the final assembly line, one of the main concerns is to **reduce the quantity of outstanding work** resulting from non-conformity or accidents. If generating unexpected costs was not enough, outstanding work can threaten aircraft's delivery date. While Business intelligence tools such as Qlik Sense can't prevent the issue itself, they can help guess when these overloads are likely to happen.

By connecting Qlik Sense to the remarkable work database, it is possible for instance to establish a correlation between the aircraft's airline and the amount of outstanding work required to produce the aircraft. Thanks to this correlation based on past data, it becomes possible to forecast the quantity of outstanding work a specific team may come across in the future, according to the next aircraft's airline to be produced. This increased visibility on what will happen in the subsequent weeks helps team managers to optimize the resources accordingly. Thanks to the latter optimization, **potential delays are reduced and costs are better controlled.**

More user-friendly, more reliable and more powerful, this kind of business intelligence software used in supply chain and manufacturing overcome the traditional MS Excel. There is no need for manual updates as the software is directly connected to the database. Each time the database is updated, the software is similarly updated. But that's not all, the fact that the software is cloud-based means that it is reachable by any authorized worker connected to the network. Some of these business intelligence software are also able to provide automatic PowerPoint reports according to the user's settings: believe it or not, this was the reason behind many smiles in my office.

The outcome in terms of workforce reduction are clearly visible. Teams of Project Management Officers in charge of data analysis and reporting have been **cut by half in the space of a few month.** Moreover, the work of the remaining collaborators has been considerably simplified, allowing them the opportunity to prepare for the future instead of struggling with present excel home-made programs. In conclusion, **they perform better while being fewer with more pleasure.**

DIGITAL STRATEGY FOR CUSTOMER JOURNEY Internship at Accenture Strategy

The goal was to work on the digital roadmap of a major airline MRO

supplier to improve the customer journey in different stages from contract management to invoicing, with an end-to-end view. Thus, many digital solutions were proposed to the company at every stage of the customer experience, such as data analytics, blockchain, e-platforms... But something crucial was the evaluation criteria for these solutions that reflect the customer's expectation regarding its pain points. These criteria were nothing special but **Reliability, Transparency, Consistency and Simplicity**.

And the cost reduction aspect? Here it's more the time and the workload that are cut. A more transparent pricing through data analytics leads to a faster invoicing process, in the same way that a digital twin leads to a faster end of lease management by certifying the good "status" of airplane parts.



THE FLIPSIDE OF THE COIN

Critically thinking, digitalization of the aerospace and defense industry has its own challenges – if not difficulties – to overcome. Digital, for us, follows the famous Lavoisier's rule **"Nothing is created, nothing is lost, everything is transformed"**. Thus, you can cut costs, but you'll surely create other ones. In this part, we'll focus on **investment cost, resistance to change and cyber vulnerability**. Later, we'll put the stress on two other important costs, yet sometimes underestimated: **environmental footprint and human health costs**.

COST OF A TRANSFORMATION

Despite saving time and money, some technologies are so costly that their implementation's worth is questionable. Am I going to gain from clouds systems more than it would cost to implement it? It is often hard to know. Digital concepts applied to Aerospace and Defense Industry are specifically expensive, truly because they are most of the time customized for a company and a specific context. If the revenue generated by the implemented technology isn't enough,

the return on investment won't meet expectations. For some tier-3 suppliers considered as small companies, investing on predictive maintenance could be unprofitable, whereas for companies that are sized like Lufthansa Technik or AirFrance Industry, the ROI is yet more promising.

Another question here is **"When"** should the technology be embraced? The blockchain - already used to secure Bitcoins transactions - is an example of a new technology that costs a lot, since users who store the data require a huge amount of energy and storage costs. Furthermore, the blockchain calls for the involvement of many parties to see the light in an industry. It is not possible to expect a smart contract or a peer to peer payment when the client doesn't use the blockchain technology also. Even if the blockchain would be helpful for the industry, we think that is going to take some time until everyone can trust it, implement it and use it. Who will be the first to take the risk? Obviously, it has to be one of the major actors of the industry to be followed by others.

Moreover, each transformation has its own difficulties to face. For the digitalization, a psychological issue comes to the surface: **resistance to change**. It's usually difficult to move people from their comfort zone and convince them to drop their ancient tools for new solutions they don't know, even if it's for their own good. This resistance is so present that even being in the industry for a short time, we have all heard *"Why bother myself with the new one when the old one has proven its worth?"* many times within offices.

As cost reduction becomes more a necessity than a luxury, solutions are often implemented with a sense of urgency, and that is not appreciated by people who already have the feeling to always work in urgency.

To overcome this difficulty, new methods are emerging such as the Agile project management method, particularly used for applications and digital platforms design. Instead of giving a 50 pages specification to the developers and waiting for the product delivery - which will by the way only meet half of the specification - the product is built bit by bit, with recurrent meetings that ensure the product to be in line with customer's expectation, even if these expectations change from a meeting to another.

Then, it is worth wondering what is the key the Agile method relies on to ensure the success of a transformation? It is the fact that people who will have to sustain the change are **involved from the beginning to make the change happen. They are considered as part of it and not just as client**. Actually, numbers of studies showed that employees do not resist to technical change but to social change — the change in their human relationships that generally accompanies technical change. Once people **don't undergo but empower the change**, it changes.

CYBER VULNERABILITY

Cyber vulnerability is another challenge that the aerospace and defense industry is facing. The full scope of cyber-security threats is difficult to grasp and quantify. The issue with digitalization is that the

quantity of data it requires is big enough to result in some leakages. The Director of Strategy & Safety Management at the European Aviation Safety Agency (EASA) has revealed that aeronautics systems are on the receiving end of **thousands of attacks each month**. The most vulnerable areas are the connective communication systems between the plane and the ground, which transmit flight information, and on-the-ground networks.

In June 2015 a cyber security breach enabled hackers to take down the flight plan system of 10 planes for about five hours. This DDoS attack grounded nearly 1,500 passengers. Growth in areas such as the Internet of Things has increased awareness of risk in the sector as a new breed of threat is beginning to emerge. Director of Cyber Security at Israel's Institute for National Security Studies, Dr. Gabi Siboni, commented: "The next 9/11 will be caused by computer hackers infiltrating aircraft controls". By the way, in 2014, the FBI interviewed a would-be hacker after he said on twitter that he managed to hack a commercial plane by connecting his laptop to the IFE system.

More than a threat for industrial confidentiality, cyber-vulnerability is now a **threat for security**. That is why it is one of the main concern of industries and governments in a times where threats in general can come up from anywhere.



ENVIRONMENTAL FOOTPRINT

Because earth won't be able to sustain the cumulated cost of humanity, because earth won't pay the bill and because "Digital is in the air", it is worth pointing out the impact of digitalization on mother earth.

Digitalization is often perceived as earth's best friend, mainly thanks to its virtual feature that reduces use of paper. However, we found that the environmental footprint can easily be **underestimated**:

DID YOU KNOW ?



Sending or receiving an email consumes as much power as a lamp switched on during 1 hour.



215 billion emails are sent everyday.



Data centers are responsible for 2% of worldwide carbon emission.

One Swedish study completed at the KTH Center for sustainable communications looked specifically at the environmental footprint resulting from reading the daily news. Surprisingly, the printed edition of the news edition results in a lower environmental impact than reading online. For 30 minutes reading per day : 28 kilograms of CO2 per year, per person for printed edition versus 35 for online reading.

If we project this analysis for instance on the connected worker that uses smart devices to store and visualize data instead of printed documents, we could imagine that the environmental cost might be higher than expected!

If we project this analysis for instance on the connected worker that uses smart devices to store and visualize data instead of printed documents, we could imagine that the environmental cost might be higher than expected!

?

So, How to reduce the environmental footprint of digitalization?

By **sorting regularly our mailbox**(yes...sorry for that), **reducing spam mails within the company**(without getting mad at the internal communication department) and using cloud systems to **reduce file transfer through emails**(you will never forget the attachment again!). In fact this daily **“communication optimization”** could have a great impact both for the environment and for communication quality if it could be respected by an entire company, or an **entire industry**.



HUMAN HEALTH COSTS

Being able to work from home thanks to cloud system may sound interesting. Yet, the limit between home and office becomes so thin that it does not exist anymore!

According to “The conversation.com”, working from home can make the employee feel lonely and almost every time under pressure. But loneliness does not only concern remote workers. According to “Digitalresponsibility.org”, too much time interacting with technology and too little time interacting with humans in the same room can lead to some serious social difficulties.

To continue the list of digital threats, an AMA study in 2012 showed that our round-the-clock exposure to artificial light—even low-level light from computer—can throw off our circadian rhythms with negative effects from depression and mood disorders to increased risk for cancer, no less! Even Time identifies “Computer Vision Syndrome” as the complex of problems associated with excessive screen time, including eyestrain, blurred vision, and dry eyes.

If you now regret to read this report sitting in front of a screen, you still have a chance to reduce the digital impact on your health by... standing up to read the small remaining part of the report!

Yes, it may sound a bit ridiculous but sitting too much entails its own risks. People who spend most of their day seated are still at an increased risk for a frightening list of

conditions, including obesity, diabetes, heart attack, high cholesterol, high blood pressure, and even cancer.



The biggest question remains: Is there something that does not lead to cancer? Unfortunately, no one has started looking for the answer yet. Rather, Researchers in University of South Carolina found out that people who sit behind a screen 23h/week have 64% greater chance of heart disease mortality than people who only sit 11h/week. Conclusion? *Stand up and fight...* 🎵



THE FUTURE OF THIS FUTURE

New concepts emerge, new products are designed, new possibilities appear... It goes so fast that we are now less likely to predict what could happen in 5 years. In order to have a clearer idea about the future of digitalization, we searched for upcoming concepts, technologies and product that are being prepared by innovative companies. Here is our selection.

THE CONNECTED TIRE

Every day, before their lullaby, the technician has to wait for the tires to get cold in order to measure manually the pressure and the temperature. It is a great

loss of time while having a grounded aircraft is expensive. Michelin and Safran are developing a tire equipped with an electronic sensor RFID located inside that enables the technician to perform the measurement in **only 3 seconds**, without waiting the tire to get colder.

GENERATIVE DESIGNED EQUIPMENTS

If designing a partition through generative design is possible, why not design the whole plane?

For the most part, current industrial additive manufacturing machines can print only small aircraft components. Bigger printers mean

that bigger parts of the plane can be produced. Waiting for bigger printer, Airbus is considering the idea of an entire cockpit designed with generative techniques and manufactured thanks to additive manufacturing. Airbus is not the only one to seize the opportunity : Michelin is already creating a new type of tire also designed by generative techniques and manufactured by additive manufacturing. Look at this puncture-proof tire!



UNMANED CIVIL AIRCRAFT

Maybe the innovation that could be the most discussed in the following years. Why ? Because on one hand, the cost reduction could reach \$35bn a year (according to UBS) and on the other hand, a study reports that 54% of passengers claim not willing to take place in this adventure. But the process is already on his way : Boeing is already **testing unmanned civil aircrafts**. Let's stay tuned!



OUR IDEA

Uberization of aftermarket services

Just as you can find and pay for a ride using your mobile device thanks to Uber, aerospace business services could also be sourced, purchased, managed, and delivered using a desktop, smart phone, or tablet. The uberization of business services would mean that you can access the skills you need, at the price you want to pay, anytime, anywhere. We imagined two main services upon this business model: spare parts exchange and workforce availability.

Imagine, from an MRO point of view, that a customer's aircraft is grounded in a very far point from your maintenance site. How can you reach it with a minimum time and thus with minimum loss? We think of it as a Uber : A global platform where you can pay the closest manufacturer to the aircraft in order to do the job for you. In the current model, sending spare parts and workforce from maintenance site implies costs and delay. With this solution, that could appear just as a user-friendly platform on which interesting things could be done in seconds. A bonus could be to use smart contracts in the payment process, making the transaction the fastest possible..



AND SO, WHAT IF DIGITAL WERE A MAN ?

He would not be just a cost-cutter, he would also be the **employee of the year!**

Every day, Digital goes through all the stages, cuts every unnecessary costs and saves every penny for his company. He feels the gratitude: going from design to manufacturing, sales and certification, collaborators appreciate him.

He empowers people on difficult decision making and at the same time, replaces them on low added-value or risky tasks. He daily participates in people's collaboration, for everyone's benefit. The results are incontestable : by cutting costs smartly, Digital makes productivity, safety and technology now best friends for the benefit of the industry.

Of course, as everyone else, Digital has its drawbacks. His wages are sometimes more costly than the costs he cuts and the ideas he comes up with are not always welcomed. But, does this stop Digital from being helpful and profitable for our world? Absolutely not! Digital is often worth the investment truly because he's already thinking of **what tomorrow has to give...**

MISSION:

LE MONDE DE L'INNOVATION



"Blue Marble" image de la terre prise avec la suite de radiomètre à imagerie infra-rouge visible Raytheon.

raytheon.com/france

Connectez vous avec nous:     

Raytheon

Customer Success Is Our Mission



Deuxième Prix

Thibaud FIGUEROA et Renaud RAGINEL
ENAC-TBS / TBS-Ecole des Mines d'Albi

Bios

Renaud Raginel

Renaud suit le Programme Grande Ecole de Toulouse Business School depuis 2015. Il est actuellement en dernière année au sein du double-diplôme MSc SCALE (Supply Chain and Lean Management) créé par Toulouse Business School et les Mines d'Albi. Il espère que sa formation pourra lui ouvrir des postes au sein d'une supply chain du monde aéronautique.

Thibaud Figueroa

Dans le cadre de son cursus ingénieur de l'Ecole Nationale de l'Aviation Civile (ENAC), Thibaud effectue actuellement un double-diplôme dans le Programme Grande Ecole de Toulouse Business School (TBS). Côté ingénierie, il est spécialisé en Air Traffic Management et en Intelligence Artificielle. A TBS, il a étudié en supply chain avant de se spécialiser en management de l'innovation et du changement.

Avant-propos et remerciements

Conformément aux règles du concours, ce document PDF au format A4 est anonyme. Il est rédigé dans une police de taille 11. Il comporte dix pages : une d'introduction, huit de développement et une de conclusion.

Trois pages sont annexées : une bibliographie, une page de notes et un complément sur la solution Hologarde qui nous a particulièrement séduite.

Sont à exclure du décompte la page de couverture et deux pages de titre qui ne portent aucun propos supplémentaire. Elles n'ont aucune autre portée qu'esthétique et visent à rendre la lecture plus agréable. Enfin cet avant-propos est lui aussi à exclure, il sert simplement à de support aux préambules d'usage pour ce type de documents. Ces quatre pages exclues du décompte sont volontairement dépourvues de numérotation.

Nous remercions M. Bascobert (InnovATM), M. Chatty (DSNA), M. Dubet (SIA), M. Germain (Inodex3D), M. Goujard (Vainqueur de l'édition 2016) et M. Levasseur (Inodex3D) d'avoir accepté de s'entretenir avec nous et d'avoir aimablement répondu à nos questions.

Nous remercions aussi nos relecteurs pour leurs remarques qui ont permis d'améliorer la qualité de notre travail.

Enfin, nous remercions l'équipe en charge de l'organisation du concours USAIRE pour leur disponibilité et pour la journée très enrichissante au Salon du Bourget.

Les opinions et prises de position exprimées dans ce document reflètent exclusivement la pensée des auteurs. Elles n'engagent pas les universités et écoles dans lesquelles ils étudient, ni leurs employeurs passés ou actuels, ni les relecteurs, ni même les personnes interrogées.

Les illustrations des pages 3, 4, 6 et 9 sont des créations réalisées à partir d'images libres de droits distribuées sous licence CC0. Dans le reste du document, sauf mention contraire, les illustrations sont l'œuvre des auteurs.

Introduction

Les avionneurs et motoristes se concentrent sur l'amélioration des performances environnementales des avions. Airbus y consacre plus de 80 % de son budget R&D¹ [1] [2]. Des efforts particulièrement payants : l'avion gagne au moins 10 % de performance environnementale à chaque génération [3] [4]. En revanche, ces acteurs s'attachent moins à optimiser le milieu dans lequel évolue l'avion car c'est à la marge de leur cœur de métier. Il y a donc là un riche gisement de valeur ajoutée [5]. Si la digitalisation intéresse le milieu aéronautique, c'est qu'elle apparaît comme un moyen d'explorer et d'exploiter ce gisement.

Quatre leviers rendent la digitalisation possible [6].

- La disponibilité de l'information sous forme de données ouvre le champ des possibles. L'open data rend accessible une quantité croissante de données et les objets tendent aussi à en générer.
- L'automatisation explose dans tous les domaines via l'intelligence artificielle et par la présence croissante des robots.
- La connectivité progresse de manière inédite. Les débits ne cessent d'augmenter. Ainsi le poids des données à transmettre n'est plus un problème et de plus en plus d'objets deviennent connectés. En résulte une synchronisation continue des systèmes.
- La connaissance du consommateur croît constamment grâce au digital. Cela ouvre la porte à de nouveaux services personnalisés, encore plus tournés vers le client.

Trois étapes se succèdent au sein de la transformation numérique : dématérialisation, numérisation et digitalisation [7]. Dématérialisation et numérisation consistent essentiellement à utiliser des outils numériques en remplacement des outils analogiques. Soit, "faire du vieux avec du neuf". A contrario, la digitalisation impose un changement de paradigme et des pratiques nouvelles. Une digitalisation réussie présente donc un plus fort potentiel de réduction des coûts.

Réduire les coûts, c'est agir sur tout ce qui pèse sur le prix de revient. Il existe des coûts directs, source de valeur ajoutée pour le produit, et des coûts indirects, sans valeur ajoutée. Bien sûr, le réflexe est de s'attaquer frontalement à tout ce qui cause des coûts. Mais il existe d'autres pistes. Elaborer, à coût constant, des produits personnalisables et de meilleure qualité. Créer de nouveaux services liés au produit sans coût supplémentaire. Identifier des services superflus qui peuvent être supprimés sans baisse du prix. Vendre plus ou plus cher sans déboursier un sou supplémentaire. Toutes ces opérations réduisent la part des coûts dans l'équation totale. En résumé, pour réduire efficacement et durablement les coûts, il est préférable de s'attacher à optimiser l'efficacité de la dépense plutôt que pratiquer un naïf "cost-killing".

Parmi les nombreuses révolutions offertes par le digital, l'utilisation des drones promet beaucoup [8]. L'entreprise Dronelec propose une solution qui inspecte les avions 20 fois plus vite que les méthodes actuelles à l'aide de drones 100 % automatisés (sans télépilote) qui détectent les défauts en temps réel.

Un exemple qui inspire la structure de notre développement : les prophètes de la digitalisation promettent *un nouvel Eldorado*, mais nous avons tenu à nous interroger sur *l'envers du décor digital*.



Partie 1

Le digital :
Un nouvel Eldorado ?
La martingale absolue ?

De nouveaux modèles pour la conception et le développement

C'est un paradoxe ! L'aéronautique est une industrie de pointe, fleuron de tout l'écosystème industriel d'un continent. Pourtant le secteur suit difficilement le rythme de l'innovation des années 2010. Il subit donc des secousses comme l'arrivée de SpaceX qui réduit déjà le coût de l'espace d'environ 50 %. Le sulfureux Elon Musk espère même atteindre "un facteur 100" [9]. Bien sûr la digitalisation aurait un rôle limité - mais pas inexistant - dans cette réduction des coûts qui s'explique surtout par la réutilisation du lanceur. Cela reste néanmoins symptomatique d'un secteur qui accuse quelques lenteurs. Mais pourquoi ?

Cette industrie reste fortement protégée, régulée et certifiée. Ainsi, elle est peu propice à l'innovation disruptive en interne et peu stimulée par de nouveaux entrants raréfiés par de fortes barrières à l'entrée. L'aversion au risque constitue finalement le revers de la médaille de la culture aéronautique qui fait en revanche la part belle au "safety first".

Les atouts des start-up

La taille des mastodontes de l'aéronautique explique une grande partie des difficultés qu'ils rencontrent à innover dans le digital. Cette taille constitue une condition sine qua non pour produire un avion de ligne mais devient une faiblesse pour innover rapidement [10] [11]. Leurs processus, dimensionnés pour mener à bien de grands programmes, rendent difficiles la preuve de concept (ou POC³, hérité de l'anglais), le prototypage à bas coût et les développements agiles⁵. En revanche, c'est la force des start-up spécialisées dans le digital. Stéphane Bascobert, fondateur de Innov'ATH, nous confirme que c'est entre autres la capacité à produire une POC en 2 à 4 mois que viennent chercher ses grands partenaires industriels.

Le gain économique est multiple. Bien sûr les coûts de prototypage sont réduits. De manière corollaire, il est possible de prototyper plus et donc d'identifier plus clairement les innovations digitales à forte valeur ajoutée. Les prototypes peu convaincants sont aussi abandonnés plus facilement car peu coûteux. Mais le prototypage réduit surtout le risque de développer des systèmes très onéreux qui ne correspondent pas du tout aux besoins de l'utilisateur final [12].

La stratégie gagnante de la start-up consiste à entrer sur le marché de l'aéronautique par les services parallèles sans concurrencer frontalement les ténors et en évitant soigneusement l'écueil de la certification des systèmes critiques. L'essor de ces services s'explique par la disponibilité accrue de données. Un autre avantage de la start-up réside dans sa capacité à se réorienter en cas d'erreur de marché ou de produit.

Les grands comptes du secteur s'intéressent souvent à ces jeunes entreprises⁴ et en achètent des parts afin de profiter de leurs solutions sans déboursier des sommes exorbitantes en R&D. Les start-up, souvent anonymes malgré leurs innovations, trouvent leur compte à nouer une relation avec un groupe réputé tel que Thales.

En effet, plusieurs dirigeants de start-up relèvent que la présence de ce type d'entreprises à leurs côtés est un gage de qualité et de fiabilité donc un atout indéniable vis-à-vis des clients. L'open innovation pousse encore plus loin ce concept de partenariat.

L'open innovation pour quoi faire ? Pour qui ? [13]

L'open innovation consiste à créer un écosystème entre plusieurs partenaires de tailles, origines et spécialités diverses pour faire émerger les innovations. C'est pourquoi les incubateurs fleurissent partout, à l'initiative des grandes écoles et de l'Etat, mais aussi des grands groupes. En effet, ces derniers ont identifié leur difficulté croissante à prendre des risques pour innover.

D'une part, les pressions financières [14] et les attentes des actionnaires sont élevées. Airbus et Safran ont vu la valeur de leurs titres exploser ces 5 dernières années, respectivement 136 % et 189 %. La capitalisation boursière des cinq géants français (Airbus, Safran, Thales, Dassault Aviation, Zodiac) a bondi de 40 à 130 milliards d'euros en l'espace de 10 ans et les perspectives à moyen terme sont aussi excellentes. En clair, stratégiquement parlant, ces entreprises se trouvent dans une phase d'exploitation de produits "vaches à lait" alors que l'innovation digitale reste souvent de l'ordre du "dilemme".

D'autre part, ces géants ne possèdent pas nécessairement toutes les compétences adéquates, ni la flexibilité nécessaire : sur les sujets digitaux, leurs structures de R&D restent parfois stériles.

Les leaders en place veulent limiter le risque au maximum pour perdurer, tandis que les nouveaux entrants n'ont pas d'autre choix que d'innover pour exister. Les acteurs les plus visionnaires utilisent donc leur excellente santé financière pour investir dans des structures hybrides d'incubation. Le but est d'attirer les jeunes entrepreneurs mais aussi de faire germer les idées internes les →

"Les idées nouvelles et l'innovation, c'est essentiel au maintien du leadership d'Airbus" — Fabrice Bréquier, PDG d'Airbus

L'open innovation, c'est aussi l'open source

Ce terme désigne les œuvres de l'esprit - dont les logiciels - libres de redistribution, d'accès au code source et de réutilisation. Bien que libre ne soit pas toujours synonyme de gratuit, le coût d'acquisition d'un logiciel libre reste généralement très inférieur à son équivalent dit propriétaire. L'open source réduit aussi les coûts de développement : les développeurs travaillent rarement ex nihilo, car il existe toujours une base de travail libre adéquate [15].

D'après une enquête de 2016 réalisée auprès des utilisateurs du framework open source OpenStack, 72 % des répondants choisissent cette solution afin de réduire leurs coûts [16]. L'Observatoire Open Source réalisé par IDC² révèle que l'utilisation de l'open source présente des bénéfices financiers (baisse des coûts de mise en œuvre, de gestion et de maintenance) mais améliore aussi la performance des applications. L'Observatoire remarque aussi que l'open source est le modèle favorisant le plus l'innovation sur les nouveaux environnements.

Les entreprises elles-mêmes peuvent trouver un intérêt stratégique à produire en open source ou du moins à abandonner les modèles 100 % fermés. Se dispenser du coût élevé de la protection de la propriété intellectuelle informatique peut faire sens : beaucoup de solutions logicielles sont plus révolutionnaires par le service proposé que par la complexité de développement. C'est l'accès rapide au marché qui constitue alors la meilleure protection [17]. D'autre part, la stratégie qui consiste à ouvrir son code ou - à minima - à mettre à disposition des API (Application Programming Interface³) et SDK (Software Development Kit⁴) pour ses produits s'avère rentable. Elle crée une synergie autour des produits de l'entreprise et permet même de voir émerger de nouvelles idées potentiellement lucratives.

Rappelons que le chiffre d'affaires des acteurs de l'open source progresse 6 fois plus vite que l'ensemble du secteur numérique en France.

→ plus innovantes par émulation. Les grands groupes bénéficient ainsi de tous les avantages des start-up et gardent la main sur l'innovation naissante. De plus, elles externalisent l'essentiel du risque financier sur de frêles start-up prêtes à se risquer au grand jeu de l'innovation. Sans compter que l'investissement reste raisonnable : pour son BizLab, Airbus a investi "seulement" 400 000 € [18]. Comme les start-up restent frileuses à se diriger spontanément vers l'aéronautique à cause des barrières à l'entrée déjà évoquées, le BizLab vise des start-up "early stage" dont les spécialités peuvent trouver une application en aéronautique : robotique, data science, réalité virtuelle, blockchain, jeux vidéo, intelligence artificielle ; plutôt des domaines à la marge du cœur de métier d'Airbus [17].

Le groupe va même plus loin puisqu'il a créé récemment dans la Silicon Valley un fonds de capital-risque doté de 150 millions de dollars ainsi qu'un centre d'innovation [19].

[...] un pari gagnant
des grands groupes
pour s'offrir une
R&D digitale à
moindre coût.

Modèle différent mais même stratégie pour le français Starburst qui s'appuie sur un réseau ouvert. Les plus grandes entreprises du secteur (dont Thales, Boeing, Air France-KLM, GE⁵ Aviation) cotisent chaque année entre 100 000 et 250 000 € pour avoir accès au

comité de sélection des nouveaux incubés. Fin 2016, Starburst avait levé 200 millions d'euros pour accompagner les jeunes entreprises les plus innovantes du secteur [20].

Le mariage entre "grands" de l'aéronautique et "petits" du digital apparaît comme un pari gagnant des grands groupes pour s'offrir une R&D digitale à moindre coût. En effet, ces investissements dans l'open innovation sont à comparer aux budgets R&D de Thales ou Airbus qui dépassent les 2 milliards annuels [21] [22].



La réduction du fossé entre conception et industrialisation

Une technologie réduit sensiblement les coûts de production des pièces : la fabrication additive (par exemple -20 % chez le fabricant de Jouets Primo Toys). Connue du grand public sous le nom d'impression 3D et démocratisée par les fab lab⁹, elle permet de fabriquer une pièce à partir d'un modèle de CAO¹⁰. D'où son utilisation assez courante pour vérifier les caractéristiques d'une pièce avant sa production industrielle.

Aujourd'hui, les applications de l'impression 3D dépassent largement le cadre du prototypage. Elle a gagné sa place dans la production pour plusieurs raisons :

- la liberté de fabriquer des pièces irréalisables par des méthodes conventionnelles,
- l'avènement des matériaux composites dans la production aéronautique,
- l'opportunité de créer une pièce sur place plutôt que de l'acheminer à grand frais,
- la possibilité nouvelle de créer des pièces métalliques comme le propose la start-up alsacienne BeAM,
- les promesses de réduction de masse de plus de 30 % avancées par Sogclair Aerospace, or réduction de masse signifie économie de carburant et/ou gain de charge utile,
- les précédents de Boeing et Airbus qui ont fait certifier des pièces issues de la fabrication additive pour leurs derniers-nés.

De nombreuses perspectives de gains économiques pour la décennie à venir. D'après Wohlers Associates, l'aéronautique est le premier segment vertical d'application de fabrication additive avec 18,2 % et une forte progression en 2016.

Avec l'impression 3D, les pièces conçues par ordinateur peuvent être prototypées puis industrialisées presque immédiatement. Cela s'inscrit dans une mutation plus globale de l'industrie 4.0 : l'abolition du gouffre historique onéreux entre conception et industrialisation. Une meilleure continuité entre ces deux étapes permet de réduire drastiquement les coûts. "Effacer [cette] rupture dans le Product Lifecycle Management¹¹", c'est ce que propose la start-up toulousaine Inodex3D. Cette jeune start-up souhaite plonger le secteur du câblage filaire dans le tout digital avec sa solution dénommée Apara-Wire.

Le constat à l'origine du concept ? L'industrialisation du câblage des cockpits se réalise actuellement de manière "artisanale". Armé de calques, d'un tableau et de clous, un câbleur expert crée une planche à clous complétée d'un patron qui servira de référence d'assemblage. À ce stade, tout reste à faire : choix des câbles, détermination des longueurs, des connecteurs et

des outils en fonction de toutes les contraintes. Une opération chronophage et coûteuse. Pourtant la conception initiale est assistée par ordinateur : modèle 3D du câblage et schéma électrique numérique. Stéphane Levasseur, fondateur d'Inodex3D, a imaginé une solution logicielle SaaS¹² qui prend en entrée les modèles numériques du câblage, mais aussi un référentiel d'assemblage et les catalogues fournisseurs. Les données sont traitées par un algorithme qui automatise l'industrialisation. Le procédé de câblage optimal est ainsi généré.

L'idée ne s'arrête pas là ! Le système se déploie aussi sur tablette afin de guider les câbleurs pas à pas pour chaque branchement à réaliser : connecteur, câble, outils, dynamométrie... Exit la planche à clous et les dossiers de milliers de pages. Inodex3D travaille aussi sur l'utilisation de la réalité augmentée, technologie démocratisée grâce au jeu pour smartphone Pokémon Go. Le câbleur pointe la caméra de la tablette vers une pièce sur laquelle il doit assembler un câble. Il visualise alors immédiatement le câble correctement positionné. De plus, l'intégration du catalogue fournisseur permet d'optimiser les approvisionnements des pièces (disponibilité assurée, stocks réduits ou encore économies d'échelle).

Dernier bonus : grâce au suivi de l'assemblage par tablette, l'outil assure une connaissance totale de tous les temps d'assemblage. Cela permet une gestion très fine des coûts, un atout indéniable pour répondre au mieux à un appel d'offre.

L'ensemble de la solution engendre un gain de productivité et une économie conséquente en temps de travail sur les opérations à faible création de valeur. Lors de la vente de sa solution Inodex3D s'engage contractuellement à un gain net supérieur à 20 %. Un pas de plus vers ce qu'on appelle aujourd'hui l'industrie 4.0.

[...] Inodex3D s'engage contractuellement à un gain net supérieur à 20 %.



Vers une production à la carte et optimisée

L'industrie 4.0 est la révolution industrielle du XXI^{ème} siècle. Son but ? Produire un bien personnalisable au même prix qu'une grande série. En la matière, l'industrie automobile fait office de pionnier. Certains acteurs de l'aéronautique suivent, comme Dassault ou Airbus, mais beaucoup marquent le pas. C'est pourtant une urgence : exploiter les outils digitaux pour résoudre l'équation entre des clients toujours plus exigeants et le maintien voire la réduction des coûts. Les acteurs incapables de résoudre cette équation seront en difficulté. En revanche, d'après le cabinet Roland Berger, une transformation réussie pourrait présenter un gain de résultat d'exploitation de 25 % à 40 % d'ici 2035, date envisagée de la fin de la transformation.

Les pièces manquantes du puzzle

Déjà ancienne, la robotisation n'est pas le moteur de l'industrie 4.0. Mais sa généralisation lui sert d'appui. Il en est de même pour l'intelligence artificielle et son cousin "branché" le big data. Ces technologies relativement anciennes trouvent un nouvel écho avec l'explosion des capacités de calcul et de connectivité : elles sont devenues accessibles.

L'internet des objets (ou IOT¹⁵ en anglais), porté notamment par la future licorne¹⁶ française Sigfox, fait partie des déclencheurs. Les moyens de communication sont petits, bon marché, chaque objet peut être équipé. L'usine et tout ce qu'elle produit constituent un environnement interconnecté et intelligent. Les robots prennent du galon et deviennent des systèmes cyber-physiques¹⁵. Les données pertinentes sont recueillies et les commandes adaptées sont transmises. La connectivité permet aussi d'envisager de nombreuses applications pour les technologies telles que la radio-identification¹⁶, la réalité augmentée ou encore les codes-barres. Le stéphanois BOA Concept profite de ces évolutions pour proposer son "convoyeur modulaire intelligent" afin d'économiser sur la logistique interne. Chaque convoyeur dispose de sa propre intelligence artificielle et se met en veille quand il n'a plus rien à faire. Le tout s'appuie sur un réseau physique reconfigurable rapidement à la manière d'un jeu de construction.

Tout dans l'usine génère des données récupérables et exploitables, ce qui ouvre la porte aux analyses et optimisations mathématiques : une mine d'or encore peu exploitée. Les méthodes de recherche opérationnelle, de théorie des graphes identifient des optimisations inattendues du processus de production. La machine learning¹⁷ permet d'apprendre les contextes de panne et de les anticiper. La maîtrise statistique des procédés peut se faire en

continu. De même pour les actions correctives, qui deviennent ainsi proactives.

Inventaire en temps réel, interconnexion avec l'ERP¹⁸, traçabilité des articles dans la supply chain¹⁹, fabrication déclenchée par prédiction de demande (aboutissement ultime du lean management²⁰), transport autonome (au sol ou par drone) ... une fois les investissements initiaux réalisés, les applications potentielles et les gains associés sont presque sans limite ! D'autant que ces optimisations intéressent particulièrement le géant Amazon qui ne manquera pas de stimuler le secteur.

Daher, soutenu par la BPI²¹, a investi 120 millions d'euros dans son "usine du futur" près de Nantes. Le groupe espère tirer le meilleur des technologies citées précédemment afin de s'aligner sur "des baisses de prix de 10, 20, voire 50 %" [23]. C'est en tout cas ce qu'espèrent ses clients

comme Airbus et Boeing. Difficile de dire si toutes ces technologies mises bout à bout permettront de telles baisses de coûts.

A propos du contrôle qualité

Aujourd'hui, Latécoère emploie la réalité augmentée pour contrôler les câblages. Une méthode qui fait écho à la solution de Inodex3D.

Par ailleurs, les trois géants du numérique Google, Facebook et Apple se sont lancés dans la course à la reconnaissance d'image [24]. Cette technologie, qui s'appuie sur des algorithmes élaborés de traitement d'image et sur le machine learning, génère une description de plus en plus précise des photographies soumises : nombre de personnes ainsi que leurs caractéristiques physiques, animaux, bâtiments et monuments, meubles et objets, arrière-plan ... De là à dire qu'elle permettra bientôt de faire des contrôles qualité d'assemblage ou de câblage, il n'y a qu'un pas.

L'usine modulable selon GE, peut-être l'avenir ?

GE propose des modules d'usine transportables par voie maritime et routière et assemblés sur le site du client. Un avantage est de simplifier la maintenance ou les réparations qui peuvent être réalisées en remplaçant un module vieillissant ou défectueux [30]. Ce Kubio développé par GE dans le domaine pharmaceutique montre l'intérêt de l'usine "clé en main" : investissement restreint, temps de déploiement record et connectivité optimisée pour faciliter la gestion du site. Réactivité et adaptabilité sont à la clé : pour l'usine de Wuhan, il a fallu seulement 8 jours pour assembler les 62 modules et 550 jours du lancement du projet à la certification du site. Une prouesse notamment rendue possible par l'avènement de l'hyper-connectivité.

Acheter et vendre mieux ?

Le secteur aérien est un des premiers - voire le premier - à avoir mis en place le yield management afin d'optimiser le prix des billets en fonction de la demande. Ceci a notamment vocation à rentabiliser au maximum l'affrètement d'un avion. Selon Dominique Grietz, consultant senior chez Aérogestion, une compagnie aérienne perdrait 7 % de recettes sans cette pratique. Une optimisation de la marge beaucoup plus difficile à atteindre sur d'autres compartiments (exploitation, distribution...).

Des domaines d'application pour l'intelligence artificielle

Plus puissantes encore, les dernières méthodes de demand forecasting²² s'appuient sur la disponibilité accrue des données. Elles emploient le machine learning (régression et classification²³, notamment par réseau de neurones et apprentissage profond²⁴) pour cerner au mieux les attentes clients. Leur démocratisation pourrait conduire à un gain supplémentaire de quelques points. Sans compter que la connaissance accrue du client permet de proposer à coût constant toujours plus de services liés et personnalisés.

La relation client changera aussi bientôt par le biais des robots conversationnels²⁵, eux aussi basés sur le machine learning. Il est déjà possible d'en croiser sur les sites de la SNCF ou Ikea mais l'expérience utilisateur²⁶ n'est pas encore satisfaisante. Cela ne devrait pas durer car Facebook veut en faire un service phare de son application Messenger. Ce sont d'ailleurs aussi les réseaux sociaux qui révolutionnent la publicité et le marketing : entre la viralité²⁷, les articles de blogueurs, et le community management²⁸, les opportunités ne manquent pas pour s'adresser autrement à une cible hautement réceptive. Tout cela pour un coût sans commune mesure avec une campagne de publicité conventionnelle.

Du côté des achats, l'Analyse en Composante Principale (ACP) pourrait supplanter le subjectif et dépassé "scoring", encore largement utilisé pour la sélection des fournisseurs. Aussi utilisée en big data, l'ACP identifie les caractéristiques principales des fournisseurs et permet d'effectuer les comparaisons les plus pertinentes. Difficile d'évaluer l'impact d'une meilleure sélection de ses fournisseurs, et donc, de l'utilisation de l'ACP. Mais on connaît l'effet de levier du budget achat sur la marge : une optimisation des achats - même minime - est toujours profitable. L'ACP peut être complétée par le calcul du Total Cost of Ownership, déjà plus répandu mais facilité par la digitalisation : ces méthodes ne sont pas propres au digital, c'est la digitalisation qui les rend accessibles.



Vendre grâce à la réalité virtuelle

Connaissez-vous les lunettes de réalité virtuelle Microsoft HoloLens ? Car c'est peut-être votre nouvel outil de travail ! Dans la vente aussi, ce type d'outil deviendra de plus en plus commun. La réalité virtuelle et même les hologrammes sont un excellent outil pour les commerciaux. Aujourd'hui, ils peuvent encore se démarquer de la concurrence avec ce "gadget" visant à faciliter la projection de leurs clients. Par exemple, la représentation des aménagements de cabines est facilitée. Ceci est aussi un bon moyen de créer une image d'entreprise innovante.

Le SaaS : la flexibilité logicielle

SaaS signifie Software as a Service. Avec ce nouveau business model, le client ne devient pas propriétaire d'une licence du logiciel mais peut l'utiliser en ligne contre un abonnement. Il y a des avantages techniques : compatibilité de tous les terminaux, coût réduit d'infrastructure, pas de gestion des mises à jour, co-working, centralisation. Mais il y a aussi un avantage financier non négligeable. Le SaaS est un abonnement alors que l'achat d'une licence est une immobilisation. Une flexibilité qui permet de payer le logiciel seulement en fonction de son utilisation réelle.

50 % de place en plus

On le sait, les parkings rapportent gros aux exploitants aéroportuaires (20 % du CA de Lyon-Saint-Exupéry en 2014). La croissance du nombre de passagers impose de créer toujours plus de places. Le robot voiturier "Stan", conçu par Stanley Robotics, multiplie par 2 la capacité des parkings existants et promet un gain de temps pour les passagers. Le concept est simple : les voitures sont garées de manière bien plus dense et sans risque de dégât grâce à la précision de la robotique.

Consommer moins !

La digitalisation ouvre la porte à une multitude d'économies sur les coûts de fonctionnement. Celles-ci sont plus ou moins conséquentes mais c'est leur volume qui fait leur force.

Prédire avec le big data

Dans tous les secteurs, GE est parmi les plus avancés dans l'utilisation du big data à des fins prédictives, par exemple avec la maintenance prédictive. Elle aussi est rendue possible par la capacité de calcul accrue et la connectivité. Aujourd'hui GE affirme analyser 1500 vols en 20 minutes alors qu'il fallait auparavant 30 jours. De plus, l'avion est capable de transmettre une quantité croissante de données en vol (via Data Link²⁹) et encore plus à l'escale (via AeroM ACS³⁰). La maintenance prédictive limite l'impact de la panne d'un bien productif et les coûts du "just in case". D'après l'US Department of Energy, elle permettrait de réduire de 12 % les coûts de maintenance planifiée et d'éliminer 70 % des pannes. Rolls Royce, Airbus, Air France Industrie, Bombardier... beaucoup l'ont déjà adoptée. Dans le même esprit, le "digital twin" dote chaque avion d'un jumeau digital individuel pour simuler son vieillissement.

Côté ferroviaire, la SNCF travaille avec TELMEPlus qui utilise aussi les drones pour anticiper la croissance de la végétation (en prenant en compte des paramètres contextuels tels que la météo). Une méthode moins onéreuse qu'une inspection sur le terrain, qui pourrait aussi intéresser les exploitants aéroportuaires.

Un rôle prépondérant pour l'ATM³¹

L'accroissement de la capacité et l'enjeu écologique et économique du carburant sont les moteurs principaux de l'innovation aéronautique. L'ATM s'est doté de programmes de R&D à la hauteur : SESAR³² en Europe et NextGen³³ en Amérique. Plutôt que de poursuivre l'utopie d'une optimisation automatique globale du trafic, la stratégie actuelle vise à offrir des outils d'aide à la décision aux contrôleurs aériens pour faire sauter des verrous de capacité [5].

L'outil Recat de Thales révolutionne la gestion de la turbulence de sillage et fait chuter le Runway Occupation Time. Innov'ATM introduit l'intelligence artificielle dans l'ATM ce qui lui vaut le surnom de "Waze du contrôle aérien" : séquençement des avions, optimisation des parkings et des portes, fluidification du roulage au sol... et des gains démontrés autour de 10 %. Les concepts comme

SWIM³⁴ et CDM³⁵ puisent leur force dans un paradigme simple : le partage de l'information assure une meilleure conscience de la situation ce qui permet à chaque acteur de prendre de meilleures décisions. Côté conception de procédures, le GNSS³⁶ libère les

trajectoires et augure une ère de trajectoires optimisées par intelligence artificielle. Les publications scientifiques évoquent un gain en carburant de 5 à 10 %.

Quant à elle, la modernisation de l'AIM³⁷, notamment via SWIM, contribue à un gain de poids (env. 20kg de papier) mais surtout de temps de gestion documentaire. Cela permet aussi l'émergence de services liés comme Mach 7 ou Air Nav Pro³⁸. Plus prospectif, l'affichage dans le cockpit, en réalité augmentée, de bases de données cartographiques (AMDB et TOD³⁹)

permettra une baisse du risque de collision avec l'environnement telle que celle de l'A380 du Bourget en 2011. Un enjeu de l'AIM parfaitement identifié par Airbus qui a racheté Navtech⁴⁰ en 2016 pour monter en puissance sur le sujet.

Chez les virtuoses du coût réduit

Comment parler de réduction des coûts en Europe sans évoquer Easyjet et Ryanair ? Pour ces compagnies, la réduction des coûts passe entre autres par la digitalisation. Easyjet se lance dans l'inspection avion par drone évoquée en introduction. Par ailleurs, la compagnie travaille avec Safran sur l'impression 3D afin de ne plus être dépendante des stocks et des temps de livraison de pièces pour les réparations. Enfin Easyjet prévoit d'utiliser la réalité virtuelle pour réduire le coût de formation de son personnel navigant. Dans cette optique, elle pourrait aussi s'intéresser aux MOC⁴¹ : s'ils sont bien réalisés, ils remplacent avantageusement et à moindre coût un cours physique.

Un vieux serpent de mer. En 2010 déjà, Michael O'Leary, PDG de Ryanair déclarait : "Pourquoi conserver deux pilotes dans l'avion ?" Nombreux jugeaient cette idée fantaisiste, sans imaginer qu'en 2017, Boeing travaillerait sur un projet d'avion sans commandant de bord (comme un métro). Les premiers tests en simulateur devaient avoir lieu cet été. Le débat éthique et réglementaire est ouvert. Les passagers auront certainement du mal à accepter ce changement.

Pas si anodin

On n'y pense pas forcément mais la digitalisation s'attaque à la question du gardiennage industriel, souvent sous-traitée à grand frais. Soutenue par Parrot, la start-up EOS Innovation a développé un robot gardien qui collabore avec l'humain en charge du site et décuple sa capacité de surveillance. Moins futuriste, Egidium Technology édite une suite logicielle modulaire qui optimise la supervision de la sécurité des lieux sensibles. Autre sujet : la start-up Evolution Energie a créé un logiciel qui permet à ses clients (dont Arcelor et Total) de réduire de 20 % leur facture énergétique.



Partie 2

L'envers du décor digital

L'envers du décor digital

“Après soit on considère qu'il n'y a aucun lien entre la transformation digitale et le business soit que les résultats se font attendre, car la transformation est trop parcillaire. Nous penchons plutôt pour cette deuxième explication.” — Pascal Delorme, directeur exécutif Accenture Digitale France et Benelux

L'analyse du célèbre cabinet de conseil Accenture est certainement juste. Mais il faut surtout s'interroger sur les raisons qui conduisent les acteurs à se lancer trop timidement dans la transformation digitale : elle vient avec de nouveaux risques et de nouveaux coûts.

Dictionnaire non exhaustif des coûts presque cachés de la digitalisation

Attention à ne pas sous-estimer ces coûts qui se cachent dans toutes les activités et à tous les niveaux d'une entreprise.

Cybersécurité (n. f.) : 1. Domaine encore largement sous-estimé dans lequel les entreprises ont du mal à investir autant qu'il faudrait. (syn. sécurité des systèmes informatiques, SSI). 2. Moyen de lutte contre les cybermenaces des années à venir. 3. S'appuie avant tout sur les bonnes pratiques des utilisateurs telles que la mise à jour régulière des logiciels, d'où l'importance de la formation. 4. Pourrait bientôt représenter 5 à 10 % du budget informatique des entreprises [25].

Ex. *L'attaque mondiale du 27 Juin 2017 (Mirus Petry) a touché des entreprises majeures du secteur du transport comme Maersk la SNCF et des structures institutionnelles en Ukraine et Russie. Durant cette attaque, l'aéroport de Kiev a été touché engendrant une panne des panneaux d'affichages. Cette attaque exploite une faille de cybersécurité de Windows.*

Formation (n. f.) : 1. Indispensable pour une entreprise passant au digital. Onéreuse, doit donc être rentable rapidement. (syn. apprentissage, enseignement). 2. Domaine, comme tant d'autres, où il s'agit de faire mieux avec moins, si possible avec les ressources existantes. Une logique qui n'est pas viable à long terme sous peine d'accumuler du retard vis-à-vis de la concurrence. 3. Peut aussi être considéré comme un produit très lucratif. Un acteur avec une légère avance dans le digital la vendra au prix fort. 4. Opération qui peut être facilitée par la digitalisation (simulations pour les pilotes et contrôleurs, MOOC) mais pas forcément à moindre coût étant donné les coûts de développement et de maintenance des outils digitaux de formation.

Ex. *L'acquisition des connaissances conceptuelles et procédurales est réalisée lors de sessions de formation où l'objectif est d'entraîner le salarié. Par contre, la mise en application et le rodage ont un coût que l'entreprise se doit de supporter. La clé du succès réside dans l'efficacité de cette mise en œuvre.*

La cybersécurité pourrait bientôt représenter 5 à 10 % du budget informatique des entreprises

0,8 % du chiffre d'affaire de British Airways : c'est le coût du bug informatique qui a touché la compagnie en 2017

Recrutement (n. m.) : 1. Moyen efficace pour répondre à un fort besoin d'employés digitalement capables mais rares sur le marché. 2. Processus qui conduit à payer à prix d'or [26] des data scientists, data analysts, ingénieurs en intelligence artificielle, experts en cybersécurité dont on attend beaucoup. 3. Théâtre de la guerre féroce du "talent acquisition" dont certaines PME risquent de subir les conséquences.

Ex. *Les enjeux du recrutement sont une part non négligeable des coûts d'une entreprise passant à l'ère digitale. Et, la technologie se développant à un rythme effréné, les spécialistes de la première vague seront ensuite dépassés. Il sera impératif de faire évoluer leurs compétences ou de les remplacer par la nouvelle génération.*

Risque machine (n.m. et adj.) : 1. Risque auquel on s'expose quand on fait l'erreur de considérer l'informatique comme une banale fonction support. 2. Lorsqu'il se concrétise, l'image de l'entreprise est fortement entachée et cela engendre un coût élevé sur le long terme. 3. Le risque machine est réduit grâce à la sûreté de fonctionnement. 4. Raison pour laquelle la course au low cost informatique est à réitérer à deux fois.

Ex. *Le tout digital présente un risque machine comme peut l'illustrer le cas de British Airways. MF-2017, suite à un des plus gros bugs informatiques de l'histoire aéronautique, la compagnie a subi de lourds dysfonctionnements. Pendant deux jours, aucun décollage d'avions British Airways n'a eu lieu. Cela représente plus d'un millier de vols annulés et un coût estimé autour de 115 millions d'euros soit 0,8 % du CA de 2016.*

Des freins éthiques...

La résistance au changement est l'un des freins les plus importants, surtout chez les acteurs institutionnels. Beaucoup d'employés connaissent, voire approuvent, les nouveaux outils digitaux mais ne souhaitent pas leur mise en place pour des raisons élémentaires : changement des méthodes de travail, perte d'intérêt du poste. C'est le cas des contrôleurs aériens qui avancent que certains outils d'aide à la décision les privent du challenge inhérent à leur métier. Au-delà de la simple résistance au changement, il est possible d'identifier un mouvement - certes minoritaire - de défiance. Les raisons sont multiples : peur des ondes

électromagnétiques, peur des dérives de l'intelligence artificielle, destruction d'emplois, image "Big Brother"... En la matière, l'affaire PRISM⁴² révélée par Edward Snowden a lourdement entaché l'image des GAFAM⁴³. Ne serait-ce qu'à cause du Patriot Act, la confidentialité des données hébergées par des services cloud américains est remise en question. Une situation qui doit alerter les individus comme les entreprises.

Le sentiment "Big Brother" ne s'arrête pas là. Avec la digitalisation, les salariés s'inquiètent aussi d'être surveillés par leur employeur même si, en France, la CNIL⁴⁴ veille au grain. D'ailleurs, tous n'acceptent pas le discours selon lequel l'intelligence artificielle remplace l'homme pour les tâches ingrates : dans la logistique automatisée, les tâches les plus valorisantes sont gérées par l'ordinateur alors que le simple picking⁴⁵ est laissé à l'homme, car il requiert une trop grande précision de manipulation. Chez certains grands groupes, les installateurs de matériel à domicile photographient leur travail pour prouver à un robot que leur travail est bien fait. Un gain de productivité ? Peut-être. Mais surtout une image égratignée pour le digital. Le fait qu'un tiers des emplois seront détruits par l'automatisation d'ici 2025 n'arrangera rien [27]. De quoi s'interroger sur les coûts potentiels d'une fraude sociale anti-digital.

...mais des attentes décuplées

Avec le digital, les attentes de l'employé sont décuplées : il exigeira que l'expérience utilisateur des outils professionnels soit aussi agréable que celle des applications qu'il retrouve le soir sur sa tablette. A l'extrême, si les outils lui font perdre du temps, il finira démotivé.

De son côté, le consommateur attend toujours plus de services connexes. Certes, leur développement représente un investissement immédiat important mais les sous-estimer serait une erreur. L'accès internet en fait partie, un passager qui ne peut

pas se connecter correctement dans un aéroport ou durant son vol laissera un commentaire négatif sur les réseaux sociaux dès son arrivée. Autre point : les clients sont de plus en plus friands d'une hyperpersonnalisation. Bientôt les passagers voudront être appelés par leur nom au moment de s'enregistrer, recevoir un sms précisant l'heure optimale pour leur embarquement pour éviter de longues

files d'attente. On imagine aussi la possibilité de pouvoir commander son sandwich pour une correspondance et qu'il soit livré à la descente de l'avion. La qualité de l'expérience client sera un facteur de succès aussi bien pour l'aéroport que pour la compagnie.

Enfin, beaucoup espèrent que les solutions digitales participeront à la transition écologique. Rien de moins sûr : une simple requête Google a une empreinte carbone de 7 grammes ! [28]

Le retard des institutions

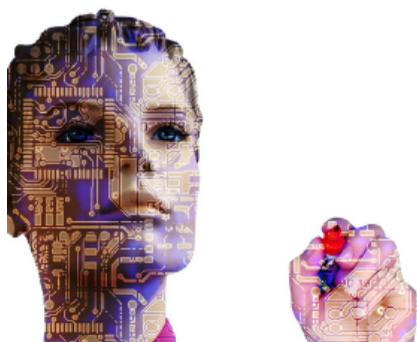
C'est bien connu, les règlements accusent généralement du retard sur l'innovation. La digitalisation n'échappe pas à la règle.

La question de la certification est symptomatique. Le défi à relever dans le domaine réside dans les interactions potentiellement dangereuses entre des systèmes supposés indépendants. Par exemple, dans les dernières secondes avant le crash de l'AF447 l'avertisseur de proximité du sol (ici l'océan) ordonne au pilote de tirer sur le manche alors que l'alarme de décrochage suggère plutôt de rendre la main. A ce moment il était déjà trop tard, pourtant une telle situation pose question.

Dans le milieu de SWIM, on s'interroge encore sur les questions de gouvernance, de propriété intellectuelle, de responsabilité des données et aussi sur le modèle économique qui en découlera. Mais on constate aussi que des industriels déforment volontairement les formats standards d'échange de données, effrayés par les perspectives d'affranchissement de la dépendance à leurs produits.

Au sujet de l'intégration du drone dans le trafic aérien, beaucoup d'initiatives existent, proposées par l'ENAC⁴⁶, Eurocontrol⁴⁷ ou encore Global UTM⁴⁸. En la matière, la solution Hologarde, développée par DSN Services, start up de la Direction Générale de l'Aviation Civile, et Aéroports de Paris permet de détecter les drones autour des aéroports à 5 km. Cet outil nous a séduit car il démontre que le digital peut aussi apporter une solution à un problème créé par la digitalisation. Pour cette raison nous lui consacrons l'Annexe 1 de ce document. Mais l'intégration des drones reste un sujet ouvert. Peut-être un sujet pour une prochaine édition du concours USAIRE ?

"Je travaille sur des formes très avancées d'intelligence artificielle, et je pense qu'on devrait tous s'inquiéter de ses progrès." — Elon Musk, fondateur de Tesla Motors et Space X, partisan d'une régulation de l'intelligence artificielle



Conclusion

Notre travail mène à une évidence : la digitalisation n'est pas un choix. Elle aura un impact croissant dans la réduction des coûts, voire sera source d'avantage concurrentiel.

Certes il s'agit d'une transformation longue et risquée. De ce fait, l'investissement initial est lourd et la rentabilité ne sera pas immédiate. La capacité à obtenir rapidement un retour sur investissement sera donc un facteur décisif de réussite. Ceci dit, entreprendre une réduction des coûts donne l'illusion d'augmenter rapidement la marge d'une entreprise. Pourtant l'élimination de certains postes de dépense peut conduire à des effets invisibles à court terme : chute de la qualité ou de la sécurité, démotivation du personnel, apparition de coûts cachés. Des conséquences tangibles qui n'apparaissent pourtant pas explicitement dans un bilan comptable.

Le défi de la digitalisation place les acteurs de toutes les industries dans une situation de "do or die" [29]. Les géants qui ont sombré à cause d'un tournant technologique mal négocié ne sont pas rares : Kodak avec la photographie numérique, Nokia avec le tactile. Les acteurs qui ne réussiront pas leur digitalisation connaîtront le même sort. Néanmoins, nous sommes convaincus que l'industrie aéronautique n'attendra pas d'être déstabilisée à son tour. Elle dispose des moyens financiers et technologiques pour faire face. D'ailleurs, les premières initiatives des grands du secteur portent déjà leurs fruits : le modèle du BizLab d'Airbus ou celui de la section "Etudes Amonts" adopté par Thalès Air Systems.

En tout cas, les technologies sont matures, et les idées pour les exploiter ne manquent pas. Ainsi, la digitalisation consiste surtout à créer de la valeur à partir de technologies existantes mais sous-exploitées. L'échec ou la réussite de la digitalisation ne dépendra donc pas de la disponibilité des technologies ou de leur maîtrise.

En réalité, la clef de la réussite de la digitalisation réside dans le Management, dans les Organisations, et donc dans le rôle central de l'Homme. Cela justifie le choix récent de grandes entreprises de se doter de départements transversaux capables de promouvoir et de faire accepter le changement. Acteur d'un secteur pourtant éloigné des nouvelles technologies, EuroDisney SCA s'est par exemple doté d'une Direction de la Transformation qui s'appuie sur une organisation matricielle. Une manière de rappeler que la transformation est l'affaire de tous : gestionnaires des ressources humaines, experts techniques, formateurs, encadrement, exécutants. Cette direction est notamment en charge de la transformation digitale sans pour autant se spécialiser sur cette seule question. En effet, d'autres transformations viendront et proposeront le même type de challenge. Une telle organisation prouve une prise en compte sérieuse des questions de management, à l'opposé du modèle de Direction de l'Innovation dont la vocation est essentiellement technique.

La digitalisation doit aussi s'opérer main dans la main avec tous les partenaires (employés, clients, fournisseurs) afin d'assurer une certaine synchronisation : un acteur pourra difficilement évoluer seul. Tout l'écosystème doit se transformer en phase et seul l'Homme peut le coordonner. D'ailleurs, force est d'observer que le big data prend une place importante dans la digitalisation. Pourtant, sans le regard habile de l'Homme, le big data n'est qu'un simple outil, capable de prouver les corrélations les plus hasardeuses. Un clin d'œil en faveur de l'humain qui reste, pour l'instant, irremplaçable.

Pour beaucoup, la digitalisation offre l'opportunité de s'affranchir des tâches longues et à moindre valeur ajoutée et donc de se concentrer sur des tâches de plus haut niveau. Un doute important subsiste au sujet de ceux d'entre nous qui ne sauront pas se rendre digitalement capable : quelle sera leur place dans une société largement digitalisée ?



33 074 c'est le nombre d'avions qui seront livrés dans le monde entre 2016 et 2035. Cette augmentation continue des commandes d'appareils modifie les modèles logistiques de l'ensemble de la filière aéronautique.

La Supply Chain joue un rôle crucial dans la croissance et la compétitivité de l'industrie aérospatiale et s'inscrit dans une logique de flux tendus, de gestion des coûts et d'optimisation des niveaux de stock. La valeur et la spécificité de certaines pièces, la multitude des destinations, l'internationalisation de l'approvisionnement et de la maintenance sont autant de facteurs de complexité. UPS propose des solutions dédiées afin de répondre aux besoins des professionnels du secteur.

**Qui d'autre qu'une entreprise
opérant plus de 600 avions est la plus
à même de relever ces challenges ?**

www.ups.com

Troisième Prix

Houcem CHAABANE et Teja FALLEH

ISAE-ENSMA et IAE de Poitiers / IAE de Brest



Houcem CHAABANE développe sa passion pour les technologies depuis son enfance. Il choisit très tôt de suivre un parcours d'ingénieur. Fort d'une formation en informatique et avionique à l'ISAE-ENSMA à Poitiers et d'un double diplôme en management à l'IAE de Poitiers, il choisit de réaliser ses différents stages dans des domaines variés de l'aéronautique : la réparation, les moteurs d'avions, le conseil en système d'information et finalement la digitalisation. Aujourd'hui persuadé que l'innovation digitale représente le meilleur volet de création de valeur en aéronautique, Houcem décide de participer à USAIRE Student Award afin de peaufiner sa réflexion sur le sujet. Sa réflexion combine ses connaissances techniques en aéronautique, ses expériences professionnelles avec sa vision sur la digitalisation.

Teja FALLEH vient d'un parcours très différent mais tout de même, très enrichissant. En effet, elle a suivi une formation en sciences économiques et gestion avant de se spécialiser dans le domaine du marketing des services à l'IAE de Brest. Son intérêt pour les start-up et les technologies digitales était né lors de sa visite au Silicon Valley en 2015. Elle s'intéresse particulièrement à étudier les rapports entre les évolutions exponentielles des technologies numériques et les ruptures observables dans plusieurs industries traditionnelles comme le transport et les services. Grâce à l'apport de sa vision, notre réflexion a réussi à s'étendre aux expériences des autres domaines et à intégrer plus d'éléments d'ordre stratégique.



En contraste avec l'enthousiasme excessif qu'on peut retrouver dans les articles étudiants les nouvelles technologies digitales, nous avons opté, dans notre projet, pour une démarche bien plus rationnelle, réaliste et claire. Nous espérons que vous aimerez et apprécierez notre travail autant que nous avons aimé et apprécié l'avoir réaliser.

La digitalisation en faveur de la réduction des coûts en aéronautique

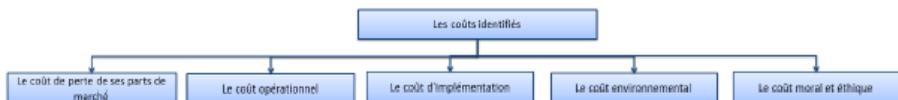
L'industrie de l'aéronautique a connu trois révolutions majeures : La première eut lieu dans les années 1960 grâce à l'architecture du Boeing 707 permettant d'inaugurer l'ère du jet. La seconde a permis d'introduire des Airbus A320 à commandes de vols contrôlées entièrement par des calculateurs. Aujourd'hui, la troisième révolution de l'aéronautique est régie par les technologies digitales.

Sur une échelle historique, l'automatisation a précédé la digitalisation. Elle a permis d'automatiser et de numériser les processus déjà existants dans le but d'apporter plus de productivité. **La digitalisation est une extension de l'automatisation** : elle se base en effet sur ces améliorations mais se permet d'aller plus loin. Elle utilise la technologie pour une fin plus ambitieuse : **aller au-delà de l'existant en repensant et proposant une nouvelle valeur ajoutée**. Elle vise par exemple à rendre l'expérience client plus positive en diversifiant et personnalisant les services. Elle permet de trouver les meilleurs volets et opportunités de croissance pour les entreprises.

Dans sa quête de réinvention de la valeur proposée aux entreprises et aux clients, la digitalisation a laissé apparaître plusieurs phénomènes connus aujourd'hui sous les noms de : l'internet des objets (IoT), l'industrie 4.0, la big data, le cloud, l'intelligence artificielle, l'apprentissage machine, l'impression 3D, la réalité augmentée et Blockchain etc.

Les technologies numériques prennent toujours plus de place dans l'industrie et dans l'économie en général. Toutefois, la question de la quantification de leurs poids et potentiel demeure une des aires de recherche les plus critiques de la science économique. En se fondant sur une analyse de chaîne de valeur aéronautique, notre analyse essaie de répondre à cette question dans une perspective basée sur les coûts. Pour ce, **il nous a été important d'adopter une démarche basée sur l'efficacité et pas uniquement sur l'efficacé. Ainsi, nous ne nous contenterons pas uniquement d'analyser les réductions potentielles des coûts mais nous analyserons également les coûts qui sont susceptibles d'augmenter ou d'apparaître à cause du digital.**

Dans la figure suivante nous avons identifié les différents coûts liés à la digitalisation. Plusieurs axes sont ainsi distingués : le stratégique, l'opérationnel, l'axe de l'implémentation, l'environnemental et l'éthique. Dans notre étude, nous essayons de comprendre chaque type de coût et de déterminer si la digitalisation joue en faveur de sa réduction ou augmentation.



Dans notre conclusion on essaiera de discuter du bilan de ces différents coûts identifiés et de donner quelques recommandations qui permettront à l'entreprise aéronautique de profiter pleinement du potentiel du digital et de diminuer ses coûts.

1) Le coût de perte de ses parts de marché

« Il ne faut pas subir le changement, mais le dominer »

Jean-Dominique Senard, président de Michelin¹

L'environnement commercial mondial est devenu plus agressif et concurrentiel que jamais. Le dynamisme de l'innovation en numérique joue un grand rôle dans ce constat. On le voit surtout à travers la croissance du nombre d'entreprises technologiques et de start-up dans plusieurs secteurs.

En effet, grâce au digital, l'apparition des organisations exponentielles est devenue aujourd'hui de plus en plus probable. Elles sont capables d'émerger en quelques années et d'évoluer très rapidement en déstabilisant des économies entières, jugées jusque-là stables et sûres. Aucune industrie ne peut désormais se considérer à l'abri du bouleversement du digital : de la poste traditionnelle (les emails et internet) au système des banques (Blockchain et la crypto-monnaie) en passant par le système de transport (Uber et BlaBlaCar).

En identifiant ce coût dans notre étude, nous désignons plus exactement celui dû à **la perte de ses parts de marché à cause de l'utilisation des technologies digitales par la concurrence traditionnelle ou les nouveaux entrants**. Les taxis, la SNCF et les entreprises traditionnelles du tourisme ont beaucoup souffert de ce type de coût.

Citons l'exemple de BlaBlaCar. Cette plateforme avec ses 300 employés représente aujourd'hui le premier concurrent de la SNCF. Cette dernière dispose de milliers de kilomètres de voies ferrées, de ressources considérables pour maintenir et renouveler ses équipements et de plus des milliers d'employés qu'il faudra rémunérer et écouter leurs revendications syndicales. L'infrastructure de BlaBlaCar est entièrement digitale. Une grande partie de son organisation est assurée gratuitement par les 10 millions de ses membres actifs. En 2014, BlaBlaCar transporte en moyenne 1 million de passagers par mois : l'équivalent de 2 000 rames de TGV duplex pleines. Pour riposter, SNCF se lance en 2013 dans le digital en proposant un service de covoiturage sur la plateforme de IDvroom mais plusieurs difficultés étaient rencontrées pour atteindre la masse critique d'utilisateurs. Sur ce marché, la SNCF se trouve dans une position peu confortable de « spectateur-spectateur ».

Dans un contexte pareil, les entreprises aéronautiques doivent savoir que si elles ne vont pas assez vite, les autres les rattraperont sur les parts de marché. Investir dans le digital revient à maîtriser ce risque. **Le digital peut être perçu comme mécanisme de survie**

¹ Michelin est un exemple de réussite dans la stratégie de transformation digitale

permettant la pérennité et la conservation de sa compétitivité dans un environnement toujours en mutation. «Innover ou mourir» dit James Komberg, directeur de l'innovation Air France KLM MRO.

C'est exactement ce qu'essaie de faire Lufthansa aujourd'hui. Pour faire face à la concurrence des systèmes de réservation informatique (GDS), la compagnie a engagé un budget d'investissement de 500 millions d'euros (jusqu'en 2020) uniquement dédié à sa transformation digitale. L'entreprise expérimente d'ores et déjà 300 projets digitaux et compte diversifier son offre afin d'améliorer l'expérience client. Carsten Sphor, le CEO de Lufthansa insiste que : «**Chez Lufthansa, le digital n'est pas une fin en soi** ». Il est, en revanche, une condition sine qua non pour permettre au groupe de **maintenir une position de leader sur un marché extrêmement concurrentiel**.

Comment faire pour éviter ce coût ?

La digitalisation représente un catalyseur d'un écosystème de plus en plus imprévisible et concurrentiel. L'entreprise aéronautique qui fait le choix de la non-digitalisation risque de payer le coût de perdre sa position « d'acteur-leader » pour se retrouver dans le rôle de « spectateur-suiveur ».

« Nous devons accélérer nos processus et être beaucoup plus réactifs vis-à-vis du marché, des attentes des clients et des technologies » dit Enders. Pour ce, nous recommandons les actions suivantes :

- Créer des stratégies centrées sur l'expérience client et non pas sur le produit lui-même. «**Nous voulons enchanter l'expérience du passager, l'inspirer, et créer de la fascination grâce à notre digitalisation** », dit Carsten Sphor CEO de Lufthansa.
- Miser sur les services afin de personnaliser et améliorer l'expérience client : « La bataille sur les services peut changer les rapports de force », souligne Ali Rezik, associé chez Roland Berger Strategy Consultants.
- Voir dans le digital une opportunité de créer de nouveaux services et de diversifier sa proposition de valeur.
- Etablir des relations de type gagnant-gagnant avec les experts du digital et chercher constamment à saisir les opportunités éventuelles du marché.
- Investir dans l'innovation de rupture qui vise à améliorer l'expérience client et à diversifier l'offre. «**La transformation incrémentale a atteint la limite de ce qu'elle peut apporter dans le cadre actuel, nous utilisons la digitalisation pour changer complètement ce cadre et effectuer des transformations radicales** » déclare Jean-Pierre Chassagne, Head of Business Transformation au sein d'Airbus Commercial Aircraft.

Pourtant on prévoit que dans les dix prochaines années, l'innovation des secteurs aéronautique, spatial et défense, sera plus une innovation incrémentale que de rupture. C'est au moins la conviction de 64 % des quelques 100 managers interrogés dans près de 70 groupes du secteur de par le monde par le cabinet de consultants Roland Berger.

2) Le coût opérationnel

« Le monde se trouve à l'aube d'une quatrième révolution industrielle, qui fusionne les technologies et brouille la démarcation entre les sphères physiques, numériques et biologiques. Contrairement aux mutations passées, elle va bouleverser des systèmes entiers de conception, de production, de distribution et de consommation »

Klaus Schwab, fondateur et président du forum économique mondial de Davos

a) Réduction de la complexité des processus et optimiser leurs réalisations

L'automatisation commence à réduire la complexité des processus industriels depuis la création des premiers systèmes d'information dans les années 1980. Ensuite, quelques années plus tard, les progiciels de gestion intégrée (PGI) sont apparus et ont permis plus de flexibilité en intégrant plusieurs métiers dans un seul système comme le service après-vente dans le système CRM (Customer Relationship Management). Ces technologies ont permis la numérisation des manuels techniques, des contrats et des transactions de l'entreprise en réduisant le coût lié à la paperasse et aux incompréhensions.

« Rien qu'en mettant à disposition de l'opérateur la bonne information déjà disponible mais sous forme compréhensible, cela crée une énorme valeur ajoutée »

Marc Fontaine, directeur de la transformation digitale d'Airbus

Plus tard, plusieurs évolutions ont permis de numériser et automatiser un processus métier complet, du début à la fin, comme les processus de check-in et d'embarquement des passagers.

Quelques années plus tard, avec l'apparition des services web, la création des portails internet dédiés aux clients était rendue possible. Ces interfaces deviennent des plateformes de transactions. **Fini les coups de fil, les envois de fax et autres procédures fastidieuses** : les compagnies aériennes peuvent désormais acheter les pièces de rechange, les garanties et autres manuels techniques mis à jour en payant directement sur ce portail dédié.

Ces évolutions nous emmènent aujourd'hui vers des services plus étendus grâce aux technologies les plus modernes et sophistiquées comme l'apprentissage statistique ou l'internet des objets (IoT). Par exemple, **l'analyse des données massives** permet d'extraire des connaissances inattendues à partir des masses de données collectées de l'ingénierie, de la production et des clients. Ces résultats permettent d'apporter des réponses à des questions qu'on ne s'est pas posé, d'aller au-delà des processus existants et de proposer **une nouvelle valeur ajoutée**.

b) Réduire le coût de la non-conformité (NC)

L'exigence de qualité en aéronautique est une contrainte fondamentale dans une industrie où la sécurité passe avant tout.

Le coût d'une NC varie en fonction du moment de sa découverte : plus elle est découverte tardivement plus elle coûte cher ([figure 1](#)).

Pour assurer cette qualité, plusieurs processus de contrôle sont déjà mis en place afin de détecter le plus tôt possible les NC. Les évolutions digitales permettent aujourd'hui de les améliorer.

A Airbus, grâce à l'analyse des données recueillies au cours de la conception, de la production, des essais et de l'exploitation des avions, **l'identification des causes racines des problèmes techniques les plus récurrents et critiques est devenue 5 à 10 fois plus rapide**. D'autres travaux d'analyse des données sur la FAL² de l'A350 XWB **ont permis de réduire de 30% le temps nécessaire à la clôture des NC**.

Une autre évolution se trouve dans les drones : Avant la livraison des Airbus A330, des drones développés par Ascending Technologies permettent d'inspecter les appareils à la sortie de la chaîne d'assemblage ([figure 2](#)). Le drone devient ainsi membre des équipes du contrôle qualité d'Airbus. Il détecte les éventuelles égratignures ou défauts de peinture qu'on peut trouver avant la livraison. Cette innovation permet de **réduire drastiquement le temps d'inspection**. En fait, les contrôles à l'œil humain prennent en moyenne **deux heures pour chaque avion**, contre **dix minutes lorsqu'ils sont effectués à l'aide de drones**. « Chaque avion subit entre 4 et 7 inspections visuelles, selon sa catégorie. Ces opérations, réalisées par des inspecteurs munis de chariots élévateurs, durent chacune deux heures. Avec les drones, ce temps d'intervention est réduit à moins d'un quart d'heure », précise Airbus. Un gain de temps précieux face à la cadence de production élevée du constructeur.

La compagnie aérienne EasyJet a aussi expérimenté l'utilisation des drones pour les inspections de ses appareils. Elle affirme que cette technologie pourrait faire passer les temps d'inspection **de plus de 5 heures à moins de 30 minutes**.

c) Réduire le coût des pénalités de retard des livraisons

En 2016, 40% des nouveaux avions Airbus n'ont pas été livrés à temps. 50 Airbus A350 ont connu des retards de livraison à cause de problèmes rencontrés sur les équipements des cabines et sur les livraisons des moteurs. « Garder le programme A350 sur la bonne voie, permettrait à Airbus d'**économiser beaucoup d'argent** » a déclaré Tom Enders, avant de

² FAL Final Assembly Line ou Chaîne d'assemblage finale

poursuivre « **Dans des périodes de haute cadence, vous pouvez très facilement dépasser votre budget de plusieurs millions de dollars** ».

Échouer à livrer à temps se traduit en général par des **pénalités très coûteuses voire même des annulations de commandes**. C'est pour cela qu'Airbus a développé un partenariat avec l'entreprise californienne Palantir spécialisée dans la Big Data afin d'accélérer la production des A350 et éviter le lourd fardeau des pénalités de retard. La technique se base sur une collecte des données issues de plusieurs bases de données différentes situées dans plusieurs pays. Elle doit permettre aux ingénieurs répartis dans l'ensemble des sites de mieux apprendre des expériences des autres et mieux prédire les goulots d'étranglement. « Pour l'A350, la technologie de Palantir a contribué à respecter la hausse des cadences de production, **nous avons accéléré la résolution des problèmes par 3 pour l'assemblage**, [...] nous avons démontré que l'optimisation de la gestion des équipes permettait d'obtenir **des gains de 10 à 15% d'efficacité** » déclare Marc Fontaine.

Airbus a aussi connu un autre exemple de retard très pénalisant : plus de deux ans de retard sur le programme A380. Le coût de ce programme a explosé plusieurs fois suite à de nombreux problèmes. Une des raisons de ce retard est l'hétérogénéité des outils numériques utilisés dans la conception assistée par ordinateur. En effet, les fichiers de CAO des sites français, équipés en Catia V5 étaient incompatibles avec ceux des sites allemands, sous Catia V4. Aujourd'hui, grâce aux technologies SAAS (software as a service) supportées par le cloud et combinées avec des solutions de travail collaboratif, on peut non seulement **éviter ce type de cas**, mais aussi assurer des environnements de travail interactifs et dynamiques où les mises à jour sont gérées de manière automatique et synchronisée.

d) Réduire le coût de production et de fabrication

Dans une étude publiée en 2015, le cabinet de conseil McKinsey étudie l'usine intelligente ou l'industrie 4.0 et estime que l'IoT pourrait avoir des retombées économiques mondiales s'élevant à quelques 11 100 milliards de dollars par an d'ici 2025. Le secteur manufacturier en particulier, offre le plus grand potentiel avec un impact pouvant atteindre 3700 milliards de dollars. D'après Gartner, les appareils connectés seront 20,4 milliards en 2020. L'interconnexion des hommes, des machines et des produits tout au long de la chaîne de valeur peut générer des gains d'efficacité considérables et optimiser l'exploitation des ressources.

Chez Airbus les bandes de convoyeurs étaient mises en réseau. Elles sont devenues capables de réduire leur vitesse pour s'adapter à la charge de travail, **limitant ainsi la consommation d'énergie et l'usure**. Les outils savent quelle tâche accomplir et les entrepôts commandent automatiquement de nouveaux matériaux au gré des besoins.

La planification des enchaînements techniques des activités sur les postes de travail de la FAL A380 est également digitalisée. Grâce au logiciel AVL (Airbus Visual Line), on est capable de visualiser sur plusieurs écrans et en temps réel l'avancement des opérateurs. Le

résultat se traduit par un **gain de temps considérable et une baisse sensible du niveau de reliquat.**

Les robots collaboratifs seront de plus en plus utilisés dans l'usine du futur. Rethink Robotics a créé un robot qui s'appelle Baxter ([figure 3](#)). Au départ, il est capable de réaliser les techniques très basiques d'assemblage mais il présente la possibilité d'apprendre très rapidement de nouveaux gestes à partir d'une formation entièrement pratique et qui ne demande aucune connaissance en programmation. Il est flexible et adaptable aux besoins spécifiques de chaque usine. « **Baxter ne demande pas de programmation. Cela lui prend 25 minutes pour apprendre de nouvelles manipulations [...] Il coûte seulement 22 000 dollars, il n'est pas syndicalisé, ne prend pas de pause et ne tombe pas malade** » déclare Jim Lawton, Marketing Officer de Rethink Robotics.

De même, les avancées sur la technologie de l'impression 3D ont permis **une réduction considérable des coûts récurrents de fabrication des pièces élémentaires.** Cette technologie possède l'avantage de diminuer le cycle de développement des nouvelles pièces en **éliminant les coûts liés au forgeage, usinage et outillage.** Par exemple, les dix-huit injecteurs de la chambre de combustion du moteur LEAP sont fabriqués en impression 3D. De forme particulièrement complexe, ces injecteurs étaient jusqu'alors un assemblage de dix-huit composants, dorénavant réunis en un seul et même bloc plus léger. Par conséquent, on assiste à la **suppression des coûts liés au processus d'assemblage.**

En 2014, Snecma (Safran) estime que la fabrication additive **réduit de 60 % le temps des cycles de développement des pièces.** « Cette technique va nous permettre d'accélérer nos processus et d'aller plus vite vers la fabrication » déclare David Rodriguez, responsable du service méthodologie de fabrication d'Herakles(Safran Ceramics).

e) Réduire le coût de la mauvaise traçabilité

Aujourd'hui un temps industriel considérable est consacré à des activités sans valeur ajoutée comme la localisation d'une NC, la recherche des travaux restants ou la recherche des pannes. Le digital sert aujourd'hui à réduire le temps associé à ces activités grâce à l'amélioration de la traçabilité.

Depuis 2016, les FAL de l'A330 sont équipés en lunettes connectées. Elles assistent les opérateurs pour tracer les positions des pieds de sièges en cabine. Avant l'arrivée des lunettes connectées en cabine, ils devaient déchiffrer des plans complexes et convertir en mètres les mesures livrées en pouces pour pouvoir tracer la position des matériels au sol. Aujourd'hui grâce à cette technologie, **au lieu de mobiliser trois personnes pendant trois jours, on est capable de réaliser la même opération avec un seul opérateur et seulement six heures.** Les fichiers cabines, configurés par avion, sont enregistrés dans les lunettes. La caméra intégrée scanne un code barre, télécharge le document adéquat et affiche la zone de marquage sur l'écran. Cet équipement permet de positionner au sol les points au millimètre près. L'intérêt est de **réduire par cinq le temps** de repérage des marques pour l'installation des sièges.

Toujours dans la quête de l'efficacité, Airbus utilise l'IoT pour améliorer sa traçabilité. Au cours des derniers mois, plus de 700 traceurs ont été déployés dans l'ensemble de ses sites. Le but est d'être capable de localiser et surveiller en temps réel des moyens logistiques tels que des colis lorsqu'ils transitent d'un site à un autre grâce à des traceurs GPS et des balises Bluetooth à basse énergie. Un des buts visés par ce nouveau système est **de ne plus jamais perdre de vue ses pièces détachées.**

Une autre amélioration est due à **la connectivité croissante des avions en vol.** Bientôt on sera capable d'y installer des **systèmes de connexion à très faible latence.** Ces systèmes sont susceptibles par exemple de réduire drastiquement les coûts **des dispositifs de recherche et de sauvetage des avions en détresse.** Il suffit de regarder le cas Air France 447 où il a fallu deux ans pour trouver l'enregistreur de données de vol et l'enregistreur de conversation du poste de pilotage. Le coût des recherches de cet avion a été estimé entre 80 et 100 millions d'euros, selon le Bureau d'enquêtes et d'analyses. De même pour la recherche de l'avion MH370 où au moins 70 000 kilomètres carrés étaient fouillés : **cette opération est probablement la plus chère de l'histoire de l'aviation.**

f) Réduire le coût de la réparation

La digitalisation a permis l'apparition de la maintenance prédictive basée sur les analyses des données. D'après McKinsey, **la maintenance prédictive réduit de 10 à 40% les coûts de la maintenance dans les usines.** Elle réduit également de 50% les temps d'immobilisation et de 3 à 5% les investissements nécessaires dans les équipements grâce à l'augmentation de la durée de vie des machines.

« Plus on peut modéliser et comprendre le fonctionnement des systèmes, plus on est capable d'éviter les problèmes. L'enjeu est de passer en mode préventif plutôt que réactif »

Marc Fontaine

Les maintenances prédictives et prévisionnelles s'appliquent aussi sur les avions en services. Elles fournissent aux opérateurs des alertes prévisionnelles et des mesures correctives. « Grâce aux algorithmes, nous essayons de détecter les pannes avant qu'elles n'arrivent » explique James Komberg, le directeur de l'innovation pour la maintenance aéronautique au sein d'Air France KLM. A court terme, on prévoit **une réduction de 30% sur le nombre d'interruption opérationnelle.** L'objectif à long terme est de **réduire considérablement le nombre des AOG.**

Au milieu des années 2000, Rolls-Royce décide d'équiper de capteurs ses moteurs d'avion de la gamme Trent et crée la gestion de santé de ses moteurs (EHM Engine Health Management). Ce programme a permis d'identifier les problèmes sur ces moteurs le plus tôt possible, de manière à **rationaliser les programmes d'entretien et de réparation ainsi que la gestion du stock de rechange.** La capacité à anticiper de manière précise les problèmes et comportements anormaux survenant sur un moteur a permis de **minimiser**

la **non-disponibilité, de réduire le coût de la maintenance** ainsi que d'améliorer la conception des équipements par retour d'utilisation.

La capacité à contrôler les coûts a par ailleurs encouragé Rolls Royce à changer de modèle d'affaire en créant **TotalCare** : un service où le moteur est facturé à l'heure de vol.

Un autre type de réparation concerne les dommages sur la structure de l'avion. On sait aujourd'hui que pour un dommage donné (enfoncement ou impact oiseau ou coup de foudre...) sur un panneau de fuselage, il existe des cas (dommage au niveau de zone d'attache) où la compagnie aérienne (ou son service MRO³) passe jusqu'à **deux jours** à déterminer précisément toutes les références des pièces et éléments de fixation (rivets...) endommagés. « **Avoir un AOG⁴ en raison d'un coup de foudre coûte vraiment cher** » dit Birkan Guneralp, vice-président principal du MRO Turkish Technic. Aujourd'hui avec la réalité augmentée, la digitalisation des plans de définition des avions combinés avec la capacité de reconnaissance d'objet de l'IA⁵, **ce processus va pouvoir s'effectuer en juste quelques secondes**. L'opérateur porte le casque de réalité augmentée, il sélectionne avec un simple geste le dommage et le système détermine précisément sa position relative sur la structure et localise ensuite toutes les références des pièces endommagées grâce aux plans 3D de l'avion. Une fois le dommage localisé et bien identifié, l'algorithme effectue des recherches dans le manuel de réparation pour enfin proposer un plan certifié de réparation.

AirFrance KLM E&M a développé un système qui utilise un scanner 3-D portatif ([figure5](#)) pour évaluer les dommages au fuselage causés par la grêle. Le scanner fournit une image 3-D sur l'ordinateur portable des mécaniciens et envoie automatiquement ses images aux ingénieurs sous la forme d'un rapport. On estime une **réduction de 80% du temps d'inspection, ainsi que des coûts annexes**.

g) Réduire le coût de la confiance

La chaîne logistique aéronautique est caractérisée par la multiplicité des parties prenantes et des contrats de sous-traitance. Ces synergies provoquent un coût lié à la confiance : c'est le prix que tous les acteurs paient pour assurer la qualité, l'intégrité et l'authenticité des produits, ou la protection de leurs droits de propriété financière ou intellectuelle. **Le passage par des contrats et des intermédiaires pour valider ses contrats présente toujours un coût financier non négligeable mais aussi un coût temporel dû en général à la complexité des processus.**

Aujourd'hui, la technologie du Blockchain s'intéresse à réduire ce coût lié à la confiance grâce à des contrats dits intelligents (**Smart contracts**) capables de s'exécuter automatiquement. D'après une analyse rédigée par la banque Santander et l'entreprise de conseil Olivier Wyman, on suggère que « L'utilisation des registres basés sur Blockchain pourraient d'ici 2022, **réduire de 15 à 20 milliards de dollars par an, les coûts de**

³ Les entreprises spécialisées dans la réparation aéronautique

⁴ Aircraft On Ground ou Avion Immobilisé Au Sol

⁵ Intelligence Artificielle

l'infrastructure des banques consacrées aux virements transfrontaliers, aux négociés de titres et à la conformité réglementaire». Donc une véritable rupture est attendue dans le secteur bancaire grâce au Blockchain.

Plusieurs applications du Blockchain sont aujourd'hui envisagées en aéronautiques : créer un registre universel des licences de pilotes ou un service d'externalisation de l'impression 3D permettant de conserver la propriété intellectuelle des fichiers de conceptions numériques. Ces idées sont susceptibles de **réduire les coûts dus à la confiance et aux vérifications**.

h) Réduire le coût de développement et certification d'un nouveau programme

Lors du salon de Bourget 2017, interrogé sur le potentiel de la digitalisation, Tom Enders répond « Le digital présente un potentiel] de gain dans le temps de développement d'un nouveau programme et sa mise en production. Aujourd'hui il nous faut jusqu'à 8 ans pour développer un nouveau gros porteur. On dépense en général entre 12 et 15 milliards d'euros, plus quelques millions parce qu'on est souvent trop optimiste dans nos prévisions. **Aujourd'hui grâce à la digitalisation ce coût peut être réduit de moitié** ». Marc Fontaine, le confirme en déclarant : « **D'ici, 2025-2030, grâce à la continuité digitale nous pourrions réduire de 50 % les temps de cycles et les coûts de développement d'avion et entre 20 % et 30% les coûts récurrents de production** ».

Historiquement, un des fantasmes des ingénieurs aéronautiques est de créer une version digitale et complète d'un avion qui permet une **convergence totale entre le monde physique et virtuel**. Une version qui soit capable d'intégrer parfaitement les charges, les environnements et toutes les caractéristiques (mécanique, thermique, aérodynamique, opérations en service ...) de l'avion réel dans un seul modèle digital : on parle souvent du **Digital Twin** (le jumeau numérique) de l'avion.

Le projet Quantum d'Airbus va dans cette direction. Il vise à établir une maquette digitale 3D complète comme point de référence unique pour les fonctions Engineering et Production. C'est un pas vers la continuité digitale sans interruption entre les données de la conception et de la production. Grâce à cette injection du monde du design vers le monde de l'automatisme, Airbus affirme qu'on arrive aujourd'hui à **éliminer la duplication des données et la redondance des tâches entre les deux fonctions. Les bénéfices incluent la réduction des coûts non récurrents de 20 à 30% et l'amélioration de la documentation technique pour les opérateurs**.

Le Digital Twin peut aussi simplifier la certification aéronautique qui représente une étape incontournable et très gourmande en temps et en ressource (17% du coût de développement d'un programme). Plusieurs outils gagnent de plus en plus en maturité et visent progressivement à se passer de certains tests physiques de certification, souvent très coûteux en aéronautique.

La digitalisation a aussi créé un nouveau mode de travail : le travail collaboratif dans le Digital WorkPlace. Grâce à des gigantesques plateformes numériques, on peut demander à

une centaine d'ingénieurs éparpillés sur plusieurs pays de produire des conceptions 3D synchronisées et compatibles entre elles au **moindre coût**. Un des exemples est la plateforme **3Dexperience** de **Dassault Systèmes**. Cet environnement social intègre les ressources de l'entreprise sur une source fiable et unique. **Il permet la conception simultanée en temps réel et la collaboration pour l'ensemble des parties prenantes. Le résultat est l'optimisation de tout le processus de réalisation des produits : de la conception jusqu'à la fabrication et même l'impression 3D.** Cette dernière a réussi à introduire un niveau jamais vu de flexibilité dans le développement d'un programme « Maintenant, avec ce procédé, il suffit que la direction technique modifie son modèle de conception assistée par ordinateur (CAO) pour faire évoluer les profils des pièces de développement. Cela permet une réduction substantielle du cycle de fabrication [...] **Les cycles de développement sont réduits et nous gagnons en réactivité** », précise Pierre Letord directeur de la division Moyens industriels de Snecma(Safran).

i) Réduire le coût de la formation et de la recherche des compétences

Dans des domaines spécialisés comme la réparation aéronautique, on assiste aujourd'hui à une pénurie des compétences techniques. Dans une récente analyse du marché MRO conduite par Oliver Wyman, on trouve que 72% des personnes interrogées s'attendent à ce que la recherche de candidats qualifiés dans le MRO soit beaucoup plus difficile au cours de la prochaine décennie.

Grâce à la digitalisation, on voit l'apparition d'algorithmes aidant à **recruter au moindre coût les meilleures compétences disponibles sur le marché**. Air&Job est une application lancée récemment et qui propose un 'Matching' entre profil du candidat et besoins d'entreprises aéronautiques.

La digitalisation a fait aussi émerger un grand marché de compétence en ligne : Les plateformes de pair à pair spécialisées dans la main d'œuvre permettent de fluidifier ce marché en réalisant des appariements entre l'offre et la demande. **Plusieurs formalités administratives et obstacles réglementaires, sociaux et fiscaux risquent de disparaître.**

La recherche de compétences sur des plateformes va même encore plus loin avec ce qu'on appelle le CrowdSourcing, principe où l'on soumet un problème à résoudre à une plateforme, qui va trouver à votre place différents travailleurs indépendants capables de le résoudre ensemble. Une véritable bourse mondiale de la main d'œuvre est devenue accessible sur Internet.

j) Réduire le coût de l'erreur humaine

L'erreur humaine dans l'aéronautique est très pénalisante. C'est la raison pour laquelle on essaie toujours de certifier et de standardiser les processus.

Dans les usines aéronautiques la digitalisation vise à assurer la conformité et un meilleur contrôle de l'ensemble des processus. Ceci **élimine progressivement les risques d'erreurs manuelles et garde une trace complète des tâches effectuées**, laissant une piste d'audit fiable.

Dans les tours de contrôle aérien, les erreurs commises peuvent entraîner des décès. En 2006, 49 personnes sont mortes lorsqu'un avion (Comair Flight 5191) a tenté de décoller sur une piste trop courte. Les investigations ont montré que la nuit précédente, le contrôleur aérien a travaillé 15 heures et n'a dormi que 2 heures. Searidge Technologies est une entreprise qui cherche à traiter ce type de problème avec l'aide de l'IA. Elle propose de **nouveaux outils d'ATM. Ces solutions digitales, quant à elles, travaillent 24h/24 et ne dorment jamais.**

Des recherches se font également dans l'emploi de l'IA pour créer des **systèmes intelligents de détection des objets illicites**. Le scan des bagages de cabine présente malheureusement des failles dues, entre autres à l'erreur humaine.

L'intelligence artificielle a prouvé qu'elle peut dépasser les capacités humaines dans **des domaines très spécialisés** comme la reconnaissance d'un objet dans une photo ([figure6](#)). Son utilisation en aéronautique présente un grand potentiel de réduction du coût dû aux erreurs humaines.

k) Réduire le coût de l'innovation

Pour concevoir l'avion du futur, les budgets de l'innovation en aéronautique ont considérablement augmenté ces dernières années, surtout sur le volet de l'électrification des avions et l'emploi des nouveaux matériaux légers.

Les algorithmes d'apprentissage peuvent alléger ce coût en **apprenant le savoir-faire humain** et proposant des combinaisons d'idées originales. Lors du salon de Bourget de 2017, Eric Schmidt, le directeur exécutif d'Alphabet Inc (ou Google inc jusqu'à 2015) annonce que : « L'IA peut vous proposer des combinaisons que vous n'avez pas envisagé avant. En chimie, elle conduira à de nouvelles solutions biologiques ou de nouveaux remèdes aux maladies. Dans la science des matériaux, elle mènera à de nouveaux matériaux dont nous n'avons jamais pensé, **ce qui rendra les avions moins coûteux et plus fiable** ». L'IA est en train de créer **sa révolution dans le domaine de l'innovation**.

La digitalisation a aussi démocratisé l'innovation dans l'entreprise grâce au concept de **co-création qui implique tous les collaborateurs dans l'innovation** grâce aux réseaux sociaux de l'entreprise.

l) Conclusion sur le coût opérationnel

Dans une approche basée sur le temps, le coût et la qualité, on peut dire que **la digitalisation contribue de manière très significative à l'augmentation de l'efficacité de toute la supply chain aéronautique et à la réduction des AOG.**

3) Le coût de l'implémentation

« La transformation numérique constitue un saut dans l'inconnu, [...] Il y a beaucoup de tentatives, mais peu de succès »

Nicolas Colin, spécialiste de l'économie numérique

En novembre 2011, une étude conduite sur trois ans et menée par MIT Center for Digital Business et Capgemini Consulting, a conclu qu'à l'échelle mondiale, **seulement un tiers des entreprises ont réussi à mettre en place un programme de transformation digitale efficace.**

En effet, la transformation digitale présente des risques et des coûts importants pour l'entreprise. Marc Fontaine déclare que : **« La digitalisation challenge les processus et les méthodes de travail que nous utilisons depuis longtemps ».**

MD Anderson est l'un des meilleurs établissements de recherche en cancérologie au monde. Il annonce en 2010 sa mission d'éradication du cancer dans le monde. En 2012, il lance un partenariat avec IBM-Watson, PwC et AT&T, afin de créer un système basé sur l'intelligence artificielle. Ce système appelée Oncology Expert Adviser (OEA) est censé être capable d'analyser le langage naturel pour comprendre les documents médicaux. Il apprend auprès des experts en cancérologie pour enfin proposer des plans de traitement personnalisés pour chaque patient. En février 2017, MD Anderson annonce l'échec du projet et la rupture avec IBM et lance un audit pour analyser les raisons de cet échec. Parmi les raisons principales on trouve **des erreurs de gestion du changement et le non-respect des processus déjà mis en place.** Le projet a également rencontré une grande difficulté à respecter ses délais et son budget prévus initialement pour son implémentation. **En 4 ans, le budget prévu s'est multiplié par 16. Il était initialement contracté à 2,4 millions de dollars, mais quatre ans plus tard, son budget explose à plus de 39 millions de dollars.**

Dans l'aéronautique les organisations sont plus grandes et complexes qu'un établissement de recherche en cancérologie. Les processus sont mis en place depuis des années et sont enracinés dans la culture du travail. Dans cet écosystème, réussir un projet de transformation digitale représente un véritable défi.

En 2015, dans un rapport de Morgan Stanley ([figure7](#)) étudiant l'implémentation de l'IoT dans l'industrie, on conclue que : **« L'IoT est susceptible d'être un facteur clé pour la croissance du marché industriel. En revanche, il est encore trop tôt pour pouvoir estimer précisément le degré et le moment d'adoption de ces technologies ».** Parmi les principaux défis identifiés pour son adoption, on trouve : la cyber-sécurité, le manque de standardisation et maturité de l'IoT et le manque de compétences.

Vulnérabilité venant de l'extérieur

Comme le digital n'a jamais été le cœur de métier de l'aéronautique, le passage par plusieurs partenaires extérieurs et sous-traitants est primordial. Plusieurs sociétés de services informatiques et start-up californiennes sont devenues des partenaires stratégiques pour l'aéronautique. Cela est susceptible de créer :

- **Une vulnérabilité externe aux cyber-attaques** : En 2017, dans le rapport de la firme Verizon portant sur les violations de données, on identifie plusieurs profils d'entreprises susceptibles pour les attaques. On trouve que « **Quelques entreprises sont identifiées comme proies faciles [pour les pirates]. Elles sont ciblées pour servir de tremplin vers les systèmes de leurs partenaires** ».
- **Une dépendance de l'extérieur due à l'augmentation de la valeur et des systèmes critiques sous-traités**. A titre d'exemple, 65 à 70% de la valeur du produit final du secteur de l'automobile est sous-traitée (d'après le cabinet de conseil Keonys).
- Plusieurs problèmes liés à la **confidentialité et à la propriété des données**.

L'adoption du digital peut créer une vulnérabilité souvent très coûteuse. Pour l'éviter il faudra passer nécessairement par des investissements visant à sécuriser et tracer ses données.

Le coût humain de la formation et d'adaptation

Pour implémenter un projet de digitalisation, l'entreprise doit se doter des compétences nécessaires. Une enquête menée par McKinsey France en 2014 auprès de 500 sociétés françaises trouve que 31 % des entreprises interrogées font état de réelles difficultés à embaucher des talents dans le numérique. Ce **déficit de compétences numériques** peut introduire un coût supplémentaire dans toute transformation digitale.

D'autres facteurs coûteux comme la **résistance au changement, la formation professionnelle et les plans de changement de carrière** sont aussi à prendre en considération. La résistance au changement peut être liée à la peur des licenciements. Si les employés ne sont pas suffisamment impliqués, le **coût du projet de transformation digitale risque de s'amplifier**.

« **La transformation n'est pas toujours facile, c'est pourquoi de nouvelles ressources de formation et de support accompagneront les managers et les employés** » déclare Marc Fontaine, avant de rappeler que « **La digitalisation remet en cause chacun de nous, à tous les niveaux et dans toutes les fonctions [...]. Notre avenir dépend de notre capacité et de notre rapidité à nous adapter. Nous avons besoins de tout le monde pour piloter le changement et conserver une longueur d'avance** ».

Comment faire pour limiter ce coût ?

Le coût de l'implémentation du digital est un élément à étudier très en amont lors d'un projet de digitalisation. Des problématiques comme la confidentialité, la standardisation, la sécurité et la certification sont des contraintes très spécifiques à l'aéronautique. Il faut savoir les prendre en compte suffisamment tôt. **Le coût d'implémentation est inévitable** mais pour le limiter, il est important de savoir :

- Prioniser ses enjeux business et ses vrais besoins commerciaux. « **La technologie en elle-même n'a aucun intérêt si elle ne permet pas de résoudre un problème commercial** » Laurent Peirone, Responsable de la transformation corporative chez Airbus.
- Créez une vision du changement qui soit claire et convaincante. Prendre le soin de bien définir quelles parties de l'entreprise devrait changer, pourquoi, et quand.
- Bien choisir et dé-risquer ses fournisseurs de solution digitale.
- Informer, sensibiliser, rassurer, accompagner et surtout impliquer chacun dans la transformation digitale.
- Former les employés au digital ou leur proposer des plans de changement de carrière.

4) Le coût environnemental

Un contexte crucial international et environnemental

Le transport aérien représente environ 3% des émissions mondiales de CO₂. En même temps, les coûts du carburant représentent 30% à 40% des coûts opérationnels d'une compagnie aérienne. Le groupe allemand Lufthansa estime que sa facture de carburant s'élèvera à 5,3 milliards d'euros en 2017 après 4,9 milliards en 2016. Que ce soit pour réduire les coûts du carburant ou réduire les émissions de gaz à effet de serre, **trouver des solutions pour optimiser la consommation de carburant est primordial**.

D'après un rapport de l'UE⁶, on estime que la réduction des émissions de CO₂ dans le secteur de l'aéronautique peut se présenter plus difficile et **plus coûteuse que les autres secteurs**.

Réduire les émissions de CO₂ en optimisant les ATM (Air traffic management)

« Les améliorations apportées au contrôle de la circulation aérienne entraîneront de très grandes améliorations dans l'efficacité énergétique des avions, notamment sur le plan des émissions des gaz à effet de serre » affirme Eric Shmidt (Alphabet - Google). Dans la [figure10](#), on peut observer le potentiel de l'optimisation des ATM dans la réduction des émissions de CO₂ dans l'aviation. **La digitalisation grâce aux algorithmes présente un grand potentiel d'optimisation des opérations aériennes**. Plusieurs projets (projet

⁶ 2006 Reducing the Impact of Aviation on Climate Change, Economic aspects of inclusion of the aviation sector in the EU Emissions Trading Scheme

SESAR, par exemple) visent à optimiser ce domaine, ce qui réduira considérablement le coût environnemental de l'aéronautique.

Réduire les émissions de CO2 en optimisant les différentes phases de vol

La phase de montée d'un avion représente la phase la plus gourmande en consommation de carburant. Safety-line propose un service appelé Opticlimb, basé sur la Big Data. Il permet aux compagnies aériennes d'optimiser le profil des phases de montée de leurs avions. Cela permet de **réduire la consommation de carburant de 10% par rapport aux phases de montée traditionnelles**. D'après Safety-line, si toutes les compagnies aériennes au monde utilisaient OptiClim, **60 millions de tonnes de CO2 seraient évités : c'est l'équivalent des émissions annuelles de CO2 du Portugal ou du Vietnam**.

Panasonic, à son tour, se concentre sur **les phases de descente**. L'entreprise propose un outil qui présente un potentiel de réduction de consommation de carburant estimé à 3%. L'outil intègre des informations météorologiques (grâce à PWS Panasonic Weather System) comme la vitesse du vent afin de proposer des routes de vol optimales. Sur son site, Panasonic écrit : « Un pilote utilisant **4DAero** peut analyser les modifications potentielles sur sa route du vol [...] Sur la base de prévisions météorologiques et des avertissements aériens, les pilotes peuvent ajuster leur itinéraire pour éviter les dangers prévus ou les conditions indésirables, tant latéralement que verticalement, pour **créer une trajectoire de vol plus sûre et plus efficace énergétiquement** ».

Grâce à un calcul très conservatif ([figure11](#)), on trouve que sur une base annuelle, le potentiel de ces outils d'optimisation de vol peut représenter des **économies allant jusqu'à 5 millions de dollars pour une compagnie aérienne comme Qatar Airways**. Les économies de CO2 représentent l'équivalent des émissions annuelles de 7200 français.

Identifier plus facilement les pistes d'amélioration de la consommation d'énergie

Dans le rapport McKinsey sur l'IoT, on écrit : « Dans le contexte des manufactures, la valeur de l'IoT résulterait principalement des améliorations de productivité, dont **10 à 20 % d'économies d'énergie** ». En effet, aujourd'hui grâce aux capteurs et objets connectés on peut collecter des données afin de permettre d'analyser sa consommation énergétique. Ces outils permettent de caractériser sa consommation, savoir la quantifier, savoir identifier sous quelle forme on la consomme et surtout savoir identifier des pistes pour la réduire. Des projets d'analyse des phases de roulage (Taxiing) emploient cette technique afin d'identifier les meilleures pratiques pour limiter les consommations de carburant.

Chez General Electric, grâce à la maintenance prédictive et à un programme de gestion de la consommation de carburant on cherche constamment des économies de combustible dans les moindres recoins, comme l'usage d'un seul moteur sur le tarmac de l'aéroport. Les solutions de GE dépassent le cadre des moteurs d'avion parce que le groupe propose des

solutions d'optimisation de navigation et de déplacements dans l'aéroport, ainsi qu'un usage réduit du groupe auxiliaire de puissance.

Mais attention au coût environnemental du digital

Toutes les étapes du cycle de vie du numérique ont un impact sur l'environnement et la société. De l'extraction des ressources nécessaires à la fabrication de nos équipements, à leur conception industrielle, leur transport, leurs usages jusqu'à la fin de leurs vies, les solutions digitales ont un impact sur :

- Le potentiel de changement climatique à cause des émissions de gaz à effet de serre
- L'épuisement potentiel des métaux
- L'épuisement potentiel des ressources fossiles, lié notamment au mix énergétique utilisé

L'infrastructure matérielle du digital comme les tablettes, les smartphones et supercalculateurs ([figure12](#)), les serveurs et les écrans d'ordinateurs ont un impact sur l'environnement, mais aussi les e-mails, les recherches sur le web et le stockage de documents numériques n'ont rien d'immatériel dans leur utilisation. L'envoi et la réception d'un e-mail ou la recherche sur le web nécessitent en effet une lourde infrastructure technique. Une étude menée par BIO Intelligence service, spécialiste conseil en matière de TIC, s'est penchée sur **le bilan carbone des messages électroniques** mais également sur leur rôle sur l'épuisement des ressources (métaux, énergie fossile). Le cycle de vie d'un mail a été décortiqué ([figure13](#)). Il en ressort que pour une **entreprise de 100 personnes, dont le personnel envoie en moyenne 332 mails de 1Mo par jour, on émet 13,6 tonnes équivalent de CO2 par an. Sachant qu'un aller-retour Paris-New York émet approximativement 1 tonne d'équivalent CO2 par passager, cette émission est équivalente à 13 A/R Paris-New York, sans parler des conséquences sur l'épuisement des métaux surtout rares** ou sur la ressource en eau nécessaires à l'industrie électronique. Diminuer de 10 % la proportion d'envoi de mail de 10 Mo au sein d'une entreprise de 100 personnes permet un gain de 8 tonnes équivalent CO2 sur un an (équivalent de 8 A/R New-York/Paris).

Dans une autre étude intitulée « Cloud begins with coal » publiée en 2013, par Mark P. Mills (CEO de Digital Power Group), on estime que **l'écosystème mondial des technologies de l'information et de la communication absorberait près de 10% de la production d'électricité mondiale**. L'économie du numérique consommerait entre 1 200 et 1 800 TWh par an dans le monde, soit l'équivalent des productions annuelles cumulées de l'Allemagne et du Japon.

Dans ces proportions, le lieu d'implantation du data center et la provenance de l'électricité sont capitales. En effet, **la fabrication d'un kWh électrique émet 85 grammes d'équivalent CO2 en France, contre 700 grammes aux Etats-Unis et près de 1 kg en Chine**. A moins que le cloud soit alimenté en énergie renouvelable, il n'est donc pas certain que les bénéfices écologiques soient au rendez-vous.

Que faire pour limiter ce coût ?

L'aéronautique doit se pencher plus sérieusement sur la question du coût environnemental lié au digital. Le potentiel de réduction des émissions de CO2 à travers l'optimisation de la consommation de carburant est vérifié mais il est indispensable d'étudier plus sérieusement l'analyse complète du cycle de vie des solutions digitales pour l'évaluer objectivement et en globalité. Plusieurs pistes peuvent être étudiées aujourd'hui. Parmi elles, on trouve :

- L'utilisation de l'énergie renouvelable pour l'électricité
- Le recyclage de la chaleur générée par les data centers
- Le green programming (programmation verte) qui consiste à concevoir des logiciels moins gourmands en énergie

5) Le coût moral et éthique

La digitalisation et l'automatisation ont toujours fait l'objet d'un débat moral et éthique. Des aspects positifs et négatifs sont présents et c'est ce que nous essayons d'éclairer dans cette partie.

Le digital libère l'homme des travaux pénibles

La digitalisation apporte des bénéfices sur le confort au travail. A titre d'exemple, prenons la cobotique. Elle permet d'améliorer l'ergonomie et les conditions de travail. Flex Track est un équipement automatisé utilisé par Boeing dans sa FAL du Boeing 777 ([figure9](#)). Ce système adhère simplement au fuselage de l'avion et se déplace comme un tank. Il se met en place automatiquement et perce un trou exactement où vous le souhaitez, il perce toujours de façon identique. A part les améliorations perçues sur la productivité (de l'ordre de 80%), ce système a permis une **amélioration significative de la sécurité 40 à 60%** dans l'usine. Cette amélioration se traduit par la **réduction du nombre de blessures et douleurs dues aux mouvements répétitifs et aux efforts**. Automatiser les tâches de rivetage a permis à un ouvrier de Boeing de reprendre sa passion pour la moto. Une passion qu'il a dû abandonner à cause de la fatigue et des tremblements dans sa main qui lui sert pour les opérations répétitives de rivetage.

En fait, dans la mesure où le robot soulage le collaborateur des tâches administratives mécaniques et répétitives, l'employé peut consacrer plus de temps à des activités à valeur ajoutée et plus intéressantes. **Il voit ainsi sa place et son rôle valorisés au sein de l'entreprise.**

En même temps il est important de prévoir un plan de carrière ou de formation pour ne pas mettre ses employés à l'écart ou dans la précarité économique.

Le coût éthique de la décision d'une intelligence artificielle

Dans un excellent article du MIT Technology Review intitulé **le secret sombre de l'intelligence artificielle**, Will Knight, rédacteur en chef, écrit : « Personne ne comprend

vraiment comment les algorithmes les plus sophistiqués font ce qu'ils font. Cela pourrait représenter un vrai problème ».

En effet, les spécialistes ne parviennent pas toujours à isoler la raison d'une prise de décision d'un algorithme d'apprentissage profond (deep learning) « Que ce soit pour une décision d'investissement, une décision médicale, ou peut-être une décision militaire, vous ne voulez pas simplement compter sur une méthode fournie par une boîte noire » dit Tommi Jaakkola, professeur au MIT. En aéronautique, on se demande comment pourrions-nous demain faire confiance à la proposition d'un algorithme, qui jugera qu'un dommage donné est tolérable ? Ou à la décision d'un drone armé autonome dans un terrain de guerre ?

C'est précisément pour cette raison qu'une centaine de responsables d'entreprises de robotique ou spécialisées dans l'intelligence artificielle (dont Elon Musk le CEO de SpaceX et Tesla) décide de faire front commun en août 2017 en écrivant une lettre ouverte aux Nations Unies. Dans cette lettre on tire le signal d'alarme contre les dangers des armes autonomes, surnommées "robots tueurs" « Les armes offensives autonomes [...] permettront des conflits armés à une échelle jamais vue auparavant et à des vitesses difficiles à concevoir pour les humains » peut-on lire dans cette lettre ouverte.

Le débat : Précarité vs Ouverture d'opportunités

Historiquement, l'avantage du salariat est de donner un minimum de protection et de visibilité aux individus et aux familles, pour se projeter dans l'avenir, acheter son logement, faire face aux risques et aux imprévus de la vie. Mais aujourd'hui, le digital prospère dans un environnement économique différent : la gg économie (ou l'ubérisation du travail). C'est une économie qui privilégie la flexibilité et la liberté des travailleurs sur la stabilité de leur statut social. Elle vient rompre totalement le système de la protection sociale. « **Mon père n'a eu qu'un seul job tout au long de sa vie, j'en ai eu six, mon fils aura six jobs en même temps** ». Robin Chase, l'une des pionnières de l'économie collaborative, cofondatrice de la plateforme d'autopartage Zipcar.

Avec le digital, il est important de repenser totalement le modèle de la protection sociale pour éviter de déconstruire les acquis sociaux des travailleurs. **Cet enjeu lié à la précarisation du travail est considéré d'ordre éthique.**

Après l'emploi des drones de contrôle de la qualité des avions avant leur livraison, des questions peuvent se poser sur le destin les anciens inspecteurs de la qualité Airbus déclare que « Leurs postes ne sont pas supprimés. Ils passeront leur licence de pilote de drone et bénéficieront d'un plan de formation ». Ainsi, **la formation et les plans de changement de carrière** sont les maîtres mots afin résoudre ce problème éthique.

Une autre perspective consiste à dire que le digital procure de nombreuses **nouvelles opportunités pour les travailleurs indépendants et défavorisés**, soit à cause de leur faible poids économique, soit à cause de leur localisation géographique très écartée. Aujourd'hui une petite entreprise indienne peut imprimer des pièces en 3D à un grand

OEM situé aux USA. Le digital a créé cette flexibilité et a permis d'ouvrir le marché aéronautique à plus de monde même parfois au détriment de la main d'œuvre nationale (américaine dans cet exemple).

Comment éviter le coût moral ?

Tôt ou tard il faudra **anticiper** ce type de questions qui ne sont pas uniquement d'ordre technologique mais aussi éthique et légal. Comme chaque industrie, l'entreprise aéronautique doit se pencher sur le modèle qu'elle voudra adopter en choisissant la voie qui semble la plus éthique et morale. Définir ses valeurs et trouver le bon compromis représentent un véritable enjeu.

Conclusion de l'étude

Pour répondre aux nouveaux défis du domaine de l'aéronautique, la digitalisation ne représente plus une possibilité parmi d'autres. Elle devient en effet une nécessité. « **La digitalisation n'est pas juste une option, mais une nécessité vitale pour rester compétitif** » dit Tom Enders. En effet, la digitalisation représente **un excellent vecteur porteur de croissance, de productivité et de pérennité dans un écosystème imprévisible et toujours en mutation**. C'est pour cette raison qu'on considère que l'investissement dans le digital est une réponse directe à notre premier coût, c'est-à-dire celui lié à la perte de ses parts de marché.

Sur tous les niveaux de la chaîne de valeur aéronautique, **le potentiel de la digitalisation dans la réduction des coûts opérationnels est confirmé**. De nombreuses réductions de temps, de coût et de NC sont présentes et à tous les niveaux. « On ne peut pas encore tout savoir sur ce que le digital est en mesure d'apporter », mais la certitude est qu'avec le digital « on peut éradiquer le gâchis généré dans le système » dit Marc Fontaine. En revanche, une attention particulière doit être accordée afin de **limiter ou dé-risquer le coût inévitable de d'implémentation**. Ce coût est susceptible d'exploser en cas de mauvaise gestion des vrais besoins, du changement et de l'organisation. L'entreprise doit se doter des bonnes pratiques d'implémentation pour réussir sa transformation au moindre coût.

Sur le plan environnemental, **la digitalisation présente un grand potentiel de réduction des émissions de CO2**, principalement grâce aux petites optimisations apportées sur la consommation du carburant de l'avion mais aussi grâce à l'analyse des données qui permet plus d'efficacité énergétique sur toute la chaîne de valeur. Néanmoins, **cela ne doit pas passer sans une politique de responsabilisation visant à réduire l'impact environnemental général du digital**, notamment sur les plans de la consommation électrique et de la raréfaction des métaux.

Finalement, sur le plan moral et éthique, la digitalisation a un bilan beaucoup plus difficile à évaluer, mais ce que l'on retire est fondamental : **il faut anticiper les questions morales et éthique liées à la digitalisation**. Les valeurs comme la sécurité et le bien-être des travailleurs doivent être mises en avant.

Etant donné tous ces éléments, il nous a été difficile de faire un bilan quantitatif qui permet de conclure avec certitude sur l'efficacité de la digitalisation. En revanche, nous pensons de manière qualitative que **le digital joue plutôt en faveur de la réduction des coûts, sous condition d'être correctement implémenté**. Ce constat est confirmé dans un rapport de McKinsey étudiant la mutation numérique des entreprises (publié en 2014) où on estime que « Les opportunités liées à la mutation numérique apparaissent supérieures aux risques ».

Pour profiter pleinement du potentiel du digital, nous recommandons **ces règles simples mais fondamentales** : il faut anticiper, s'informer sur son environnement, écouter les besoins du marché, agir vite, rester agile et intégrer le digital le plus efficacement possible.

Ainsi, nous concluons que le digital doit représenter un des piliers principaux de chaque initiative de réduction des coûts. Il serait intéressant de se demander s'il puisse exister un moyen de réduction qui ne passe pas directement ou indirectement par la digitalisation. Selon nous, la réponse à cette question est très probablement non.



DESIGN TOMORROW'S ADDED VALUE SOLUTIONS



ADDED VALUE SERVICES FOR : AIRLINES, AIRCRAFT MANUFACTURERS & MRO

UUDS GROUP

For many years now, UUDS group has been investing in research to provide airlines with innovative solutions.

UUDS Group has developed technical and sustainable solutions specific to a variety of fields while meeting future environmental requirements :

Aircraft Cabin interiors floor to floor turnkey solutions: From Bio Decontamination to full cabin modification.

Today, combining product, process, performance management tools and relationship management with the ministrie involved, UUDS can contribute to enhance Airline's competitiveness.

Aware of these new challenges and eager to answer, UUDS takes into account economic, social and environmental implications of its activities in France and worldwide.

Gilles NEGRE
gnegre@uuds.com
+33 | 73 27 20 00



www.aero.uuds.com



Quatrième Prix
Alexandre GATHIER et Vladimir RIDAR
ESTACA / ISAE Supaéro-ESTACA



VLADIMIR RIDARD

Passionné d'aéronautique depuis l'enfance, Vladimir Ridard intègre l'ESTACA à Saint-Quentin en Yvelines en filière aéronautique en vue d'obtenir un Diplôme d'Ingénieur dans ce domaine. Soucieux de développer sa dimension internationale, il effectue également un semestre à l'étranger à l'Université de Purdue aux Etats-Unis.

Pour sa dernière année d'études d'ingénieur, il se spécialise en conception et structures aéronautiques à l'ISAE-SUPAERO.



ALEXANDRE GATHIER

Proche de la production et de l'exploitation depuis le début de ses études d'ingénieur en aéronautique, Alexandre Gathier débute actuellement sa dernière année à l'ESTACA en spécialité « Maintenance aéronautique ».

Intéressé par les motivations humaines et sociales qui façonnent les innovations technologiques, il a saisi l'opportunité d'étudier en Chine de février à juin 2017 à la *Beijing University of Aeronautics and Astronautics*.

LIVRE BLANC

LA DIGITALISATION EN FAVEUR DE LA REDUCTION DES COÛTS

Guide stratégique à usage des décideurs de l'industrie aéronautique



Ecrit dans le cadre de l'USAIRE Student Award 2017

Paper written for the 2017 USAIRE Student Award

Sommaire

Transformation digitale	/ 1
Usine intelligente	/ 3
Fabrication additive	/ 5
Jumeau numérique	/ 7
Formation	/ 8
Transports connectés	/ 9
Start-ups	/ 10

Objectifs

Toutes les industries sont actuellement confrontées à des évolutions radicales de leur fonctionnement. La plupart sont dues aux nouvelles possibilités offertes par **l'électronique et la connectivité**, qu'on nomme alors « digitalisation ».

L'industrie aéronautique utilise déjà les technologies numériques dans ses produits, pourtant la digitalisation fait évoluer bien plus que le seul produit. Elle ouvre de nouvelles possibilités d'organisation plus efficace de la conception à la production en passant par la formation. La digitalisation est un **phénomène humain** autant qu'un phénomène technologique.

Les entreprises ayant fait les bons choix de digitalisation seront rapidement plus efficaces que leurs concurrentes. Néanmoins, **investir dans de nouvelles technologies** ne suffit pas à en tirer des bénéfices miraculeux.

Ce document présente une vue d'ensemble des solutions et des exemples de digitalisation prometteurs pour l'industriel aéronautique.



Une stratégie d'entreprise profitable

ENJEUX. La révolution digitale est sans aucun doute en marche. À travers tous les process de l'industrie, de la conception au MRD (*Maintenance-Repair-Operations*) en passant par la production et la chaîne logistique, l'industrie aéronautique a bien compris l'intérêt de la digitalisation. Cependant, la meilleure manière de bénéficier véritablement de tous les avantages de la digitalisation est d'adopter une stratégie de transformation digitale globale. L'enjeu est important : selon une étude d'Accenture, une telle stratégie « permettrait de réduire par trois les délais de mise sur le marché et d'augmenter les revenus de façon exponentielle. »

Investir dans des technologies ou des start-up disruptives, connecter et analyser l'ensemble de sa chaîne de production à l'aide de l'Internet des objets (IIoT pour *Industrial Internet of Things*) et du Big Data... Tout cela doit être complété par une culture forte d'entreprise digitale, pleinement acceptée et supportée par les cadres dirigeants, afin d'éviter une utilisation myope au sein des silos traditionnels. Mais casser ces silos ne devrait être qu'un début : une collaboration verticale et horizontale efficace, harmonisant les échanges internes et avec clients et partenaires externes, est la seule façon d'exploiter efficacement les bénéfices de l'entreprise numérique.

DONNÉES. Les données sont le nerf de la guerre de la transformation digitale. Générées par des sources multiples aussi bien internes qu'externes, leur combinaison et leur analyse détaillée doivent pouvoir participer au processus de décision de l'entreprise. Enrichies continuellement de la conception à la fin de

vie du produit, ces données transverses peuvent être exploitées à l'aide du Big Data et d'analyse prédictives poussées permettant de s'adapter au mieux aux réalités du marché. Une approche holistique incluant les clients et leurs produits, les partenaires ainsi que le capital de l'entreprise ouvre de nouvelles possibilités de création de valeur.

Ce flux de données permet une optimisation complète de la chaîne de valeur d'un produit. Avec les données d'utilisation de ce dernier, il est possible d'anticiper les demandes et les attentes du client, prédire les opérations de maintenance future et identifier les correctifs à apporter au produit dans une démarche d'amélioration continue. Ces correctifs peuvent être rapidement transmis à l'ensemble de la chaîne logistique grâce à des modèles numériques partagés, facilitant les approvisionnements dans une chaîne souvent très complexe. Avec une vue claire sur les flux de stocks et de produits et des chaînes de production connectées et flexibles, la planification des opérations et des livraisons peut ensuite être adaptée en temps réel.

ECOSYSTEME DIGITAL. Cette approche transversale est un tremplin pour s'approprier complètement le cycle de vie d'un produit et une porte ouverte pour une transition vers un modèle de services. Ajouter des capteurs au produit ne suffit pas ; une solution complète de service au long terme permet de fidéliser complètement le client. Les données générées et non plus le produit en lui-même créent une importante valeur ajoutée pour l'entreprise. En effet, le suivi du cycle de vie du produit est non seulement un retour d'expérience en temps réel

mais aussi une excellente opportunité de proposer au client de la maintenance préventive. En vendant le produit « as-a-service », c'est-à-dire en vendant le temps d'utilisation du produit, mainte-

MODÈLES DE RÉUSSITE

8 milliards d'euros

Ce sont les revenus des services vendus par Rolls-Royce à ses clients. Les programmes de maintenance étendue n'ont rien de nouveau pour les motoristes. Rolls-Royce loue ainsi la quasi-totalité de ses turboréacteurs dans le cadre de son programme *TotalCare*. Avantageux pour les clients qui bénéficient de maintenance préventive et de conseils d'utilisation, ce service permet aussi à Rolls-Royce d'améliorer en continu ses produits et d'identifier des problèmes en avance (générant 200 millions d'euros d'économies en 2016). Bilan : les services représentent aujourd'hui plus de la moitié des revenus du motoriste.

10%

La quantité de carburant économisée par un avion commercial en phase de montée à l'aide d'Opti Climb. Spécialisée dans le Big Data, la start-up française Safety Line propose plusieurs services d'analyse de données pour optimiser la gestion des flottes commerciales, des opérations aéroportuaires et des risques.

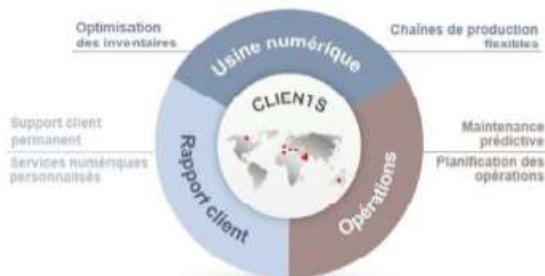
1200

Le nombre de turboréacteurs, toutes marques confondues, suivis par l'outil de maintenance prédictive *Prognos* d'Air-France Industries.

nance et support technique inclus, l'entreprise renforce fortement ses liens avec le client. Cette relation privilégiée permet une amélioration continue du produit et de s'en approprier la maintenance quasi-exclusive. L'étape suivante est d'intégrer directement les produits de ses concurrents à son écosystème, fidélisant ainsi les clients à une seule plateforme de services complète.

CHALLENGES. Cette transition nécessite cependant un changement de culture profond. Récupérer les bonnes données, les analyser correctement et les utiliser pour les bonnes raisons est un challenge majeur. Utiliser des équipes multidisciplinaires, s'ouvrir à l'extérieur pour chercher des compétences dans les start-ups et s'appuyer sur un département informatique agile sont de bonnes solutions. L'industrie aéronautique doit se montrer séduisante face aux entreprises plus dynamiques du secteur du numérique (dominé par les GAFA) afin d'attirer des employés talentueux. La sécurité des données doit également être assurée pour maintenir la confiance dans un environnement collaboratif, nécessitant de nouvelles approches sécuritaires.

LE CLIENT AU CENTRE D'UNE STRATEGIE DIGITALE



LES TECHNOLOGIES AU SERVICE DE L'INDUSTRIE 4.0



Cybersécurité : une nouvelle priorité pour le secteur aéronautique

Dans un secteur où le numérique est de plus en plus présent, la cybersécurité est un enjeu majeur. Les systèmes informatiques ne sont pas à l'abri des attaques ciblées (cyberattaque russe sur l'aéroport de Kiev en 2016, vol de fichiers informatiques sur les avions C-17, F-22 et F-35 par des agents chinois en 2010, etc.) ou de virus informatiques particulièrement redoutables (logiciels de rançon).

La transformation digitale entreprise par les sociétés du secteur s'accompagne d'un écosystème interconnecté et de plus en plus exposé au monde extérieur. Un turboréacteur connecté, renvoyant des données chez le motoriste au cours de son utilisation, offre par exemple de nombreuses opportunités de création de valeur mais s'expose à de potentielles cyberattaques. La transmission de données vers le moteur pour son optimisation en vol, pour le moment seulement à l'étude, permettrait quant à elle la création de nouveaux services intéressants mais serait bien plus dangereuse sans système de cybersécurité robuste.

La cybersécurité est souvent considérée comme un investissement bien nécessaire pour assurer la sécurité des utilisateurs et la protection de la propriété individuelle des entreprises. Mais c'est aussi un domaine à exploiter pour créer un avantage compétitif. De nombreux systèmes sont difficiles à implémenter sans mesures de cybersécurité robustes et testées : optimisation en vol de l'avionique et des turboréacteurs, systèmes de divertissement en vol avancés, logiciels de partage de données avec l'ensemble de la chaîne logistique, etc. Commercialiser ces nouveaux produits créateurs de valeur nécessite de prouver et garantir leur sécurité et leur robustesse face à des attaques informatiques.

400 milliards d'euros - Pertes estimées dues au cyber crime dans le monde en 2014.

59% des cadres dirigeants pensent que la cybersécurité sera un avantage compétitif à l'horizon 2018

Cobots, capteurs connectés, réalité augmentée... L'usine du futur est intelligente

AUTOMATISATION. L'utilisation de robots est un phénomène relativement récent dans l'industrie aéronautique. Plus précis, plus rapides, ils sont ainsi plus productifs que l'homme : chez Boeing, un robot-peintre est dix fois plus rapide qu'une équipe humaine tandis qu'une perceuse automatique permet d'améliorer la qualité des trous de près de 98%. Pour autant, la place de l'homme n'est heureusement pas remise en cause. Plus flexibles et capables de prendre des décisions, ils restent nécessaires pour réaliser une majorité des opérations et surtout pour assurer la maintenance des machines.

L'usine du futur cherche ainsi à s'éloigner de l'automatisation complète, vers une collaboration poussée entre humains et robots plus autonomes. Loin des robots traditionnels, confinés à une tâche particulière et incapables de travailler avec un ouvrier, ces nouveaux robots collaboratifs, ou cobots, profitent des avancées de la robotique en termes de capteurs pour travailler en toute sécurité avec un humain. Le besoin de recourir à des systèmes de sécurité physiques (cages, zones dédiées dans l'usine) et d'alimentation onéreuse est ainsi complètement éliminé.

L'homme n'est donc pas remplacé mais plutôt aidé dans ses tâches manuelles afin d'augmenter sa productivité et d'améliorer l'ergonomie de ses actions. Flexibles et mobiles, les robots réalisent les tâches



pénibles et nécessitant une grande précision sous le contrôle des opérateurs.

CONNECTIVITE. Bardés de capteurs, hyperconnectés, les robots doivent pouvoir communiquer entre eux et s'intégrer à un écosystème de production connecté. L'avènement de l'intelligence artificielle leur permet également de disposer d'une certaine autonomie, avec par exemple des plateformes robotisées capables de prendre des décisions simples pour optimiser les mouvements de pièces ou d'outillage à travers une usine, en fonction de l'état des lignes d'assemblage.

A l'aide de l'IIoT, l'usine du futur est un écosystème complètement connecté. Des capteurs variés permettent en effet de remonter des informations claires sur l'état des machines, permettant d'avoir une vision en temps réel de l'ensemble des opérations. Il est ainsi possible d'analyser ces données pour optimiser ces opérations et même pour identifier à l'avance de possibles

pannes. Prévenir ces défaillances permet non seulement de limiter le temps d'arrêt des opérations et de réduire les coûts de maintenance, mais aussi d'améliorer la sécurité des opérateurs travaillant en interagissant directement avec les machines.

Cette connectivité accrue permet également une représentation virtuelle de l'état de l'usine en temps réel, facilitant l'amélioration continue des processus à l'aide de simulations et la mise en place d'une boucle de rétroaction robuste. L'optimisation de ces processus réduit les temps d'arrêt dus à la maintenance ou aux défaillances, la durée de production mais aussi la consommation énergétique, réduisant les coûts significativement.

REALITE AUGMENTEE. Avec l'homme au centre des opérations, améliorer son ergonomie et son efficacité sont une des priorités de l'usine du futur. En plus des robots collaboratifs, la réalité augmentée permet d'améliorer grandement la productivité des opérateurs.

85% - Temps gagné grâce aux collaborations robot-humain

20 000€ - Prix moyen d'un robot collaboratif

6€ - Coût horaire d'un robot industriel

A l'aide de lunettes, d'un casque ou d'une tablette, les objets sont augmentés en temps réel de données diverses et variées. Les applications sont multiples : formation en continu, aide lors de procédures complexes, superposition des pièces ou opérations manquantes sur la pièce, vérification de la qualité en temps réel, etc.

La collaboration avec des robots est également grandement facilitée par de tels outils. Un opérateur peut par exemple déterminer immédiatement la taille de vis et le couple de serrage nécessaire en scannant une pièce et transmettre aussitôt l'information à un cobot, capable de réaliser l'action. Cette approche « cyber-physique » permet de grandement faciliter nombre d'opérations et d'assurer une qualité constante.

LOGISTIQUE. Les avantages de l'usine intelligente ne sont pas confinés aux lignes de production. Au sein de l'industrie aéronautique en particulier, l'effort de réduction des coûts entrepris jusqu'ici conduit à des chaînes logistiques très complexes et poussées à bout, sources de nombreux aléas. Une collaboration accrue avec les fournisseurs et une optimisation des flux logistiques est ainsi un défi majeur.

La chaîne logistique connectée est donc une extension directe de l'usine connectée. Le flux de données est alors étendu à l'ensemble de la chaîne, permettant une planification et une gestion plus fine des opérations et des inventaires s'inscrivant directement dans les principes du *lean manufacturing*.

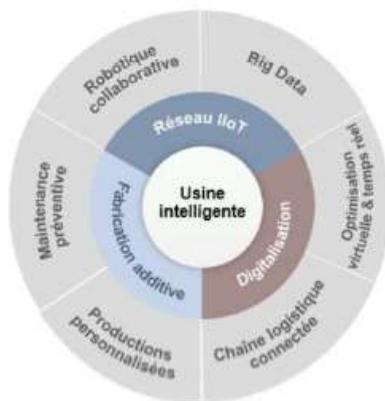
LES INDUSTRIELS ANTICIPENT UNE FORTE ACCELERATION DES GAINS SUR PLUSIEURS INDICATEURS DE PERFORMANCE (CA PGE MINI, 2017)



■ Gains annuels depuis 1990

■ Gains annuels attendus dans les 5 prochaines années grâce à l'usine intelligente

LES TECHNOLOGIES DE L'USINE INTELLIGENTE



CHIFFRES CLÉS

500 – 1 500 milliards d'euros

La valeur ajoutée par les usines intelligentes à l'économie mondiale dans les 5 prochaines années.

17%

Gain de productivité moyen mesuré dans les usines intelligentes existantes du secteur de l'aérospatiale. Le gain en qualité est de 15%.

Simple créateur de valeur ou révolution industrielle ?



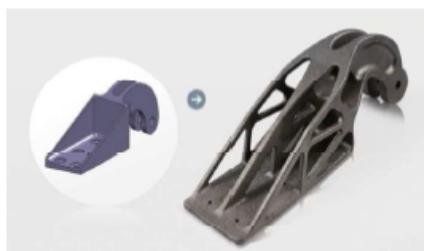
Souvent mieux connue sous le nom d'impression 3D, la fabrication additive est une technique permettant de construire une pièce couche par couche, par opposition aux techniques conventionnelles qui éliminent de la matière. Cette technologie est particulièrement intéressante pour l'industrie aéronautique, qui l'adopte dès la fin des années 80. Très flexible, elle permet la fabrication de pièces complexes et optimisées pour la réduction de la masse, tout en réduisant les pertes d'usinage.

AVANTAGES IMMÉDIATS. Investir dans des technologies de fabrication additive présente des avantages immédiatement visibles pour l'industriel. A partir d'un modèle CAO adapté, sans outillage spécifique, le concepteur est rapidement capable d'obtenir un prototype physique lui permettant d'étudier sa forme, son fonctionnement et son intégration dans un potentiel assemblage. L'intérêt de ce prototypage rapide est double : 43 à 75 % plus rapide que des techniques conventionnelles, il garantit une grande compétitivité avec un délai d'arrivée du produit sur le marché significativement réduit. De plus, le fait qu'aucun outillage spécifique très coûteux ne soit requis pour la production de chaque prototype permet des itérations plus libres et plus nombreuses, permettant d'optimiser le produit et de le dérisquer à l'aide de tests répétés. Une fois l'étape de conception passée, la fabrication additive n'est pas pour autant en reste comme le démontrent certains industriels tels qu'Advanced Composite Structures (ACS) : « Pour les réparations et la production de faible volume dans lesquelles nous nous spécialisons, l'outillage représente souvent une portion majeure de notre coût total. Passer des méthodes traditionnelles à la production d'outillage composite avec la modélisation par dépôt de fil en fusion (FDM) nous a subs-

tentiellement aidés à améliorer notre position compétitive » (propos de Bruce Anning, PDG d'ACS, traduits de l'anglais). Spécialisés dans la maintenance aéronautique, la fabrication additive de leur outillage a réduit leurs coûts et leurs délais d'approvisionnement de près de 80 et 100% respectivement. L'avantage étant également la possibilité d'imprimer de nouveaux outillages en fonction du besoin, sans devoir garder un stock potentiellement inutilisé ou rendu obsolète avec le temps. Cet usage indirect est aussi retrouvé chez les grands avionneurs, où l'impression 3D est utilisée pour fabriquer une première pièce, servant de modèle pour obtenir un moule en silicone permettant le moulage à grande échelle de pièces en polyuréthane, très répandues dans l'équipement des cabines d'avion.

COMMERCIALISATION. Contrairement à certaines industries comme le marché des audioprothèses, complètement converti à l'impression 3D en moins de deux ans, la fabrication additive commence tout juste à réellement percer dans les produits vendus par les industriels de l'aéronautique. Les premiers furent principalement des pièces de la cabine directement imprimées en 3D : tablettes, lambris, boudes de siège, gaines de câble, coiffes pour écran, etc. Souvent customisées selon les désirs du client, parfois adaptées à la géométrie spécifique d'une cabine, ces pièces bénéficient pleinement de l'adaptabilité du procédé. Étendue à des pièces à plus haute valeur ajoutée, la fabrication additive permet à Airbus de réduire le poids des cloisons de la cabine de près de 45% à l'aide d'une structure optimisée complexe, un attrait majeur pour les compagnies aériennes, toujours à la recherche d'économies en carburant. Ces cloisons démontrent un des gros intérêts de cette technologie : la possibilité d'optimiser la topologie des pièces

pour réduire le poids et maximiser leur performance en s'affranchissant des limites de la fabrication conventionnelle. Les motoristes, habitués à des formes complexes et des matériaux exotiques, l'ont bien compris et utilisent de plus en plus de techniques additives. Un cas d'étude exemplaire est celui des injecteurs de carburant du turboréacteur LEAP produit par CFM International. Conçus par GE Aviation en un temps record, 20 pièces ont été éliminées pour produire un injecteur en une seule pièce, 25% moins lourd et 5 fois plus durable. Les gains en carburant estimés par avion et par année sont d'au moins 2,5 millions d'euros, de quoi intéresser plus d'une compagnie aérienne.



OS et Airbus Group

LES COÛTS DE LA FABRICATION ADDITIVE. Les avantages de la fabrication additive sont évidents : cycle de conception raccourci, meilleure optimisation des pièces, fabrication en petite quantité selon les besoins, customisation sans ré-outillage, etc. Néanmoins, ce processus de fabrication est pour le moment bien adapté pour les productions en petite série ne nécessitant pas, après l'investissement initial, d'atteindre à chaque fois un volume minimum de production pour amortir l'outillage, mais doit encore faire ses preuves à plus grande échelle. Il est ainsi important de bien comprendre comment sont alloués les coûts de cette technologie après l'investissement initial afin d'évaluer la faisabilité de son implémentation, les étapes à optimiser ainsi que l'impact de l'évolution très rapide des technologies additives. Ainsi, la fabrication additive demande une reprise à zéro de la phase de conception pour bénéficier pleinement de ses avantages plutôt que de simplement adapter des pièces existantes. Ces coûts de re-conception, intégrant les licences pour des logiciels de conception optimisés, ne doivent pas être oubliés. La phase de production est capitale : bien que le coût des matériaux adaptés est significativement supérieur (un à deux ordres de grandeur) aux matériaux classiques, les procédés de fabrication additifs sont bien plus efficaces que les procédés traditionnels, où le taux de rebut peut atteindre les 90%. L'impression 3D peut ainsi réduire ce taux à 10%, comme démontré par Lockheed Martin sur certaines pièces du F-35, réduisant les coûts de 50% au final. Mais le plus important reste le

coût de la fabrication par la machine. La fabrication additive étant un procédé nouveau et en évolution constante, de nouvelles fonctionnalités et techniques apparaissent, les prix baissent et les vitesses d'impression augmentent sans cesse. Avec des temps d'impression allant de quelques heures à quelques centaines d'heures selon la complexité des pièces, le temps d'utilisation des machines doit être correctement évalué pour justifier l'investissement dans des machines performantes et assurer une rentabilité. Le risque de ratés dans l'impression n'étant pas nul non plus, il doit être pris en compte. La détection de ces ratés assez tôt dans le processus de production permet ainsi un gain considérable de temps et d'argent. L'étape suivante concerne l'usinage final. En plus d'éliminer les supports nécessaires pour l'impression d'une pièce, cet usinage est encore souvent nécessaire pour répondre aux tolérances de l'industrie aéronautique. Un dernier point important pour cette industrie concerne le processus de certification, pouvant atteindre plusieurs milliers d'euros par pièce.

IMPACT SUR LA CHAÎNE LOGISTIQUE. Après le prototypage rapide, la fabrication d'outillage et la production commerciale, la fabrication additive commence déjà à changer les codes de la chaîne logistique. Avec l'intérêt croissant des industriels pour cette technologie, ces derniers sont tentés par l'acquisition interne de capacités de fabrication additive, permettant une automatisation majeure du processus de fabrication, les pièces passant des logiciels de CAD aux imprimantes directement. Étant donné le potentiel de réduction des coûts d'investissement initial en vue de la production et la possibilité de produire des pièces personnalisées à la demande, en petite quantité, l'utilisation d'imprimantes 3D au plus près du client et sans intermédiaires est aussi d'un grand intérêt. Ce type de production permet en effet de réduire le capital investi dans des stocks de pièces tout en répondant aussi rapidement aux besoins des clients, réduisant leurs coûts de temps d'arrêt.

VIA BILITE. Très différente des méthodes traditionnelles, la fabrication additive a un très gros potentiel de réduction des coûts sur toutes les phases de vie d'un produit, de la conception à la maintenance en passant par la production. Déterminer quand et comment investir dans cette technologie pour en tirer tous les bénéfices reste néanmoins un challenge important. Pour autant, l'adoption de cette technologie par l'industrie aéronautique continue à progresser rapidement à l'aide des avancées technologiques et en science des matériaux, lui assurant un bel avenir.

Un double digital pour chaque produit



JUMEAU NUMÉRIQUE. L'utilisation de la conception assistée par ordinateur (CAO) n'a rien de nouveau dans le monde de l'aéronautique. Traditionnellement utilisés pendant les étapes de conception et de simulation, les modèles numériques 3D sont désormais amenés à évoluer au cours de la vie du produit pour correspondre au plus près à son statut physique, à l'aide de capteurs variés. Le jumeau digital combine ainsi modèles 3D, simulations numériques, schématisation des systèmes et sous-systèmes, nomenclatures, métadonnées, etc. Réunir tous ces éléments permet ainsi la création d'un modèle très complet pouvant être facilement testé et validé virtuellement, réduisant le recours à des prototypes lors de la conception.

L'utilité de ce jumeau ne s'arrête pas là. Afin de planifier la phase de production, il peut être enrichi par plusieurs simulations détaillant les procédés de fabrication, les lignes de production complètes ainsi que les systèmes d'automatisation associés et les chaînes logistiques. L'ensemble de la phase de production peut ainsi être simulée, validée et optimisée en avance, de manière complètement virtuelle.

Une fois le produit conçu et les lignes de production lancées, son jumeau digital ne reste pas statique.

Avec l'utilisation de capteurs intégrés à l'usine numérique et aux produits, il peut être constamment mis à jour et optimisé en temps réel. Ces retours d'information peuvent ensuite être directement appliqués en tant qu'améliorations incrémentales ou servir de retours d'expérience très utiles pour de futures productions. Le jumeau sert ainsi non seulement à réduire les temps de conception et de lancement en production, limiter le recours à des prototypes physiques et flexibiliser la fabrication, mais il accompagne aussi le produit pendant toute sa durée de vie pour permettre son amélioration constante. Il n'est également pas confiné à l'entreprise seule mais peut être communiqué à l'ensemble des fournisseurs et clients, en limitant l'accès aux seules fonctionnalités nécessaires. Tout changement est ainsi communiqué en temps réel, fluidifiant grandement la communication.

GESTION DU CYCLE DE VIE. La création et l'utilisation d'un tel jumeau numérique nécessite une plateforme de gestion du cycle de vie (PLM) robuste et modulaire. Les grands groupes tels qu'Airbus et Boeing utilisent souvent des centaines ou des milliers de programmes différents développés pour des usages très précis, difficiles à interconnecter et à faire évoluer. Développer un système robuste permettant un accès aisé et immédiat à l'ensemble

des données du cycle de vie des produits est ainsi un défi important mais vital pour une digitalisation efficace. Certains projets de recherche ont ainsi des objectifs clairs de réduction des coûts, tel que le projet Cresendo (*Collaborative and Robust Engineering using Simulation Capability Enabling Next Design Optimisation*) qui cherche à réduire les cycles et coûts de développement de 10%, les itérations de développement de 50% et les coûts de test physique de 20%. Pour chercher à séduire les industriels avec des produits toujours plus avancés et moins chers, les vendeurs de produits de PLM avancés ont ainsi de beaux jours devant eux.

La vision ultime du jumeau numérique est de créer, tester et fabriquer notre équipement dans un environnement virtuel.

Ce n'est qu'à partir du moment où il répond à nos exigences que nous le fabriquons physiquement. Nous voulons ensuite que ce produit physique soit relié à son jumeau numérique à travers des capteurs pour que le jumeau contienne toutes les informations que nous pourrions obtenir en inspectant le produit physique.

John Vickers, manager du Centre national de la NASA pour la fabrication avancée (traduit de l'anglais)

Apprendre pour moins cher



DES BESOINS IMMENSES. L'aéronautique, secteur de haute technologie par excellence, a des besoins de formation élevés. C'est particulièrement vrai avec l'arrivée de la digitalisation et le besoin de profils techniques (en intelligence artificielle, Big Data ou fabrication additive par exemple) peu nombreux sur le marché. Dans ce contexte, certaines méthodes de formation offrent la possibilité à l'étudiant ou au salarié en formation d'apprendre plus rapidement, avec moins d'encadrement et de moyens physiques.

ECOLE 42. Créée en 2013 pour faire face au déficit de diplômés en informatique en France, l'Ecole 42 propose une formation gratuite, après réussite d'une sélection à l'entrée. Sans professeurs et sans cours magistraux, les élèves se forment en autonomie à l'aide d'outils d'e-learning et de MOOCs ainsi que d'un encadrement minimal. Le suivi de la progression de l'élève est présenté sous forme de niveaux qu'il doit atteindre pour pouvoir débloquer de nouveaux projets inspirés des jeux vidéo. Xavier Niel (fondateur de Free) finance entièrement l'école à hauteur de 70 millions d'euros pour 10 ans. Avec 850 nouveaux étu-

dants chaque année, l'école affirme accueillir 2500 élèves au total. La formation coûte donc à Xavier Niel 2800 € par élève et par an, à comparer à la moyenne de 10 220 € par an pour un étudiant d'université publique en France (derniers chiffres en 2009). Cette digitalisation de la formation professionnelle a donc de quoi intéresser les centres de formation internes des industriels ou les universités et écoles plus classiques souhaitant répondre aux demandes du marché.

DEMATERIALIZATION. Certaines formations aéronautiques traditionnellement plus dépendantes de moyens physiques, notamment pour la maintenance aéronautique, ne sont pas en reste. A l'aide des nouvelles technologies de réalité augmentée et de réalité virtuelle, les outils et systèmes à maintenir peuvent être entièrement dématérialisés. L'intérêt est double. Etant donné la croissance importante du marché aéronautique dans les régions du Moyen-Orient et de l'Asie et la longue durée de formation dans une industrie fortement régulée, la demande pour des techniciens et des ingénieurs de maintenance qualifiés est très importante. Ces outils de réalité virtuelle ont

ainsi le premier avantage de permettre la collaboration lors de la maintenance, indépendamment des distances physiques. Un maintenancier expérimenté peut ainsi apporter directement des informations visuelles à du personnel moins formé, limitant le temps d'immobilisation d'un avion au sol qui peut coûter plusieurs dizaines de milliers d'euros par heure à l'exploitant.



En plus de cette formation en direct, la simulation permet de réduire les coûts de la formation initiale. Avec un système de réalité virtuelle par étudiant, chacun peut s'entraîner en parallèle, sans nécessiter plusieurs maquettes physiques plus volumineuses et souvent plus chères. Selon Oliver Jonathan, vice-président d'ICF International, ces technologies pourraient ainsi réduire la durée de formation d'un ou deux ans et générer des réductions de coût importantes pour le formateur.

Développement logiciel : l'exemple Tesla Motors

Fondé en 2003, ce constructeur automobile est désormais bien connu. Mais peu de gens savent que Tesla Motors n'a pas toujours été une entreprise à la pointe du digital. Après avoir produit un premier cabriolet électrique et ainsi démontré son savoir-faire dans le domaine de la propulsion électrique, la jeune marque fait le choix de digitaliser sa prochaine voiture en lançant la Tesla Model S en 2012, une berline de luxe. La marque a alors évolué radicalement : usine fortement automatisée, ventes inspirées de l'électronique grand public, mise à jour du produit par internet...



TESLA MOTORS

INTERFACE CONNECTÉE. Un grand écran permet l'affichage de toutes sortes d'informations et d'applications. Mais c'est derrière cet écran tactile que la voiture fait la différence : en s'équipant d'une antenne cellulaire de série, la voiture devient connectée à internet en permanence. GPS avec des cartes toujours à jour, éventail de musique illimité sur internet, suivi de la voiture en cas de vol, préchauffage de l'habitacle activable depuis le smartphone du propriétaire... Toutes ces fonctionnalités sont autant d'avantages concurrentiels pour la marque, au prix de l'abonnement cellulaire à payer pour chaque voiture.

ÉVOLUTION PERMANENTE. Cet accès à Internet a un deuxième avantage significatif : les mises à jour du logiciel de la voiture peuvent être transmises directement à distance. Ainsi,

Tesla ajoute en permanence de nouvelles fonctionnalités à sa voiture : régulateur de vitesse adaptatif, maintien dans la file autonome, freinage d'urgence automatique, créneau automatique...

Ces fonctionnalités ont en commun de nécessiter un lourd développement logiciel. Mettre à jour le logiciel des voitures très régulièrement permet à Tesla de lisser la charge de travail de ses ingénieurs et de mettre au point des fonctionnalités grâce aux données d'utilisation des voitures des clients. L'innovation, par nature, est itérative et les mises à jour assurent aux clients que leur voiture dispose des meilleures technologies du moment.

DANS L'AÉRONAUTIQUE ? On pourrait croire que ce modèle n'est pas applicable aux produits présents dans l'industrie aéronautique à cause des contraintes importantes imposées par la certification. Pour autant, les compagnies aériennes bénéficient d'ores et déjà de la récupération de données générées en vol. Avec la multiplication des constellations fournissant un accès à Internet toujours plus rapide par satellite, il n'est pas interdit de penser que cette transmission de données pourra bientôt se faire en temps réel. L'envoi de données vers un système aussi critique qu'un avion en vol reste pour le moment inaccessible mais permettrait dans le futur une création de valeur importante.

Ces échanges de données permettraient par exemple le développement en continu des interfaces des systèmes de divertissement en vol, en traitant en temps réel les données d'utilisation des passagers. En plus de proposer un produit toujours plus complet aux clients, l'utilisation même de ce produit permet

ainsi une création de valeur continue tout au long de son cycle de vie par l'industriel.

Focus



AIR FRANCE

Toujours plus attractifs pour le client avec des interfaces modernes et l'arrivée des connexions Internet en vol, les systèmes de divertissement en vol (*In-Flight Entertainment* ou IFE) cherchent à améliorer le confort et l'expérience du client lors de son vol.

Timidement connectés, ils ouvrent la porte à la personnalisation du voyage du client et aux contenus payants. Grâce aux nombreuses données collectées sur chaque client et à l'utilisation du Big Data, une compagnie aérienne est ainsi capable d'adapter ses offres, son marketing et sa prestation à chaque client pour maximiser sa satisfaction et sa loyauté, générant au final plus de profits. Une compagnie *low-cost* pourrait aussi par exemple contextualiser les publicités présentées au client dans l'avion et après le voyage.

26,8% du chiffre d'affaire de Ryanair en 2016 provient des revenus annexes.

United Airlines a augmenté ses revenus de **15%** grâce aux expériences client sur mesure

L'innovation sans limites



Illustration par Airbus

Uber, Airbnb, Blablacar, Dropbox ou même SpaceX, ces noms sont désormais reconnus par tous. Connues pour leurs idées novatrices, une croissance fulgurante et leur attractivité pour les jeunes talents, les start-ups ne se limitent pas à ces licornes (start-up valorisée à plus d'un milliard de dollars) ultramédiatisées. L'entrepreneuriat est au beau fixe et alimente les incubateurs de centaines de start-ups souvent inconnues du grand public mais pourtant bien utiles aux grands groupes.

ACCELERATEURS. Pour réunir des fonds et alimenter leur croissance, les start-ups font traditionnellement appel à des incubateurs. Privés (comme Starbust Accelerator ou Lightspeed Innovations) ou dépendant d'un grand groupe (Airbus Bizlab et A³, Boeing HorizonX Ventures par exemple), ces accélérateurs propulsent les start-ups aux idées prometteuses en leur offrant conseils, moyens techniques et argent. Ces idées peuvent tout aussi bien être révolutionnaires ou plus terre-à-terre, mais toutes présentent un intérêt à leur échelle. Alors qu'un projet de minage d'astéroïdes comme celui de Deep Space Industries présente un risque important mais des retombées économiques potentiellement très élevées au long terme, d'autres idées

moins ambitieuses sont immédiatement lucratives : écosystème à réalité augmentée pour divertissement en vol (InflightVR), numérisation des processus de fabrication additive (3DTRUST), formation par réalité augmentée (Scope AR) ...

INNOVATION AU SERVICE DE LA DIGITALISATION. La digitalisation demande beaucoup d'investissements de la part des industriels afin de profiter pleinement de toutes ces nouvelles technologies. L'un des plus gros challenges à relever pour ces entreprises est souvent le manque de compétence dans ces domaines, nécessitant la création de départements nouveaux et une certaine prise de risque. Les start-ups, bien plus agiles et innovantes par nécessité, permettent de combler ce manque de compétence et d'apporter directement de nouvelles solutions. De plus, les idées innovantes et disruptives sont par définition totalement nouvelles; la grande hétérogénéité des start-ups permet la génération de beaucoup de ces idées, là où un seul groupe industriel aurait une portée bien plus limitée. Investir dans ces idées à travers un incubateur implique forcément un risque si le projet n'aboutit pas mais permet d'éviter l'allocation de ressources internes à l'entreprise. La recherche de talents

n'est également pas nécessaire : les start-ups se présentent directement aux incubateurs pour chercher des fonds et de l'expertise.

DIGITALISATION AU SERVICE DE L'INNOVATION. La digitalisation des entreprises a également un effet bénéfique sur les start-ups. Souvent très petites, avec peu d'employés et de moyens, elles profitent pleinement de ces nouvelles technologies : fabrication additive, permettant de limiter les coûts en outillage et d'accélérer les phases de prototypage ; cloud computing offrant l'accès à une puissance de calcul très importante pour un prix faible fonction de l'utilisation ; outils favorisant la collaboration (messageries temps réel, outils de gestion) ; etc.

INCUBATEURS INTERNES. Les accélérateurs intégrés aux grands groupes ont l'intérêt principal de créer des liens privilégiés avec les start-ups, facilitant notamment leur rachat ou l'utilisation de leurs technologies. Souvent étendus à des projets d'innovation interne, ils sont également garants de l'innovation au long terme de l'entreprise en permettant l'adaptation rapide aux évolutions du marché et en créant de nouvelles opportunités de croissance. C'est aussi un bon moyen de concurrencer ces licornes qui cherchent à révolutionner certains domaines. On citera par exemple les projets Voom (trajets en hélicoptère à la demande) et Vahana (aéronef personnel à décollage vertical) d'Airbus A³, concurrençant les ambitions d'Uber dans le monde du transport aérien personnel à la demande. De quoi permettre à Airbus de ne pas être devancé si ce marché venait à se développer brutalement, tout en limitant les risques encourus au court terme.



END OF SERVICE DOES **NOT** MEAN END OF LIFE

 Vallair plays an active role in commercial aircraft purchase, disassembly and spares re-marketing. We are recognised for our engineering expertise and our excellent customer service.

Our services and solutions are divided into six sections.



Sales & Administration Office
International Airport of Luxembourg
EBBO bloc B, 6 Route de Tièves
L-2633 Senningerberg
Grand Duchy of Luxembourg
Phone: +362 2610 3982
+362 2610 3963

Logistics & Repair Shop
Chateauroux Airport
Building 770
F-36130 Déols
France
Phone: +33 264 22 61 80
+33 264 22 61 80

MRO & Painting Centre
Montpellier Méditerranée Airport
Vallair avenue
F-34130 Mauguio
France
Phone: +33 430 63 41 00
+33 430 63 41 01



WWW.VALLAIR.AERO



Cinquième Prix
Khaoula MAZARI

Institut d'Aéronautique et des Etudes spatiales de Blida

Khaoula MAZARI

Institute of Aeronautics and Space Studies IAES – Blida

Khaoula MAZARI, after getting her baccalaureate in technical math with high degrees enjoyed institute of aeronautics and space studies in Blida, Algeria, and because aviation, electronics and technology was a passion to her since she was young she specialized in Avionics. Right now she is pursuing an Advanced Master in Avionics with planes to continue her study in Europe.

She is a volunteer in scientific club to develop aeronautics in Algeria. After some internship in 'Air Algérie' and the military unit of transport aircraft renovation she is searching for a high level aviation internship.

mazarikhaoula@gmail.com - (213) 774764196



**From design to supply chain, from production
to sales, from start-up to certification**



DIGITALISATION

and cost reduction





DEFINING 'DIGITALISATION'

Digitalisation at its simplest is described as the process of converting information into a digital format 'hence the fact that in many books "conversion" and "digitization" are synonymous'.

Digitalisation is typically used to make processes more efficient by use of digital solutions often to reduce human involvement in the processes or like Dr. André Walter said: 'Digitalisation means making work easier for employees and increasing efficiency'.*

The wave of digital transformation that will change our whole future is now real, it's we who are going to write the day of tomorrow, we just have to study well our next step, to make it easier, greater, faster, safer and cheaper.

? Why it's so important:

The International Air transport Association (IATA) expects 7.2 billion passengers to travel in 2035, a near doubling of passengers in 2016, this will have a great impact in aircraft operations, but the solution is ready to give passengers all what they want, double revenue.

⚠ Being late will cost a lot:

Research shows that first movers are transforming into digital enterprises. Industrial companies need to act now to secure a leading position in tomorrow's complex industrial ecosystems. Those who are slow to explore them may find it difficult to compete. In an increasingly cost-competitive market, no company in the aerospace, defence and security sector can afford to lose opportunities to improve their cost and revenue position against their market peers.

🏃 Nothing worth having come easy:

Companies will need robust data analytics capabilities; that will mean making significant changes. They'll need to focus on developing the people and culture to drive transformation.

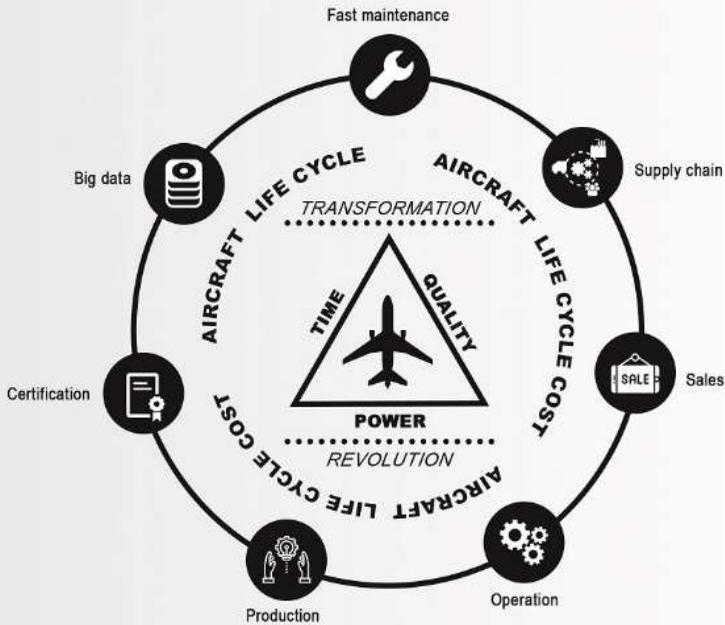
🔧 How it will effect:

In a business context, many methods used to reduce the costs associated with making a product, like: Reduce the cost of labour, automate to reduce levels of human intervention in digital conversion and metadata creation, select and prepare originals to enable higher volumes and reduce variation in the workflow, increase overall performance and throughput to make the most efficient use of capital expenditure, and continuous improvement and optimization through rigorous quality assurance.



When planning the costs for a digitization project there are many potential elements:

- **Selection:**
choosing what will be digitized.
- **Preparation:**
making objects ready to be digitized.
- **Metadata creation:**
Like: Cataloguing, description, indexing, administration and technical information.
- **Technical infrastructure:**
Network for moving data between production and quality checking machines, Data storage backup and transfer, Digitization infrastructure, suitable physical space for equipment and activity and software.
- **Conversion to master digital format.**
- **Production of surrogates for end use.**
- **Quality control.**



This is the situation of tomorrow, by today's charts, technology won't let it to be far anymore, the new technology needed to fly faster than the speed of sound in a commercial airplane. It's a revolution that can offer to us more than we are imagining if we didn't ignore any small detail 'small details holds big changes', by a thorough study which takes into account the environmental impacts of the aircraft from a cradle to grave, meaning the entire aircraft life cycle is analyzed. And digitization is more useful, is not only about costs, it's about quality and time which both of them can lead us to more additional revenue and less costs indirectly.

There's an old saw in product design that goes, 'fast, good or cheap: pick two', It means that if you want both quality and fast turnaround, expect it to be expensive, if you want quality and low cost expect it to take a long time and if you want both low cost and fast expect inferior quality. Usually that what was applied before, it's an old saw, now that's changed, achieving the right balance of quality, time and cost for any project are the lock to the success of the project and the key of the lock is digitization. 'A supersonic aircraft and cheap ticket' dream needs just perfectness, by having it all and giving just what you are ready to give, some investigations will be in your side, look so far, digitization gives your vision, it gives perfectness.



Can you imagine yourself travelling in an aircraft at the speed of a Concorde, with an ATR ticket price ?

Design: Take a look at the future, see it just front of you before it time, without taking the risks.

Supply chain: The best procurement is the one that make it easier.

Production: Empower digital interaction, simplify the basics.

Ultimately decommissioning :
a small positive contribution

Certification: Strengthening infrastructure and security

Maintenance: getting the airplane back in the air quickly

Operation: Know your customer, it was never easy like now, all in your hand by one touch.

*. The majority of the aircraft life cycle costs (around 90%) are cemented in the first two years of design

DESIGN

Design to cost is just another hurdle that can be conquered with an integrated prioritized approach.



It's so expensive

The whole air transport industry has been hit by the increasing of oil prices after 2004. Particularly with the rapid increase of oil prices in 2008-1. Considering airlines operating performance, fuel costs constitute a large portion of an airlines operating expenses-2. This is an enough reason, if not find a solution and limit oil use definitely, at list reduce it consumption.



It will be for free

NASA already posed in it plans the replacing of petroleum fueled aircraft system with lightweight electric systems, this transformation maybe it will cost in the beginning but the win after years will be unbelievable, for environment and costs, 'free electricity', free is enough to express it all, is it possible? Actually Nikola Tesla started working at it in 1899 and he proved it wireless transmission-3, this technology depends on wireless transmission of electricity, with a transmitter and a receiver to be all clear, all is at frequency and vibration (may the aircraft will be lightest, faster, and more profitable to companies), this technology also can allow the structure of the aircraft to store electrical power, it's a permission to artificial intelligence and can replace fueled in aircraft propulsion system with light weight electric technology system, say goodbye to all the high costs of fuel.

SOFTWARE DESIGN:

As the design influences between 70 and 85% of the total life cycle cost from the cost of developing only, producing, using and retiring a product, designers are in a position to substantially reduce it. There is therefore a need to develop methodologies to estimate the cost implications at the early design stage.

Companies can optimize their design and manufacturing of composite parts. they can use design softwares to learn how to utilize materials more efficiently and effectively, and make more informed decisions concerning trade-offs between cost and functionality, also companies working within the supply chain can save money and speed up the manufacturing process.

A software like CATIA-4 went a long way in digitization, by showing you the life of the aircraft, especially with it different versions, like CATIA 3D MASTER that enables users to simulate the build variation to check if the product meets the dimensional product requirements. This allows customers to potentially loosen tolerances, which can reduce the cost of manufacturing by up to 90%, it's one from technology benefits.



*1. 100 cents per gallon until the year 2004 and it almost tripled it self to 305.3 cents per gallon in 2008
*2. 20 to 30 percent of operating costs (Air Transport Association 2009)

*3. The all energy absorbed from ground, Tesla was never finished the project because he ran out of money, but the time changed now
*4. CATIA (an acronym of computer aided three-dimensional interactive application) is a multi-platform software developed by the French company DASSAULT systems.



2D and 3D design

Although 2D drawings have been the norm in the product development process, they pose a number of challenges. Multiple 2D drawings are often required when producing a single 3D part, so changes to one drawing impacts the remaining drawings. This can cause costly delays in the product development process. That new that 2D drawing are not a universal language and can cause communication issues that leads to mistakes.



Virtual reality, VR

VR is one of the most promising technology investments for gaining a competitive advantage during the complete product engineering process by providing a collaborative and interactive product experience. VR software designed to make it quick and easy for engineers and designers to view, investigate and annotate their design as well. Using virtual reality at the company's allows to develop new methods of cost savings by taking the digital manufacturing idea into the virtual reality realm.

Major aerospace companies such as Airbus, AVIC, Boeing, Bombardier, Lockheed Martin, Rheinmetall and their suppliers, like Safran Nacelles, use a design-oriented software and hardware package from German virtual reality specialists ICIDO, that it's capable of rendering an exact 3D virtual copy of each piece of the aircraft, allowing for dynamic manipulation and visualization of products and parts from all angles.

VR allowed the companies to increase quality, reduce physical stress and determines the exact installation of a component like that costs will be lower, fewer injuries, higher quality and a faster time to market.



José Terrades, Almussafes plant simulations engineer, Ford of Spain Says. "Our aim is to save costs by avoiding expensive prototypes and achieve design goals in time. Virtual reality technology allows to visualize quickly what we had in mind and check if the idea is feasible or not."

THE FUTURE OF THE AEROSPACE SUPPLY CHAIN

Aerospace sector is one of the most globalized industries in terms of market structure and production system. Through aircraft development programs aviation industry has introduced new solutions to develop its products. The role of the partners involved in the development programs for the new generation aircraft is becoming increasingly important. Supply chain management has become a key factor for major manufacturers from aviation industry. With the changing structure of the aerospace industry by switching from traditional vertical programs to those with multinational operations distributed in several stages (including production, after sales, maintenance, repairing and reconditioning) ¹.

The aerospace industry has refocused in the recent years towards a new supply chain structure which is based on an extensive process outsourcing. This can be seen in the latest aircraft development programs B787 Dreamliner and A350XWB. In both cases the companies Boeing and Airbus have established a new form of partnership which involves more complex work packages compared to the previous programs but are designed to reduce costs and delivery time component (Responsibility made by Airbus Group, 2013). The new supply chain is based on a number of levels. Both Boeing and Airbus select their suppliers according to their strategies and the fulfillment of the required standards set in the aviation industry. These strategic partners are primarily intended to assemble the different parts and subsystems produced by second-tier suppliers. At the same time work packages launched by the two companies are considering sharing risks with suppliers. The suppliers become responsible for the entire scope of the work packages, including their supply chains. To facilitate the working way under the new programs, the selected suppliers were involved earlier, compared to the previous programs to participate in the definition and development of systems and components for the new aircraft and to agree on a set of details for the package work. This reduced a significant part of the cost of production and their delivery time.

The evolution of the digital supply chain:

"Digitization of the supply chain has the potential to dramatically lower costs, increase product availability, and even create new markets unknown or unavailable prior to the availability of key technologies" (Banerjee 2016)².

Supply chain professionals expect digitization to bring significant economic benefits to both top and bottom lines. Companies with highly digitized supply chains and operations can expect efficiency gains of 4.1% annually, while boosting revenue by 2.9% a year. With the advent of the digital supply chain, silos will dissolve and every link will have full visibility into the needs and challenges of the others. Supply and demand signals will originate at any point and travel immediately throughout the network. Low levels of a critical raw material, the shutdown of a major plant, a sudden increase in customer demand — all such information will be visible throughout the system, in real time. That in turn will allow all players — and most important, the customer — to plan accordingly.

MEANING OF A DIGITAL SUPPLY CHAIN

• INTEGRATED PLANNING AND EXECUTION

Increasing efficiency and cutting costs through automation.



• LOGISTICS VISIBILITY

The key to success for any supply chain is efficient exchange of information. And because time is money and one information can change it all, for sure getting information tomorrow is not like getting it today. Cases to study:

1- GPS technology will enable companies to check exact shipment locations, while field sensors monitor environmental conditions such as temperature and humidity.

2- Companies that paid attention to Twitter activity, could have anticipated the recent workers' strike in the port of Los Angeles as early as four weeks before it happened.

• TECHNOLOGICAL PROCUREMENT

To connect more closely with suppliers, aid the planning process, improve sourcing, actively manage supplier risk, and boost collaboration. The result is lower costs and faster delivery throughout the supply chain as it becomes increasingly automated.

• SMART WAREHOUSING – ROBOTS AT WORK

improve efficiency and safety through the automation, optimizing just in-time and just in-sequence delivery, update inventory in real time, reducing errors and energy consumption can be reduced significantly.

Case to study:

DHL recently conducted tests on an augmented reality system at a warehouse in the Netherlands owned by Ricoh, the Japanese imaging and Electronics Company. Equipped with smart glasses containing software from Ubimax, employees navigated through the warehouse along optimized routes via the glasses' graphics display, enabling them to find the right quantity of the right item much more efficiently, and with reduced training time. Over the three weeks of the test, 10 order pickers succeeded in fulfilling 9,000 separate orders by picking more than 20,000 items. The resulting productivity improvements and reduction in errors increased the overall picking

• EFFICIENT SPARE PARTS MANAGEMENT WITH 3D PRINTING

The benefits include dramatic reductions in spare parts inventories and associated costs. Just as important, customers can count on much greater uptime for critical equipment, as problems are anticipated and spare parts arrive much more quickly. Indeed, the capacity to add predictive maintenance services to industrial equipment, and the ability to deliver parts in a timely fashion.

¹ The efficiency of Supply Chain Management has become a major challenge for companies because it generates cost savings (reduction of inventories, rational use of capacity) and differentiation in relation to competition in terms of Responsiveness and customer service.

² Handbook of Research on Strategic Supply Chain Management in the Retail Industry, by (Narasimha Kamath: JDA software India, Swapnil Saurav, JDA software India)

For production digital tools can have a significant impact across the key stages of ideation, product development and testing and help accelerate product development and reduce costs at the same time.

WHAT DIGITAL TOOLS CAN DO TO THE INDUSTRY

1. Manufacturers are under pressure to reduce time to market and optimize products to higher levels of performance and reliability. Organizations can now use digital technologies such as virtual prototyping and testing through engineering simulation software. Such solutions that help to predict performance prior to constructing physical prototyping enable manufacturers to avoid the risks and challenges associated with building real prototypes. CASE TO STUDY: For instance, aircraft manufacturer Bombardier Aerospace wanted to fast track its manufacturing process and reduce downstream errors. The company created digital models of factories and evaluated designs and operating scenarios before committing to construction and equipment expenditures. The digital models were developed by means of 3D visualization to evaluate the best way to get parts to workstations, determine what production rate could be achieved with various resources, and ascertain what manpower was needed at what stations. The simulations made it possible to reduce the size of the factory by 50% compared to previous standards, resulting in significant cost savings. Using the virtual model, engineers also improved the productivity of the factory by identifying potential bottlenecks and downstream errors, and subsequently redesigning the factory to eliminate them (3ds.com: "Virtual Ergonomics Solutions", 2010)
2. Digital tools also allow for more efficient approach to capturing, sharing and developing knowledge. Integrated knowledge management systems allow manufacturers to build customer-tailored documentation, user guides and technical specifications
3. Digital analytics helps manufacturers to reduce working capital costs through the use of centralized data sources such as virtual factory.
4. Digital technologies also enable manufacturers to consider detailed customer requirements such as delivery times, volumes and provision containers.
5. Virtual digital campaigns help them address and customize their message to global consumers at effective cost by using targeted marketing.
6. Digital tools can also aid in the improvement of products and services of manufacturing companies.

INDUSTRY 4.0, BUILDING THE DIGITAL ENTERPRISE, 'THE SMART FACTORY'

The third followed in more recent decades as a result of the use of electronics and computer technology for manufacturing and production automation. The real and virtual worlds are now beginning to merge in production, it's "Industry 4.0" – the Siemens term for fourth Industrial Revolution.

Industry 4.0 is about control manufacturing parameters through connectivity, data sharing, real-time analysis, and powerful human-machine interfaces.



Faster, more Flexible and Efficient Production:

As a result of Industry 4.0, in the future billions of machines, systems, and sensors worldwide will communicate with each other and share information. This will not only enable companies to make production significantly more efficient, it will give them greater flexibility when it comes to tailoring production to meet market requirements.

Data-Driven Manufacturing:

Market researchers anticipate that thanks to industrial automation, global sales in this area will increase from around €160 billion in 2013 to approximately €195 billion by 2018. German industry alone will invest approximately €40 billion annually in Industry 4.0 applications by 2020. In Germany, the industrial share of total economic output is already more than twice as high as in Great Britain, France, or the USA. Digitalization will essentially determine the success or failure of German industry¹.



Cost reduce:

Industry 4.0 reduces time to market, enhances flexibility, increases quality, increases efficiency, increases security and also reduce costs: The survey respondents anticipate significant gains over the next five years from the implementation of Industry 4.0 initiatives. On average, aerospace, defence and security companies expect to reduce operational costs by 3.7% per annum also they anticipate a revenue gain of 2.9% per annum. Just like it shown in the corresponding diagram.



¹. <https://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/industry-and-automation/digital-factory-trends-industry-4-0.html>

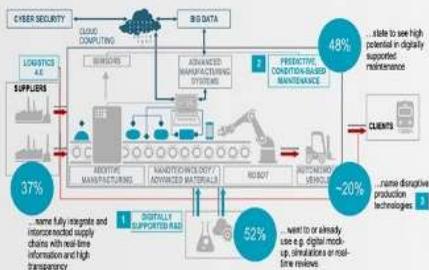
ROBOTICS REPLACING HUMAN! WHAT IS THE BENEFITS?

The cost and efficiency benefits of using robots can indeed be quite significant. This is more so when companies are running high volume productions. A single robot, for instance, can replace several workers on a production line, which brings down operating costs. At the same time, a robot can work faster and with greater efficiency. Franklin Bronze & Alloy Inc. is a U.S.-based producer of ceramic shells that has used robots to dramatically reduce costs and increase efficiency. The use of robots has helped the company cut man-hours from 56 hours a day to 32, while increasing daily production from 140 to 200 parts.

The other key benefit of using robots is higher product quality. A robotized solution can reduce rework, scrap rates and material usage, while delivering higher and more consistent quality levels. Another benefit of investing in robots is increased worker safety and improved working conditions.

3D PRINTING

In Concept Modeling, after a product is designed, it can be 3D printed and brought to a focus group where design modifications are discussed. Here, 3D printing is used as a means of communication to clearly convey concepts to colleagues, marketers and clients. In the Prototyping stage, 3D printing can help detect product flaws before they reach the manufacturing stage and enable improvements early in the design process. By reducing the scope of error before actual production, manufacturers are able to avoid material waste and save on costs. 3D printing enables organizations to build prototypes quickly in-house, thereby reducing the time it takes for product comp. CASE STUDY: An aerospace company was tasked with creating fuel nozzles for a series of new jets engine, using 3D Printing the nozzles were created consisting of only a single piece compared to 20 pieces, as is the case with traditional methods. The result was that the part weighed 25% less than standard fuel nozzles, helping aircraft to reduce their fuel consumption by 15%.



BIG DATA

Big data is going to help enable improvements across all stages of the product lifecycle, from very early conceptualization, to design, production, after-market support as well as in-flight operations. On the military side, for example, manufacturers are able to use the data set from an aircraft to create immersive and experiential simulation software and training programs that can transform the training economics for fighter and other flight crews. Wear and tear on the airframe can be minimized and reserved for the missions that matter, reducing substantially the overall cost of operations.

Rolls Royce engines and propulsion systems are all fitted with hundreds of sensors which record every tiny detail about their operation and report any changes in data in real-time to engineers who will decide the best course of action such as scheduling maintenance or dispatching engineering teams should the problem require it.

Big data help companies pull out the information and analyze the results and transform that data into right decisions. Boeing ecoDemonstrator 787 uses more than 140,000 data points to help make flying more efficient in real time.

COMPOSITE MATERIALS

A320NEO and Boeing 737 Max, based on their fuel efficiency but reducing carbon means that constructors are also being tasked with producing lightweight parts that benefit fuel efficiency. To produce lightweight parts, it's better to use composite materials which are known for cutting production costs and improving reliability (KPMG, 2015). Common industry targets for the use of composite materials are set at 'achieving 50% composite composition and 20% weight reduction by 2020' particularly in twin-aisle aircraft (Wyman, 2015). Composite materials are also used in the development of defense aircraft in an effort to reduce costs example 70% of the Eurofighter Typhoon is composed of carbon fibre composites (Eurofighter Typhoon, 2015).

WHAT WE HAVE AFTER; INDUSTRY 5.0

If industry 4.0 value high quantity and mass production and reduce time, industry 5.0 value life standard, creativity and high quality custom made products 'Can human be really outside of the circle?'



The benefits Industry 5.0:

- 1- Economy is the result of waste and wasting prevention projected to the value of material and products, including the logistics costs connected. The achievement of ZERO WASTE environment, mean cut off all the cost related to waste management, but that's not the total number.
- 2- Environment is the result of same activity. The systematic utilization of the On-The-Ground-Mines results in lack of need of further natural resources exploitation.
- 3- Social environment concentrate on link, which has been completely forgotten in INDUSTRY 4.0, on Human. The efficient cooperation between Human and Machine, utilizing its unique skills and abilities establish high efficient working environment for production of high quality products. INDUSTRY 5.0 does not concentrate just on "workforce in right age group" but define the possibilities open to Junior, so as senior workers, so as groups, which are being for some reason not considered as useful.



FLIGHT COST

The previous diagram shows every single cost in an airline company to take an aircraft to the sky, it all effects at it. When companies win more in all the sides they can make it easier and cheaper at the traveler, so how to reduce all the costs in an airline company? Without over thinking, the technological transformation.

Digitization means changing the ways airliners interact with customers, partners, and suppliers, and dramatically rethinking their internal practices, behaviors, and processes to accomplish this. And digitization isn't just about revamping IT and marketing. The demands of digitization will ultimately force companies to transform virtually every aspect of their business.

HOW DIGITIZATION WILL EFFECT AT AIRLINES COSTS

Digitization can effect directly and indirectly at company costs, directly can be by some modifications in the aircraft to minimize the weight which meaning reducing in fuel consumption, or even minimize the load of the aircraft by simple things like flying smart¹ without papers², etc. And indirectly by letting everything go fast, time, the big effect, reducing means more revenues less errors, less losses and less costs, because time is money. Also improving the quality, to not be from the bests is a lost.



Digital transformation, steps to it:

STORE

Ensuring that all your content is managed and maintained centrally in a scalable, accessible platform is critical to maximizing its value. Being able to access stored content from different locations and devices enables collaboration throughout organizations, allowing workers to be more productive. And with everything in the same place, it is easier to keep control of your intellectual property and products, streamlining rights management and making day-to-day working much more efficient.

DISCOVER

A study by IDC showed that "an enterprise with 1000 knowledge workers wastes \$48,000 per week due to an inability to locate and retrieve information". By ensuring assets can be found, filtered and manipulated, and by enabling context-based discovery and suggestions, you will be able to work more efficiently and better serve both your internal production team and end-consumers. This enables cost-effective working by allowing users to find what they need, when they need it, as well as eliminating the costs of repeat-purchasing, losing or misplacing assets.

COLLABORATE

Automating product preparation where possible frees your users to spend time on the specialist tasks that really matter. By providing intuitive tools for collaborative working, built into publishing workflows and integrated with familiar tools such as Microsoft Word and Adobe InDesign, you can ensure that your team is as agile as your content.

GRANULARIZE

This means using structured-content (typically XML or HTML) as early as possible in the production process. Once product has been separated from format and broken down into granular, reusable chunks, it is easier to store, find scale and manage.

¹ Going digital and fly smart is a generic offer across Airbus fleet providing ground & onboard applications, training, tailored services, and support, aiming to optimize Aircraft operations and to reduce Airline's costs

² Papers can effect a lot at company costs, first by its price (the cost of paper something cannot be ignored) and second by its weight, it's so heavy which mean more money for transport and wasting time in searching at simple information.

For flight operations area there are still a lot of processes based on paper, so replacement of paper based workflows with digital workflows on the ground and in addition also in the digitizing of workflows in the cockpit.

TRAINING AND RESOURCING

E-learning is the solution to be out of paper control in training, and from its benefits: Cost-saving and time saving benefits: Statistics show that e-learning has saved businesses 50% of costs related to training when compared to traditional training which depends on a live instructor. It has also helped to decrease time spent in learning by 60%. Just imagine what businesses could do with all that extra money and time, also it increases the productivity, Employee retention, A competitive edge, Faster learning¹.

SIMULATOR SERVICES

The available findings show that simulators are cost-effective for initial flight and maintenance training in institutions: they train as well as does actual equipment and cost less to procure and use. This finding applies also to computer-based instruction as compared to conventional classroom training. For example: A cost of an actual flight hour of F-16 is 5000\$ but a cost of a simulated flight hour to the same aircraft is only 500\$, the same for Army Missile Systems simulations have translated into cost savings and avoidance for weapons system development programs, the application of HWIL² and DIS³ Simulation in MLRS-TGSM weapon can provide 45% reduction in flight which means \$6M. Simulation is different services, there are: Simulator package, simulated hardware like Simulated Multi-Mode Navigation Receiver (simMMR), Simulator Management and Training Center Services.

FUEL OPTIMIZATION

For any fuel optimization application, the goal is to save money by analyzing the amount of fuel in a tank at any given point along a route, the price of fuel along the route and the best places to purchase fuel based on these parameters. This can sometimes mean purchasing a minimum amount of fuel at one stop in order to have enough fuel available to make it to a better stop further along the route⁴. Example: Fuel Dashboard, a customizable dashboard and reporting solution, allows a company to control how to view and analyze the information so it's tailored for operation, with more precisely, it can modify the process and improve fuel efficiency, allowing quick decisions, and enables the company to predict fuel saving possibilities for proposed operational changes.

FLIGHT OPTIMIZATION



Electronic charting :

A complete paper navigation replacement solution, a paper charting requires more personnel to manage and maintain paper files, accesses and organize countless documents that's why an electronic charting means less man power, time and physical storage space are needed, for example Jeppesen's FliteDeck Pro application that delivers current navigational data to a tablet device using the smallest data footprint available in the industry.



Electronic Flight Bag :

An EFB based Performance calculation module completely eliminates the need for paper. A considerable amount of the data is already preloaded into the TODC module's interface from the preflight report and flight planning module as well as the load sheet. The pilot is only required to input the missing variables and a quick (avg. 2 seconds) calculation is made giving all the necessary information about the thrust and flap settings. Furthermore, in case of sudden changes in runway, cargo or meteo conditions the pilot is able to quickly recalculate the correct performance settings without wasting time fumbling with paper, also it's a lower cost solution than aircraft hardware and essential for reducing training costs.



Flight Planning :

While flight plan calculations are necessary for safety and regulatory compliance, they also provide airlines with an opportunity for cost optimization by enabling them to determine the optimal route, altitudes, speeds, and amount of fuel to load on an airplane, an optimized flight application like JetPlanner must take into account the correct physics (i.e., airplane performance and weather) and also route restrictions from ATC and all relevant regulatory restrictions⁵.

¹ "According to a recent study conducted by The Research Institute of America, e-Learning has the power to increase information retention rates by up to 90%. That means that, not only is e-Learning more cost efficient, but also it's also more effective (in terms of how much knowledge is truly acquired during the learning process)

² HWIL: hardware in loop.

³ DIS: Distributed Interactive Simulation.



Inflight Optimization Services :

Receive real-time wind, weather and traffic data based on current conditions and uplinked directly to the aircraft. Optimize step-climbs, cruise altitudes, descents and early transitions to save time and fuel. Inflight Optimization Services provide real-time information to airlines and their flight crews. This allows for adjustments to be made on route to optimize for current weather information and air traffic conditions.



Easier compliance :

For many companies an audit is a very onerous procedure, requiring considerable investment in time and effort by its specialists. This time costs money. When an airline is audited it is much easier to be able to present digital files illustrating how the company is keeping track of its documentation, crews hours, maintenance program, etc.

FUEL OPTIMIZATION

Air route network optimization, one of the essential parts of the airspace planning, is an effective way to optimize airspace resources like The Next Generation Air Transportation System (NextGen) is a program designed by the FAA to enhance and modernize the air traffic control system. Elements of NextGen will be implemented in stages across the United States between 2012 and 2025. NextGen proposes to transform the air traffic control system from a ground-based system of navigation and surveillance to a satellite-based system and transition from voice communication to data communication. Satellite-based technology (often called global positioning technology - GPS) will be used to shorten routes, save time and fuel, reduce traffic delays, increase capacity, and permit air traffic controllers to monitor and manage aircraft with greater safety margins.

⁴ "For example, we will say that all fuel in Algiers (DAAG)-Algeria has a retail price of \$0.46, all fuel in Paris (LFPQ) has a price of \$0.41, for an Algerian operator makes a regular run from Algiers to Paris twice every day, Paris has the cheapest retail price on fuel. So that means he will save more money and weights if he purchase only the necessary fuel to go from Algiers to than in Paris he purchase again to go back to Algiers, he will save exactly 91 USD per tonne.

⁵ Using the flight planning process to reduce fuel not only saves money but also helps the environment: carbon dioxide (CO2) emissions are directly proportional to fuel burn

MAINTENANCE AND ENGINEERING



Maintenance training:

Effective maintenance training is key to successful airline operations and digital maintenance training is more comprehensive and flexible, digitization in this field will ensure more airplane knowledge transfer to technicians, also with digitization courses can be delivered to companies anytime and at any suitable locations which mean less transport costs and no paper.



Predictive maintenance:

Designed to reduce overall lifecycle management costs, expect to result in dramatic savings –in time and money- and for defence it improves weapon system availability and performance, can also be applied to infrastructure and support equipment, Airbus has already approached plans to digitize predictive maintenance, one of this plans called PRM (Prognostics and Risk-Management), Delta Airlines is a launch customer after a year-long collaboration with Airbus.

This Web-based application combines calculations based on a tailored aircraft condition monitoring system report loaded in an aircraft, parameters collected inflight and sent to the ground via ACARS, and algorithms to detect aircraft system degradations, By using PRM for three sets of parts, Airbus has saved operators \$550,000 over 12 months from monitoring just a few parts on 40 Airbus A330s**.



Reliability analysis:

Examining changes in the reliability of repairable systems over time and the number of failures expected during a particular time period, it's better to use technology and softwares for no faults, and to reduce fleet maintenance costs and down time.



Maintenance Programs:

Very heavy manuals, transporting it is hard, if there is any problem, searching at it will not be easy, clock clock time is running, specially fore line technicians with the few time they have, working pressure is a lot this lifts the value of errors a lot (for example 'Air Algérie' line technicians declared because shortage of time sometimes they really don't have time to fill the procedures, and with some bad communication between groups this can take to rework) sure this is a big lose in time, money, and labor, what is the solution? Making their job easier, eLog book, eDocumentation, eManuals, eRecords, eArchives, Auto - ID Parts Identification, and Electronic Signature will change a lot.



*1. [MRO-network.com/Airbus Plans To Unveil New Predictive Maintenance System in 2018](http://MRO-network.com/Airbus_Plans_To_Unveil_New_Predictive_Maintenance_System_in_2018).

*2. <https://www.nasa.gov/aero/nasa-makes-aircraft-safer.html>

*3. [Airspace magazine/ how things work: winglets](#)

*4. [Upgrading Your C-130 Avionics... The Cost of Doing Nothing, from Rockwell Collins and HOC.](#)

MODIFICATIONS



Winglets:

According to industry, since first introduced to fleets, NASA-developed winglets have saved airlines approximately 4 billion gallons of jet fuel**2. And in testing by Boeing and NASA, Blended Winglets have been shown to reduce drag by as much as 5.5%, as opposed to improvements of 3.5% to 4.5% from conventional winglets**3.



Avionics:

During the 1970s and 1980s, NASA created and tested the concept of an advanced cockpit configuration that replaced those dials and gauges with flat panel digital displays. The digital displays presented information more efficiently and provided the flight crew with a more integrated, easily understood picture of the vehicle situation. Glass cockpits are in use everywhere today on commercial, military and general aviation aircraft. As an example without an avionics upgrade the C-130H is becoming obsolete, the modifications in C-130H allowed it to be more rapid, low cost, low risk, fuel efficiency by reducing basic weight (A fleet of 4 aircraft could save \$1.7M in Fuel over 10 years**4), also improve missions by: Digital Moving Map, Electronic Flight Bag and Datalink Integration, in the next table comparison before and after upgrade so we can conclude that an avionics upgrade can save \$4.9M per aircraft over 10 years**4.

Mean Time Between Failure (MTBF)	Before Update	After Update	Reliability Improvement
Communication Radios	908 hrs	1911 hrs	1.769 %
Flight Management System (FMS)	102 hrs	1847 hrs	1.811 %
Primary Flight Instruments	134 hrs	1463 hrs	1.092 %
Navigation Radios	72 hrs	1170 hrs	1.603 %
Automatic Flight Control System	86 hrs	3219 hrs	3.753 %
Annual Cost to Sustain†	\$516k	\$22k	

CASE STUDY : The Algerian Army has upgrade all C-130H, in URAT/UTAR (The Unit of Transport Aircrafts renovation) remarked the changes after upgrading avionics systems: the level of workforces has been raised up, the availability of aircrafts too, reduced aircraft downtime and provided optimal operational level, it supposed to save strong currency 60% of aircraft maintenance costs, and after solving some problems in the lack of labor that's start to disappearing, also communication with 'Lockheed Martin' become easier and Test benches are more available. The reduction in parts and improved design means lower operating costs and higher reliability. So imagine if avionics systems can be upgraded more, virtual reality can make this more real, where you enter the cockpit and you see in front of you only what you need, Boeing already started working at this in the Dreamliner 787.

AVOID AOG (AIRCRAFT ON GROUND)

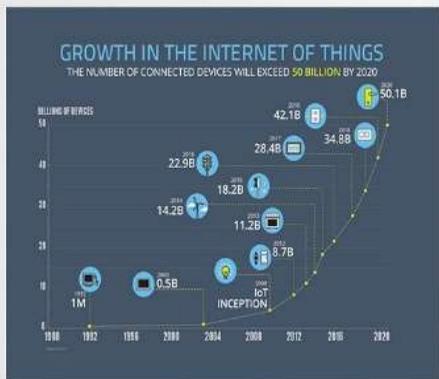
The aircraft is becoming more and more connected, they are paving the way for the BIG DATA based magnificent services in the future, now any company can realize a competitive advantage by revealing the actionable insights hidden within the mountain of data by deploying predictive analytics. Organizations that adopt a full range of analytics capabilities can discover what is happening, determine why it is happening, predict what is likely to happen and prescribe the best action to take in response, PROGOS, the predictive maintenance program developed by AFI KLM E&M is just an example of that, it uses algorithms developed to carry out statistical analyses based on data automatically generated by the aircraft, and to pick up weak signals associated with the components detected. A system of alerts then feeds back information on potential failures, enabling the technicians to come up with the most suitable solution, this helps airlines avoid interruptions in their operations as well as the costs incurred through unscheduled maintenance work.

SEE IT
DIFFERENTLY

Delays are costly for airlines and their passengers. A 2010 study commissioned by the Federal Aviation Administration estimated that flight delays cost the airline industry \$8 billion a year, much of it due to increased spending on crews, fuel and maintenance. Delays cost passengers even more — nearly \$17 billion*1. This is changing now, to make it all fast, in real time, from operation to maintenance, to fuel and even for passengers, their move will be faster, the aviation industry is sometimes slow to change, but change is happening and the latest aircrafts are ready to be connected.

INTERNET OF THINGS 'IOT'

The Industrial Internet of Things can be defined as 'machines, computers and people enabling intelligent industrial operations using advanced data analytics for transformational business outcomes'. Connected airlines, connected aircrafts, having connected sensors from the nose to the tail can provide huge advances, in the cockpit real time weather information can provide the pilot with a safest and smoothest route giving the passenger a comfortable experience and most importantly saving fuel. Under the wing the engines can provide feedback to the ground so the mechanic knows when the plane needs a service, and in the cabin itself the passenger experience will also be personalized, so passenger meals, seats and under preferences are all loaded ready for the passenger when he arrives, there will also be opportunities for passenger feedback, so he can plan real time too. It doesn't stop here, planes are made of millions of parts, each with its own sensors, if we connect all of these sensors airlines can count down all the unnecessary maintenance, unexpected failures and ultimately save money. Aerospace companies, Honeywell, and SITAOnAir are pushing connectivity services across the plane. IBM is working with Airbus to save 10% from maintenance and operational costs.



ARTIFICIAL INTELLIGENCE 'AI'

AI is progressing rapidly. While science fiction often portrays AI as robots with human-like characteristics, AI can encompass anything from Google's search algorithms to IBM's Watson to autonomous weapons. It coupled with machine learning and predictive analytics, has far more potential, though. From personalized online interactions and marketing intelligence to revenue management and ticket pricing, a multitude of areas will be affected by AI. In fact, the most forward-thinking airlines are already investing in the technology. In the Middle East, Emirates and Etihad have made significant outlays, while EasyJet CEO Carolyn McCall is among the airline bosses to have publicly lauded the potential of AI.

The general benefit of AI is that it replicates decisions and actions of humans without human shortcomings, such as fatigue, emotion and limited time. It is also easier for companies to get consistent performance across multiple AI machines than it is across multiple human workers. Artificial intelligence helps us in reducing the error and the chance of reaching accuracy with a greater degree of precision is a possibility. Artificial intelligence and the science of robotics can be put to use in mining and other fuel exploration processes. Airlines, as well as airports and their partners, must now work out how to make best use of this transformative technology.



WEARABLE TECHNOLOGY

Wearable technology may have got off to a shaky start (partly due to over-hype around the technology in recent years), but the air transport industry would be naive to dismiss it as irrelevant. While passenger-facing trials of smartglasses and smartwatches have so far failed to inspire permanent implementations, the potential of wearables as enterprise devices is becoming clearer. The first generation Google Glass may not have lived up to expectations, but Microsoft's HoloLens has been well received, including by some pioneering air transport industry players.

Among them is Japan Airlines, which has created two proof of concept programs using the headset. One is for flight crew trainees who are working towards being promoted to co-pilot status and the other provides supplemental training for engine mechanics. Using HoloLens, the mechanics can be trained as if they are working on an actual engine, even placing their hands on virtual engines and parts. Highlighting other potential use cases, Microsoft has also previously demonstrated how HoloLens can be used when designing new airport terminals, providing designers with immersive images of new terminals before construction work even begins.

3D PRINTER IN MAINTENANCE AND REPAIRING

New repair techniques therefore come high on the list of priorities for aerospace manufacturers, in response to this the European RepAIR project, a group of 12 partners including Boeing and Lufthansa Technik, was founded in 2013 to look into the potential for 3D printing to drive down costs in maintenance, repair and operations, and reduce overall aircraft downtime. The project highlighted the potential for additive manufacturing processes to enable flexible on-time maintenance to take place, which could potentially go as far as fixing aircraft at the gate.

According to RepAIR, on-demand printing of spare parts could have significant benefits for the aerospace sector, both in terms of dramatically improving turnaround time for the maintenance of aircraft and by reducing the money spent on shipment costs and storage space. The idea is that with an in-house machine and the required materials, many parts could be manufactured in an airport hangar rather than relying on local stockholding or shipping parts out from a wholesaler.

Airbus is currently working on making on-demand printing a reality, by introducing qualified spare-part printing cells into its local storage areas across the globe, each of which currently stores a few thousand parts for maintenance purposes. Parts that are needed less frequently for repairs can be made on-site using 3D printing.

*1. Mashable - Flight delays are costing airlines serious money

SMART AIRPORT

Some travelers come late other no, some of them prefer to be fast others prefer to take a look in the airport, and with new technology in Abu Dhabi airport why not taking a nap, customers want different things and the good manager is one who knows his clients very well and fulfills all their demands. Even with billions of travelers there is no afraid, the smart airport can provide it all, where the operational performance and quality service really exist. Uber, the world's largest taxi company own no vehicles, this can give a short look at travelers tendencies, now three-quarters of travelers book online, so in the future with the smart airport there is no need to be tired go and book, you can do it all by a mobile application, which will text all the informations about your flight, and if there is any weather problems because of the high communication with Aviation Weather Center. If there is any delay you will know before going to the airport. With the high technology there is no afraid, Check-ins and security will be redundant. At the same time passengers will be cleared with reference to their biological and biometric data (digitalized by Thales into a secure QR code), suggests border control identity management and security consultants Vision Box. Versions of this are already being trialed at Heathrow and Schiphol, among others. A laser molecular scanner invented by Genia Photonics can penetrate clothing and organic material to detect explosives and drugs. Avatars will smooth problems. After confirming your presence for the flight you will receive all the necessary informations to get your flight coordinates, if you are late and you will not get sure you will need a cap, you will get it with your robot guide, and sure you will enjoy your flight with very advanced aircrafts. The smart airport will solve many problems, especially delays problems, it will play at time a lot, it will reduce the human errors, no need for papers which mean low costs, it will reduce the problems of labors and will confirm the high quality. But there is one question, can we really annulled all the human services?

DIGITIZATION RESULTS IN AEROSPACE AND DEFENCE INDUSTRY



For more than 50 years, Boeing dominated the industry and the skies. By union, after sales services and good marketing, Airbus broke this hegemony and now only technology would make it possible to break airbus-Boeing duopoly. The same for airlines, Defence and security sector, being the best is very desirable thing, in a very competitive market, technology transformations is the only passport for that, in most cases the costs and benefits are very difficult to estimate in terms of dollars and cents, or pounds and pennies. Yet the terminology that surrounds such an approach is appropriate. In other words we should look at the cost of digitization, the benefits derived from it, and then, compare the act of digitization with other possible scenarios, digitization improve costs, optimize it, reduce time (all in real-time) and because time is money, quickness is the winning card, also it's a quality proof, more tiability, boost power and attract new customers for more revenues. Those who don't choose digitization will find it difficult to survive, because technology now is a part of life.

Reportage : les activités d'Aviation Sans Frontières à Yaoundé

Par Caroline DUMORTIER

Rapport de mission : Les partenariats d'Aviation Sans Frontières à Yaoundé, Cameroun

Aviation Sans Frontières a organisé une mission à Yaoundé pour me faire découvrir ses actions humanitaires dans le cadre du partenariat avec l'Usaire Student Award.



Objectifs durant les 2 jours de notre séjour :

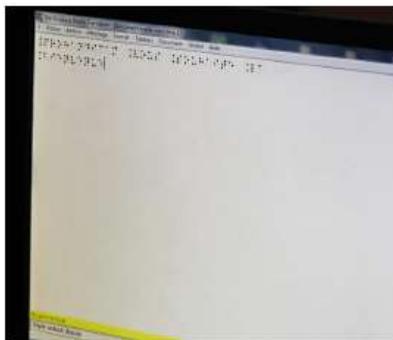
- ✓ Point sur le partenariat entre Aviation Sans Frontières et Promhandicam
- ✓ Rencontre avec quelques partenaires importants d'Aviation Sans Frontières à Yaoundé :
 - Laurent Kimbambe Bila, directeur de l'association Promhandicam et également notre correspondant local. (organisateur de notre séjour)
 - Arrezo-Cameroun, le Centre d'Accueil de l'Espoir, la Congrégation des Sœurs de la Charité d'Ottawa et Malukia

Notre principal objectif était de rendre compte du projet effectué il y a 4 ans en partenariat avec la Fondation CNP. Ce projet a eu pour but d'apporter un soutien en équipement informatique au centre Promhandicam. Les ordinateurs portables mis en place par Aviation Sans Frontières ont permis de faciliter le déplacement des techniciens et les transcriptions de textes d'examens notamment. Le logiciel fourni par Aviation Sans Frontières permet de transformer un texte en braille. Le gain de temps est considérable.

Après une présentation de l'association et de l'équipe par Laurent Kimbambe Bila, nous avons ensuite visité le centre : la partie réhabilitation comprenant un service de kinésithérapie et d'orthopédie pour handicapés moteurs, l'opticien, le service de transcription et l'école.



Le service de transcription a particulièrement attiré notre attention. Il comprend une imprimerie braille et des ordinateurs de transcription d'ouvrages. Environ 150 000 feuilles de braille sont utilisées par le centre par an (250 feuilles par rame). Ces informaticiens nous ont impressionnés. Ils nous ont fait une démonstration de l'utilisation de l'imprimante braille et du logiciel de transcription fournis par Aviation Sans Frontières. Cette démonstration est illustrée sur les prochaines photos.



L'informaticienne a écrit « Promhandicam vous souhaite la bienvenue » sur le logiciel The Duxbury Braille Translator et ce dernier l'a transcrit en braille. La seconde photo montre l'impression du message sur du papier braille grâce à l'imprimante braille.

Lors de cette rencontre, nous avons donc pu constater que le matériel mis en place par Aviation Sans Frontières en 2014, est toujours très utilisé et apprécié par les techniciens de Promhandicam.

Nous avons ensuite visité les différentes classes du centre dans lesquelles nous avons pu découvrir les enfants déficients visuel en train d'écrire et lire en braille.



CONCLUSION :

Cette mission m'a permis de réaliser combien des actions de terrain menées par de nombreux acteurs locaux sont indispensables pour assister les plus démunis ; j'ai également pu constater l'importance du soutien apporté par Aviation Sans Frontières dans la réalisation de leurs missions humanitaires.

Je souhaite remercier

- **Usaire de m'avoir offert l'opportunité de découvrir l'action humanitaire,**
- **Laurent Kimbambe Bila d'avoir organisé la mission et de nous avoir accueilli à Yaoundé**
- **et Aviation sans Frontières d'avoir permis que le projet se réalise.**

Caroline Dumortier
Lauréate 2016 de l'Usaire Student Award
e-mail : caroline.dumortier@estaca.eu

ORAJe s'engage dans l'enseignement du BIA aux côtés de l'armée de l'air



Le Brevet d'Initiation à l'Aéronautique, diplôme de l'Education Nationale, offre chaque année une première approche de l'aéronautique à de nombreux collégiens et lycéens. Il est même accessible à tous, en candidat libre. Cinq matières sont enseignées durant une soixantaine d'heures de cours réparties sur l'année scolaire :

- météorologie et aérologie
- aérodynamique, aérostatique et principes du vol
- étude des aéronefs et des engins spatiaux
- navigation, réglementation, sécurité des vols
- histoire, culture de l'aéronautique et spatiale.

A l'issue d'un examen final, les élèves obtiennent leur diplôme et la possibilité de réaliser un vol de découverte en aéroclub ou dans l'armée de l'air. Les connaissances acquises durant les cours du BIA représentent 60% de celles attendues pour le brevet de pilote d'avion (PPL).

Le centre d'études, réserves et partenariats de l'Armée de l'air (CERPA) est en charge de ce projet pour l'armée de l'air. Aujourd'hui, il est un réel succès : en 2017, sur un total de 10 000 candidats à l'examen, environ 3 500 jeunes auront été formés par des Aviateurs militaires.

L'enseignement du BIA, outre la formation des jeunes, permet de véhiculer les valeurs de l'Armée de l'Air, ainsi que celles liées aux droits et devoirs du citoyen. C'est également un excellent moyen de tisser des liens Armée-Nation, tout en préparant l'avenir des jeunes générations.

Depuis janvier 2017, une dizaine de membres d'ORAJe s'impliquent bénévolement dans ce projet d'envergure. En s'associant à l'Armée de l'Air, ORAJe contribue à développer l'enseignement, à répondre au besoin de rayonner par les cadres de la nation et à construire un réseau qui puisse agir en dehors des bases aériennes. L'enseignement est réalisé conjointement dans plusieurs villes d'Ile-de-France ; une ouverture sur Toulouse sera bientôt mise en œuvre.

Chaque membre d'ORAJe s'engageant dans cette formation par l'engagement se voit offrir la possibilité de devenir « Réserviste Citoyen » de l'Armée de l'Air. En 2017, c'est à l'occasion de la journée de l'Aviateur que le Colonel Jean-Charles Lenoble, commandant la formation Administrative Air Paris, a nommé plusieurs formateurs au grade de sous-lieutenant de la réserve citoyenne.

La première année d'enseignement par des ORAJés s'est achevée en mai 2017 avec un excellent taux de réussite à l'examen final. Ceci témoigne de l'intérêt grandissant que suscite l'aéronautique auprès des jeunes.

L'enseignement du BIA est une expérience très enrichissante pour les membres d'ORAJe ; cet engagement apporte une reconnaissance aux formateurs et il met en lumière leur fierté d'agir pour les autres !



ORAJe, Lieutenant Juliana Vigne, Lieutenant-colonel Hervé de Saint-Exupéry, Colonel Didier Halter et Colonel Jean-Charles Lenoble



**Le Centre Etudes,
Réserves et Partenariats
de l'Armée de l'air
(CERPA)**

Le CERPA regroupe au sein d'une même structure un pilier Réserves et un pilier Partenariats regroupant les domaines « Patrimoine », « Jeunesse-Armées-Nation » « Etudes » et « Rayonnement ».

Directement rattaché au Major général de l'armée de l'air, le CERPA est en charge de la définition et de la mise en application de la politique des Réserves opérationnelle et citoyenne de l'Armée de l'air. Il est responsable du pilotage de la fonction réserve de l'Armée de l'air et de ses ressources budgétaires.

Il élabore et décline en outre la stratégie partenariale de l'Armée de l'air avec comme ligne directrice la valorisation de la place qu'elle occupe au sein de la société.

Il met en œuvre les actions en faveur de la Jeunesse, de l'Egalité des Chances et du lien Armée-Nation, celles relevant des traditions et du devoir de mémoire, et œuvre à la valorisation du patrimoine matériel et immatériel de l'Armée de l'air.

Il enrichit la réflexion de l'Armée de l'air par la conduite d'études et de recherches en lien étroit avec le monde universitaire et la société civile.

Il contribue au rayonnement national et international de la pensée aérienne française par l'organisation de colloques et de séminaires ou par la publication d'ouvrages. Il anime également le réseau ADER, réseau de colonels de la réserve citoyenne de l'armée de l'air.

Constitué de deux entités implantées à Paris et Villacoublay, son directeur est un officier général, désigné, par délégation du CEMAA, Délégué aux Réserves de l'Armée de l'air (DRAA) et Délégué au Patrimoine de l'Armée de l'air (DPA).

Organisation des Rencontres Aéronautiques de la Jeunesse



Intensify and sustain relations between our industries and the youth

The organisation of aerospace meetings with European youth has been launched to enhance the relationships between students, young professionals and industry. ORAJe relies primarily on a group that counts now more than 200 young people. Members are all finalists and laureates of the USAIRE Student Awards over the last 12 years. Through ORAJe, USAIRE is committed to bringing industry closer to the students and starting professionals. In this purpose, USAIRE sponsors, advises and supports these young talents to enable them making their first steps in the fascinating fields of Aerospace and Defence. The official kick-off of ORAJe took place on March 1st 2013 around Marwan Lahoud (ex Airbus), before the members were received by Eric Trappier (CEO of Dassault Aviation).

The ORAJe community is organized in order to develop appropriate responses to its future challenges; it is an association, structured with four pillars: Associative commitment, Careers, Events and Communication. In 2017, ORAJe has started supporting the French Air Force in a teaching mission toward young students: they convey hand in hand a strong message on Aerospace excellence through the *Brevet d'Initiation à l'Aéronautique* in several high schools. This year was also the occasion to launch a career pole with Adecco, the largest staffing firm in the world. These partnerships are dedicated to improve members' soft skills and to help them building up a professional network. Recently, ORAJe has created a new website and a quarterly newsletter to promote its external outreach. ORAJe relies also on a large panel of events: breakfast-conferences with guestspeakers, visits of industrial plants, afterworks, congresses, USAIRE luncheons... To summarize, a wide range of opportunities are proposed to ORAJe members on a monthly basis.



ORAJe members with Eric Schulz (Rolls-Royce), Olivier Dassault and Michel Dubarry at Paris Air Show 2017

info.orage@gmail.com | www.orage.org | www.usairstudentaward.org