



The future of Industry-to-Government
relationships in civil and
defence aerospace

USAIRE Student Awards

Sous le patronage de Monsieur Emmanuel CHIVA
Délégué Général pour l'Armement

17th edition
2022

Table des matières

Préface de Monsieur Emmanuel Chiva	4
Le mot du président d'USAIRE	5
Nos sponsors	6
Membres du Jury 2022	7
ORAJe	8
Les lauréats 2022	9
Les prix 2022	10
Paris Air Forum	11
Les gagnants de l'édition 2022	13
Les deuxièmes lauréats	32
Le troisièmes lauréat	54
Les quatrièmes lauréats	75
Les cinquièmes lauréats	92
L'annonce du sujet 2023	110

Préface de Monsieur Emmanuel Chiva



C'est avec grand plaisir que j'apporte mon appui aux USAIRE Student Awards dont le sujet interroge cette année les relations entre l'Etat et l'Industrie en vue des grands programmes aéronautiques.

La DGA est la cheville ouvrière du dialogue permanent que nourrissent la base industrielle et technologique française et l'Etat, en vue de répondre aux défis d'aujourd'hui tout en nous préparant collectivement à affronter ceux de demain.

Le grand mérite de l'association USAIRE depuis 2006 est de donner une place à la jeunesse dans la réflexion que mène l'industrie sur ces sujets; celui des lauréats du concours est de dédier, en parallèle de leurs brillantes études, du temps, de la passion et une curiosité sans relâche au thème proposé. Bravo à eux !

Emmanuel Chiva,
Délégué Général pour l'Armement

Le mot de notre Président, Carl Chevillon

Chères lectrices, Chers lecteurs,

Sous le patronage d'Emmanuel Chiva, Délégué Général pour l'Armement, le sujet du Student Awards 2022 a encouragé la jeunesse à réfléchir sur le thème complexe de la relation entre acteurs publics et privés et ses modèles de financements dans les domaines de l'aéronautique de la défense et du spatial.

Créés il y a 17 ans, les Student Awards visent à dynamiser les relations entre les grands acteurs du secteur, leaders d'aujourd'hui, avec les jeunes talents aéronautiques, leaders de demain. Ce lien entre la jeunesse et les industriels est fondamental pour la pérennité de notre industrie. Des travaux ont été reçus de la part de 64 étudiants de 30 universités et de 10 nationalités différentes. Les équipes sélectionnées ont pu assister au Paris Air Forum 2022 au cours duquel, l'USAIRE avait organisé une rencontre avec des personnalités de notre industrie et un séminaire de préparation afin d'enrichir leur réflexion.

Un jury de professionnels issus d'AAR, Airbus, Air France-KLM, Boeing, Dassault Aviation, la DGAC, l'AIT, la DGA, la DMAé, l'ALAT, l'association ORAJe, Raytheon, Rolls-Royce a sélectionné les lauréats et les prix ont été remis durant la cérémonie USAIRE des Student Awards qui s'est tenue à l'occasion du dîner de Thanksgiving 2022 de l'USAIRE.

Je vous souhaite donc une très bonne lecture de ces travaux.

Carl Chevillon, Président d'USAIRE

Avec le généreux soutien de nos sponsors

Sponsors du gala



Sponsors des USAIRE Student Awards



Sponsors de la tombola



Brochure imprimée avec le généreux soutien de



Membres du jury

Nicolas BERTRAND

Air France

*

Carl CHEVILLON

Raytheon

*

Nathalie DOMBLIDES

DGAC

*

Pierre-Alain GOUJARD

ALAT

*

Claire GUILHOT

Boeing

*

Alexandre LAHOUSSE

DGA

*

Yves de LASSAT de PRESSIGNY

DMAé

*

Arnaud MARFURT

Airbus

*

Frédéric MEDIONI

AIT

*

**Corentin LEFLOCH
& Clément GARNIER**

ORAJe

*

Pascal PARANT

AAR Corp

*

Hadrien RHONAT

Rolls-Royce

*

Bruno STOUFFLET

Dassault Aviation

*Organisé avec le concours de Vincent MÉRIAUX, Airbus,
et de Thibaud FIGUEROA, DGAC.*

ORAJe

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 17 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 (then Airbus Group), before the members were received by Eric Trappier (CEO of Dassault Aviation), Patrick Gandil (DGAC) and other important aerospace stakeholders.

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 Aéronautique in several high schools. 2019 saw the launch by the French Air Force of the working group for the programme Escadrille Air Jeunesse to which ORAJe was invited to actively participate.



ORAJe board with the 2022 finalists at 2022 Paris Air Forum

These partnerships are dedicated to improve member's soft skills and to help them building up a professional network. ORAJe relies also on a large panel of events: breakfast conferences with guest-speakers, visits of industrial plants, afterworks, congresses, USAIRE luncheons...

Premier Prix

Mathis SIMOENS & Tomás MACHADO
TU Delft

*

Deuxième Prix

Alix BERTHELON & Hippolyte GOUTEBROZE
Sciences Po Paris / ISAE-SUPAERO

*

Troisième Prix

Mathieu BABINET
Sciences Po Paris

*

Quatrième Prix

Jules COEUILLET & Pascal VIT
ISAE-SUPAERO

*

Cinquième Prix

Clara SICARD-BENMEDJAHED & Maximilien HEBEY
Ponts ParisTech / Ecole Polytechnique

Lauréats 2022

Prix USAIRE Student Awards 2022

Pour tous les lauréats, en plus des prix ci-dessous seront offerts de nombreux goodies et maquettes par **Embraer** ainsi que des maquettes par **Airbus** et **Dassault Aviation**

1er prix

Deux billets A/R **Air France** pour New York
Une visite de site organisée par l'**AIT**
Deux iPads offerts par **OEM Services**
Deux maquettes haut de gamme offertes par **Boeing**
Deux chèques de 700 euros offerts par **USAIRE**

2ème prix

Deux billets A/R **Emirates** pour Dubaï
Une visite de site organisée par l'**AIT**
Deux abonnements numériques annuels à **Air&Cosmos**
Deux chèques de 500 euros offerts par **USAIRE**

3ème prix

Deux billets A/R **Transavia**
Une visite de site organisée par l'**AIT**
Deux abonnements numériques annuels à **Air&Cosmos**
Deux chèques de 400 euros offerts par **USAIRE**

4ème prix

Deux abonnements numériques annuels à **Air&Cosmos**
Deux chèques de 200 euros offerts par **USAIRE**

5ème prix

Deux abonnements numériques annuels à **Air&Cosmos**
Un chèque de 200 euros offerts par **USAIRE**

USAIRE s'est une nouvelle fois associé au Paris Air Forum pour accueillir les finalistes des USAIRE Student Awards le 21 juin 2022 à la Maison de la Mutualité.



Ce fut l'occasion pour USAIRE de confirmer son soutien apporté à la jeunesse aéronautique, à la fois à travers le séminaire dédié aux finalistes du concours, mais aussi en les associant au programme des conférences du Paris Air Forum. Deux membres d'ORAJE ont d'ailleurs eu l'opportunité d'ouvrir deux panels de haut-niveau : Ophélie Tan et Héroïse Conte.



Introduction du panel " Comment attirer les talents dans l'aviation ? " par Héroïse Conte

ABL AVIATION



NEW HORIZONS

Together

**INDEPENDENT
GLOBAL
FULL-SERVICE
AIRCRAFT ASSET
MANAGER**

ablaviation.com



Hong Kong • New York • Tokyo • Casablanca • Dublin



Tomás Machado

Born and raised in Portugal, I am driven by my desire to explore the unknown, in an eager attempt to make a positive change in the world, especially in the aerospace field. For this reason, I chose to pursue my bachelor's degree in Aerospace Engineering at Delft University of Technology. Currently, I am in my exchange semester in Copenhagen, pursuing a minor in Business Analytics and Computer Science, before concluding my studies next summer. In the future, I hope to be able to combine my passion for volunteering and environmental projects, such as my humanitarian mission to East Timor in 2019, with my love for aeronautics, mathematics, and economics. Belonging to the ORAJe family is a true honor and I surely hope to make a difference in such an amazing association.



Mathis Simoens

Being born in Luxembourg from Belgian parents, I hold both the Luxembourgish and Belgian nationality. I completed the European Baccalaureate at the European School of Luxembourg, during which I developed a substantial interest in space flight, aviation, and engineering. I applied and got accepted for the bachelor's degree in Aerospace Engineering at Delft University of Technology in the Netherlands. Now that I am in my third and final year of my bachelor's, I am on an exchange semester at Nanyang Technological University in Singapore. Next to my studies, I am an avid musician (flutist), and have played concerts with various orchestras on several continents. Additionally, I am engaged in the study association of the Aerospace Engineering faculty where I am currently a content creator in the media committee, as well as part of the quality-evaluation committee for our courses.



The Modern Age of Discovery



The future of industry to
government relationships in
civil and defence aerospace



Introduction

March 23rd, 2020. An unprecedented pandemic forced countries to put a halt on 75% of all non-essential flights worldwide. Meanwhile, merely two months later, the first crewed spaceflight operated by a private company, a joint effort between NASA and SpaceX, occurred. These two events clearly highlight the (un)desired control governments have in the make or break of the aerospace industry. In an ever-changing world, should this interdependence between the defence/civil industry and authorities cease to exist, or is a remodelling of current relations possible and fruitful for both sides?

Instead of looking in the future for answers, it is possible that it can be found in a thrilling past for Humanity: the Age of Discovery. In a period where brave explorers risked their lives in the hope of a better future, most developments in science were accomplished with the aim of reaching unknown lands, often supported by their respective governing body. In aviation as well as in the space sector, most advances came during times of tension, such as both World Wars, and the Cold War. It being a matter of national security, large investments by governments were made, and there was no hesitance to take risks.



In today's world, the situation is substantially different. Tension is still there, but in different forms. In the aviation sector, there is an ongoing battle against climate change, where it is the task of both the authorities and the private sector to become more sustainable. In the space sector, it is the competition between private companies that has grown notably, with the goal of making the access to space cheaper, more frequent, and increasing payload capacities. Simultaneously, the goal of making life interplanetary has attracted many players, both in the public and private sector. With government agencies lacking behind on many occasions, reflection on their position in the industry is essential.

Thus, the aim of this report is to provide suitable options/ideas for the issues previously addressed, investigating how governments and the industry should work together to tackle the ongoing issues. With their implementation, a prosperous relationship between the aerospace sector and governmental entities can be assured, propelling humankind to a Modern Age of Discovery.

Aviation in Numbers

In December 2015, a huge step towards climate change was made in Paris. In what is known as the Paris agreement, a deadline has been set for net-zero greenhouse gas (GHG) emissions: 2050. As all industrial sectors, aviation is attempting to decrease its emissions. However, this ecological awareness seems to hinder air transportation's profits.

Adding to this a massive labour shortage resultant of the Covid-19 pandemic, in which airports and airlines find themselves with their hands tied, an urgent solution needs to be placed on the table. Several states have already started taking measures, but were they the right ones? Let us look at the numbers.

Air Transport Emissions

According to the European Aviation Environmental Report of 2019, air transport has been responsible for 3.6% of the total EU28 greenhouse gas emissions in 2016 and approximately 14% of emissions of transport [1]. Additionally, from 2009 to 2017, an increase of 40% in the number of passengers was accompanied with a surprising slow rise in CO₂ emissions of 15% and almost no change in noise impact, as Figure 1 exhibits.

This finding is explained by means of cleaner and more fuel-efficient aircraft and improved operations throughout the years. Hence, *investments in greener technologies seem to slow down the rise in emissions.*

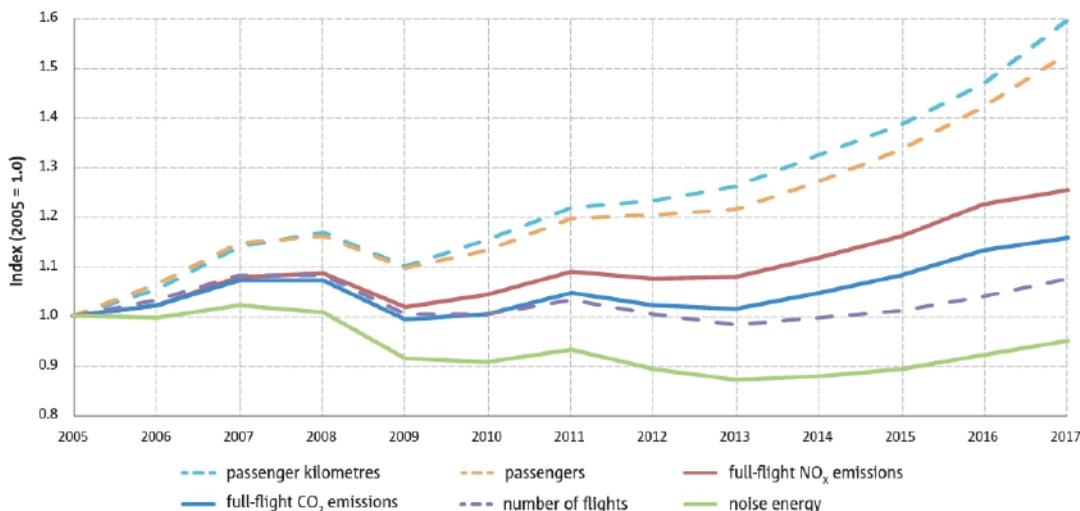


Figure 1 - Relative evolution of key air traffic and environmental indicators since 2005 [1]

Aviation in Numbers

Moreover, EUROCONTROL states that flights of less than 500 km make up for 24% of flights departing from the CRCO area (all EUROCONTROL member states except Monaco and Ukraine) but emit only 4% of CO2 emissions. Therefore, *domestic flight bans seem ineffective to control GHG emissions*, bringing more downsides to aviation and its globalization than environmental benefits.

Meanwhile, flights of more than 3000 km account for at most 9% of departing flights but are responsible for 53% of CO2 emissions [2]. *Decarbonization of medium-to-long-distance flights is thus essential to achieve relevant reductions in aviation's carbon emissions.*

Impact of Various Factors in Aviation

Similar to any transportation sector, there are elements that heavily alter the state of aviation. For instance, air transport clearly follows the law of supply and demand, as higher

request leads to an increase in the number of flights, which is subsequently accompanied by an inflation in ticket prices.

However, Figure 2 shows that *the surge in ticket prices does not seem to alter the customers' urge to fly*. Apart from a clear seasonal effect, not even the rise in jet fuel price seems to stop flights from taking off (although it heavily impacts airlines' profit).

Furthermore, data from EUROCONTROL and IATA show that a 1% change in a country's GDP generally induces a 1.5%-2% change in the number of flights [2]. Also, as noticed during the pandemic, aviation is seriously affected by the travel restrictions imposed by governments.

Air traffic, GDP and travel restrictions have a stronger influence on the number of flights than fuel or ticket prices

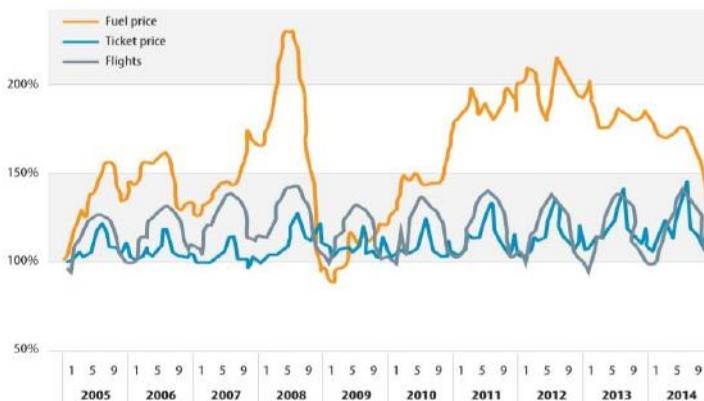


Figure 2 – Evolution of flights, ticket and fuel prices [2]

Should Fuel Tax Exemption remain?

In a global attempt to slow down climate change, many state that an aviation fuel tax is inevitable, as the EU loses out on €27 billion yearly due to fuel tax exemptions alone [3]. Nevertheless, by imposing a global taxation, airlines will struggle to make ends meet, as fuel is already 30%-60% of their annual expenditure [4].

Just as in the Chicago Conference of 1944 (when the International Civil Aviation Organization was formed), governments must be aware that such measures need to embrace the necessities of the world of the future, without compromising international union, aviation and, most importantly, Humanity.

Fuel Taxation is Unnecessary

In 2019, the European Commission released a research paper on the “Taxes in the Field of Aviation and their impact” [5]. Its key conclusion was that *countries which heavily taxed aviation*, such as the United Kingdom, Germany, and Italy, *still reflected a significant increase in aviation’s CO2 emissions*, resultant of the industry’s increase in demand. In this event, governmental entities should conclude that there is not an effective way of making aviation more sustainable through taxation without compromising the sector.

As stated before, imposing taxes and increasing ticket prices barely

influences the number of flights and, unfortunately, have no meaningful impact on aviation’s climate footprint. Moreover, a significant part of the tax revenue collected by governments is lost due to inefficiencies of the governmental machines. Thus, *countries should not only attempt to limit the problem, by means of taxation, but try their best to find a solution to it.*

The solution: Stimuli for the development of new technologies

Technological evolution has been the core reason behind the slow rise in GHG emissions, as previously mentioned. For this matter, countries need to invest in cutting-edge airplane designs, more fuel-efficient engines, Sustainable Aviation Fuels (SAFs), among other novel machinery. Such grants could be done via subsidies, fiscal benefits, and/or banking guarantees.

Additionally, the concept of an international center for innovation could be implemented (which will be discussed afterwards in further extent). Summarily, the idea is simple: *a support must be given to public companies, private companies, and universities with the aim of finding new ways for aviation to thrive more ecologically.*

Automation: Key to Labour Shortage

Aviation's post-pandemic recovery has been everything but calm. Due to massive lay-offs during the last years, the sector struggles to find a way to re-hire staff, as they demand better working conditions and higher salaries which follow the inflation witnessed nowadays. Hence, could the alternative be non-human?

As artificial intelligence is thriving, blue-collar jobs, such as customer service and sales, can easily be done by computer software. For on-site work, like baggage handling and checking-in, plenty are the autonomous machines able to compete such tasks. An example of this is FLEET, a system which seeks to replace the need for fixed conveyors and sorting systems [6]. Lastly, long lines in security checks

could be an issue of the past in a couple of years, with the help of SeeTrue's Autonomous AI™ Detection, a novel system capable of recognizing threats and other illegal items in a matter of seconds [7].

Thus, a robot would quickly prove to be better than a human, due to its cost-effectiveness, continuous work (no fatigue) and lack of human errors. Even the replacement of pilots is already in advanced stages of development to support the boom in the Advanced Air Mobility market expected in the next decade, via the use of Unmanned Aerial Vehicles. The world will just have to wait and admire the upcoming future.

The future of the space industry

We as humans have always sought to extend our boundaries. A long time ago, explorers would get on boats and sail to where no person had gone before. Later, we figured out how to go faster, by train, car and eventually by airplane. However, there was one place we had not been to yet: outer space. Hence, during the Cold War, the United States and the USSR both set their sights on being the first in space, as well as being the first to land on the moon.

These new exploration efforts were led by the governments of both countries, as it was a matter of national security (and pride) to them. Moreover, the investments necessary were too high for businesses as spaceflight was not commercially viable at the time. Fast forward to today, private actors have become important players in the space industry. In the past few years, the world has seen a considerable rise in investment in private companies within the space sector, as seen on figure 3.

This surge in private companies brings up an important question for national space agencies: will they stay the way they are, or will they have to drastically change to stay relevant? Furthermore, what should the future look like for quicker and more efficient innovation?

The new Space Era

Ever since the founding of SpaceX in 2002, the New Space era began [8]. Thenceforth, many new space companies have sought the same success as SpaceX, with cumulative investment in start-up space companies since 2000 rising to \$52 billion, with 69% occurring in the last five years [9]. It is thus evident that the private sector will become even larger in the coming years.

Slow or no innovation within government programs

If we as humans want to explore the universe, technological innovation is key to get closer to our goals.

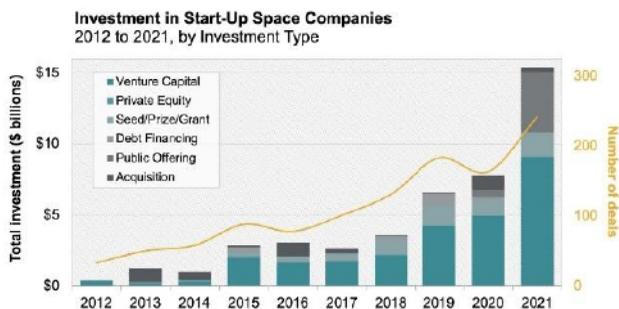


Figure 3: Investment in Start-Up Space Companies. Source: BryceTech Start-up Space Report 2022

However, many government agencies have settled in their *comfort zone*, without seemingly making any significant progress. Roscosmos, the Russian Space agency, has been launching variations of their Soyuz rocket since 1966. With the *“if it ain’t broke, don’t fix it”* mentality, the Soyuz rocket has been doing a sturdy job at transporting crew from and to the International Space Station, with even having the upper hand on the US from 2011 to 2020, after the Space Shuttle retired. However, now that SpaceX is operating its Crew Dragon spacecraft [10], and with Boeing’s Starliner almost operational [11], the Soyuz spacecraft has lost its international competitiveness.

This same comfort zone problem can also be seen at the European Space Agency. The Ariane 6 is being developed as a replacement for the Ariane 5, with the goal to halve the costs, bringing down the cost from \$177 million per launch to just \$77 million [12]. That being said, the Ariane 6 has been in development since the early 2010s and is currently projected to fly somewhere in 2023 [13]. Meanwhile, the development of SpaceX’s partially reusable Falcon 9 rocket started in 2005, with a first launch in 2012, and a first landing in 2015 [14]; a much shorter

timeframe.

Undoubtedly, considering the successful track record of the Ariane 5, the Ariane 6 will be a reliable option in the market for medium-heavy launchers. Nevertheless, with the development of fully reusable heavy-lift launchers such as Blue Origin’s New Glenn [15] and SpaceX’s Starship [16], the Ariane 6 might turn out to be uncompetitive, even with the reduced price compared to the Ariane 5.

As a response to the trend of reusable rockets, the European commission, the European Space Agency, and ArianeGroup are developing a reusable mini launcher [17]. However, this would not be able to compete with the payload capacities of the likes of SpaceX or Blue Origin, but rather with small satellite launchers such as Rocket Lab’s partially reusable Electron launcher [18]. Thus, Europe remains behind.

Governmental agencies not only struggle with timing, but with efficiency as well. In a 2011 study, NASA found out that developing the Falcon 9 with their traditional methods, the costs would have led up to almost 4 billion US dollars, while SpaceX managed with just \$390 million [19].

In a similar fashion, the Space Launch System (SLS) currently being developed by NASA has costs that have risen to 23 billion US dollars, while the original budget was just 7 billion dollars. Furthermore, the cost-per-launch is estimated to be \$4.1 billion [20]. Compared to the estimated \$10 million per flight of SpaceX's Starship [21], SLS might become obsolete if these alternatives turn out to be successful.

Why is it that private companies are so much more efficient than national agencies, often referred to as "Old Space"? The answer is quite simple:

Old Space [...] is slow, bureaucratic, government-directed, completely top-down. Old Space is NASA, cautious and halting, supervising every project down to the last thousand-dollar widget. [...]. Old Space coasts on the glory of the Apollo era and isn't entirely sure what to do next.

In addition to that, private companies are able to operate at a much quicker pace compared to governmental space agencies, as they are not bothered by bureaucracy and political instabilities, such as administration changes [23].

Cooperation with private businesses

National space agencies are also seeing this trend, and they themselves realize that it might be time to change. NASA has fully embraced this emergence of private companies in the space sector. Before the retirement of the Space Shuttle, NASA was considering the Orion spacecraft for ISS cargo and crew rotation, as part of the Constellation Program [24]. However, in 2009 it was found that the program was going over budget too much. As such, NASA decided to look for alternatives. Thus, the Commercial Orbital Transportation Services (COTS) program [25] was created, where NASA contracted private companies such as Orbital Sciences Corp. and SpaceX for delivering cargo to the ISS. With SpaceX delivering their first cargo in 2012 and Orbital Sciences doing so in 2013, NASA was quickly able to fill the gap that was created after the retirement of the Space Shuttle.

After this fruitful collaboration, NASA continued contracting private companies for shuttling crew to and from the ISS, in the Commercial Crew Program (CCP) [26]. For this program, Boeing and once again SpaceX were contracted to develop crew transportation capabilities.

Ever since the successful launch of the Crew-1 mission in 2020, the US is no longer dependent on Russia for crew transportation, once again showing the convenience of collaborating with private companies.

For its Artemis Program, which is a program envisioning a return to the moon, NASA is once again contracting several private companies such as Dynetics, Blue Origin, and SpaceX for developing hardware such as a moon lander [27].

Innovation Hubs

It is undoubtful that cooperation between governments and the private industry is key for technological innovation. Governmental space agencies are more and more becoming *enablers*. They enable private businesses to cooperate with one-another, and they support them financially with subsidies/fiscal benefits/banking guarantees/land concessions (to name a few) as well as with legislative support, by creating the legal framework for the companies to develop/test/bring to market their technology. Ideally, the government institutions should consider becoming *innovation hubs*. These innovation hubs could operate in both the space and aviation industry. A distinction between two types of innovation hubs can be made: national and

international hubs.

National Innovation Hubs

The national hubs would be the successors of the national space agencies. Instead of starting its own projects, the national hubs set the space and aviation policy and the general direction or sector they want to head towards. Companies settled in that country can then request support for projects related to the national policy.

An example of such an agency is the Luxembourg Space Agency (LSA), which gives funds to Luxembourgish space start-ups [28]. Luxembourg has set its visors towards space resource mining and encourages companies that want to engage in this sector to settle in Luxembourg [29]. This way, while the LSA does not produce any hardware themselves like most space agencies, Luxembourg is able to have a presence in the space industry.



SpaceX Crew-1 Launch (Credit: NASA Spacelights)

International Innovation Hubs

On an international scale, a possible approach to accelerate innovation and progress of aerospace technology could be the introduction of an international institution, comparable to the International Monetary Fund (IMF) [30], or the North Atlantic Treaty Organization (NATO) [31], that is responsible for leading the future efforts to advance technology. A possible name for this institution could be the International Aerospace Hub (IAH).

Like in NATO and IMF, countries may become member states on the condition that they pay a certain quota based on their Gross Domestic Product (GDP). Companies settled in a member state are then eligible to request funding for projects, along with mentorship and expertise.

This funding can be done in two ways: if the project's goal is to make a profit in the long term (as is the case with many launch vehicles or airplanes), the IAH may take a certain percentage equity in the project. If the project does not create revenue, such as a science mission for example, there would be zero-equity financing, as is done

for contracts in the NASA Artemis program.

Simultaneously, the IAH decides on the strategy and proposes projects, for which they create public tenders, and foster international collaboration. At the top of the organization, there would be two groups of leaders: the council of ministers, consisting representatives of each country, (most likely the minister of economics of each member state), and the Board of Directors, which consists of scientists, engineers, and other functions (non-politicians, in general).

The council of ministers is there as liaison between the institution and their respective governments, thus their power on deciding what exactly happens would be rather limited, with the main decision body being the Board of Directors. Having one fixed committee and one changing based on changes in governments, as well as generally constant funding, it is possible to sustain long-term goals.

The structure of the proposed International Aerospace Hub can be seen in figure 4.

As can be seen, companies can both request funding on their own initiative, but also get funding on contracts proposed by the IAH.

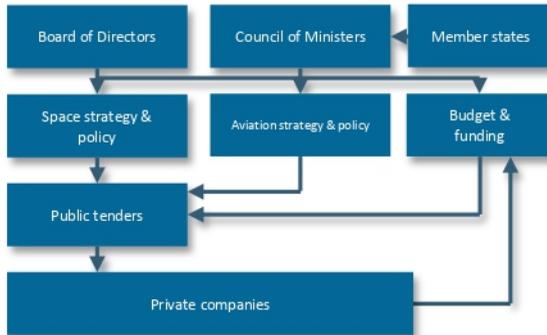


Figure 4: Structure of the proposed International Aerospace Hub

A Schengen zone for dual-use goods

One problem that could come up in collaborating is the International Traffic in Arms Regulations (ITAR), which are the US regulations considering dual-use goods. Dual-use goods are goods, technology and software that can be used for both civil and military purposes. The ITAR was enacted in 1976 during the Cold war to enhance the national security of the United States [32]. Until 2013, satellite technology was still part of the ITAR regulation. The reason for its removal was that many non-US companies were advertising products as “ITAR-free”, in order to avoid delays and the meddling of

the US government. This rise in ITAR-free products made the US worldwide market share in satellite technology decrease from 83 percent to 50 percent in 2008 [33]. Hence, in 2013, satellite technology was removed from ITAR regulations for 36 countries, including Europe [34]. Nevertheless, European companies are still wary about using US technology, as it may still limit cooperation with countries that are still on the ITAR list [35].

To avoid delaying projects within the Innovation Hub, it is quintessential that there is a sort of *Schengen zone for dual-use goods* in place. This way, international cooperation is facilitated, and projects will not be delayed due to strict export control. Obviously, having such a system in place will unfortunately limit who will be able to join the innovation hub, as the US is averse to working with China, and since the invasion of Ukraine by Russia, new cooperative efforts with Russia will undoubtedly be minimal. That being said, one can only hope that one day, humans will be able to set their differences aside in favor of space exploration and aviation innovation. Realistically however, this will still take a long time.

New contracting

Traditionally, the most common contracting method was cost-plus contracting, where contractors get their expenses paid, plus a fee. However, in a recent Senate hearing, NASA Administrator Bill Nelson said that cost-plus contracts are a plague to the agency [36], as does not incentivize competition. Lately, agencies of several countries are leaning towards more fixed-price contracts, where companies get paid based on milestones, in the form of Public-Private Partnerships (PPPs). In the past, a lot of the PPPs were of the type Design-Build (DB), where the private partner builds the hardware, and the public partner operates it, such as ISS modules like Unity, built by Boeing, operated by NASA. A trend that can already be seen is that there will be more and more Build-Operate-Own (BOO) contracts, where the private partner also operates the hardware, such is the case with launch vehicles, and even with privately-build space stations [37] that are emerging.

Possibilities for larger projects

Having a multinational institution like the International Aerospace Hub in place, it could become much easier to coordinate efforts to undertake large projects.

In the space sector, there is the prominent idea of going to Mars. If we want to become interplanetary, there needs to a transportation system to get us there, habitats to live, appropriate life support, good communication, and many more systems in place. Thus, one key to get us there is *cooperation*.

As mentioned before, it is crucial for the aircraft industry to become more sustainable. Undoubtedly, this requires enormous investments, which investors are not always keen on providing, as there is no direct profit to be seen. This is thus an endeavor which would also benefit from appropriate funding from the public sector.

For example, public tenders for innovative aircraft concepts, quiet supersonic airplanes, or sustainable aviation fuels could incentivize for companies to take the development more serious as they are able to invest more in it. Thus, with appropriate funding from a *non-profit point of view*, development of sustainable technology could be accelerated.

Christopher Columbus and his contemporaries travelled in search of the “New World” by virtue of the sovereign of their state. However, his majesty not only financed the perilous journeys, but also provided them with state-of-the-art tools and ships, such as the astrolabe and the caravel.

Similarly, any fruitful government-industry relationship needs to be accompanied by thriving technologies. However, before an industry can rapidly start using new technologies, certain problems must be addressed. In the aerospace sector, there is a procedure which needs urgent attention: type certification.

What is Type Certification?

Contemporary aircraft and spacecraft designs rely heavily on novel materials, structures and mechanisms which are still being researched on. However, governmental entities (for instance, FAA and EASA) set safety requirements which need to be complied with such that new concepts are allowed their use in

aerospace. Indeed, certification is how safety is assessed. This is done by performing a series of (mainly destructive) tests in order to assess their strength and, subsequently, their reliability. If the values of the tests are within the required strength limits, they can be implemented right away in novel aircraft/spacecraft.

“If you can’t certify it, you can’t fly it.”

states Professor John-Alan Pascoe, one of the scientists behind a breakthrough model to thoroughly alter certification in aviation.

Unfortunately, history provides us with a clear example of how laborious this task can be: carbon fiber composites took nearly three decades to advance from its first tests to its introduction in aerospace. Should the perfect model of an airplane already exist on paper, we would not be able to fly on time of the carbon neutrality goals of 2050.



Therefore, a revolution of this procedure needs to be made in due time.

Artificial Intelligence comes to play

From autonomous driving to healthcare, it is undoubtful how AI has modified human lives for the better. In this manner, why not also use this prosperous technology to change how materials are certified? Three researchers encountered the same question and made it their group mission to revolutionize certification [38].

Figure 5 illustrates their Smart Certification approach and its three pillars to achieve such automotation.

Firstly, a sequence of tensile tests are required in order to understand

the material's behavior. Furthermore, a meticulous monitoring of the manufacturing process is done. With this analysis, the structure is entirely comprehended to its molecular basis. Simultaneously, the assembly of a *virtual twin* of the manufactured part will allow that the entirety of the time-consuming tests can be completed in a matter of hours via Finite Element Method .

Certainly, this approach will require strenuous tests for its approval by governmental entities. However, when such is finally operational, it is assured that one of the big “brakes” for the development of greener aircrafts has gladly been lifted.

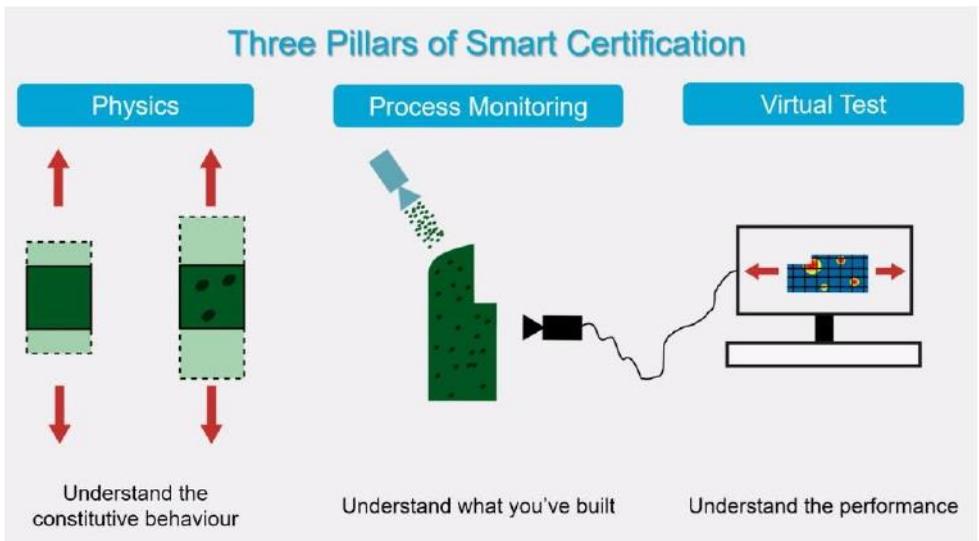


Figure 5 – Three Pillars of Smart Certification [39]



Conclusion

All things considered; it will still take some time before the aerospace industry can enter its comfort zone. With an imminent climate crisis and a need for rapid technological innovation, it is essential that the industry and government work together to tackle the fast-approaching problems. After considering several major points in the industry to government relationships in the aerospace industry, a few conclusions can be presented.

- **Change within the aviation sector is essential in order to reach the 2050 sustainability goals.**
- **Imposing fuel taxes nor increasing the ticket price reduces the carbon footprint of airlines.** This is simply because flying has become a necessity, and people will fly regardless of the price to pay, as long as tickets do not explode to completely unaffordable extents.
- **Governments should invest more in green aviation technologies.** Examples of such technologies are cutting-edge airplane designs, greener engines, and Sustainable Aviation Fuels (SAFs). In general, there is more incentive necessary in order to become more sustainable.
- **The labour crisis can be diminished with the aid of automation.** This grants the need for less manpower in security, baggage handling, among other operational tasks.
- **Acceleration of certification is key to meet sustainability goals.** A possible technology to have faster certification is the use of artificial intelligence.



- **Government space agencies are becoming inefficient compared to the private industry.** They have settled in a comfort zone, causing slow to no innovation.
- **The space sector is moving from an industry with heavy government involvement to an industry where the government is an enabler.** This is fruitful for both the public and private actors.
- **The foundation of an International Aerospace Hub would be beneficial for the progress in aerospace technology.** This innovation hub would provide funding, determine the strategy and policy, propose larger long-term projects, and foster international cooperation.
- **A “Schengen Zone” for aerospace technology is necessary within the innovation hub.** The Public-Private Partnerships would mainly be of the type Build-Own-Operate.

With the correct symbiotic interactions between government and industry, a bright future is imminent, bringing Humanity one step closer to reaching other planets whilst keeping their own clean.



Alix BERTHELON

Public Policy Master graduate – Sciences Po

I have been interested in the defense sector ever since I started my studies in public policy at Sciences Po. During a gap year between my bachelor's and master's degree, I seized the opportunity to join the French Air Force for a one-year contract as a *Volontaire Aspirant*.

I came back to Sciences Po knowing that I later wanted to work a job related to the aerospace sector.

I spent the final year of my Master's degree working at the Defense committee of the *Assemblée nationale*, where I did research on several topics, such as nuclear deterrence and the militarization of outer space, which is one of my main areas of interest. I currently work for a consulting firm in the Defense & Security sector.

Participating in the Usaire Student Awards 2022 edition was a unique opportunity for me to challenge myself on a case study of public policy in the defense sector, and beyond that to join an amazing community of like-minded people. I heartily encourage any tentative candidates to give it a shot – and to all the political science and business students out there, aerospace and defense are not only for engineers!



Hippolyte GOUTEBROZE

MBA Fellow – Collège des Ingénieurs

Graduated from ISAE-SUPAERO in mathematics and Sciences Po in political studies, I have always been interested in defence and strategy. I had the opportunity to explore further these subjects through an end-of-studies internship in the office of the Chief of Staff of the French Air and Space Force. I am now working as a Digital Officer for Eramet on an African railway line, while following a MBA at Collège des Ingénieurs, an European program for young engineers and scientists.

USAIRE STUDENTS AWARDS 2022

*THE FUTURE OF INDUSTRY-TO-GOVERNMENT
RELATIONSHIPS IN CIVIL AND DEFENCE
AEROSPACE*

L'aérospatial, vers l'économie dirigée ou la start-up nation ?

BERTHELON Alix & GOUTEBROZE Hippolyte

Introduction

La crise de la COVID-19 ces deux dernières années a grandement ébranlé le secteur aéronautique et spatial français et européen. L'État français a montré à cette occasion tout son soutien au secteur, en accordant des aides massives dans l'urgence, puis en pérennisant ce soutien par son plan de relance et de modernisation de l'aéronautique. Au-delà de cette aide conjoncturelle, l'État français et l'Union européenne sont également au côté des industriels pour les aider à relever le défi structurel de la décarbonation.

La puissance publique est intimement investie dans la réussite du secteur aéronautique et spatial ; son implication n'est d'ailleurs pas nouvelle car, depuis ses origines, le secteur est stratégique pour l'État. Moins de dix ans après le premier vol motorisé contrôlé, les avions étaient produits en masse et jouaient un rôle décisif sur les champs de bataille de la Première Guerre mondiale. Depuis, l'aviation est devenue incontournable pour toute armée moderne. Dans le cas de la France, la composante

aéroportée de la dissuasion nucléaire constitue la clé de voûte du système de défense. Le spatial est devenu tout aussi stratégique, et son importance ne fait que grandir. Comme le souligne l'*US Space Command*, "*never a day without space!*" : les moyens satellitaires sont aujourd'hui devenus nécessaires à la conduite des opérations militaires, autant pour les communications que le positionnement GPS ou l'imagerie. Sur le plan civil et économique, l'espace est tout aussi indispensable, de la surveillance météorologique à la télédiffusion et bientôt à l'Internet.

Ces industries sont profondément duales : les branches civiles et militaires sont intimement liées, et la recherche qui bénéficie à l'un sert donc souvent également à l'autre. Dans ce domaine, tout est affaire d'innovation et de progrès technologique, car la compétition internationale est rude, tant pour l'aéronautique civile que militaire. Or, l'innovation implique de très lourds investissements. Le soutien de l'État est donc essentiel, sans quoi les

USAIRE STUDENT AWARDS 2022

industriels risquent de décrocher dans la compétition internationale, et la coopération entre États est aujourd’hui indispensable. ArianeGroup, issu d’une coopération entre Airbus et Safran, illustre parfaitement les bénéfices de la fertilisation croisée à la fois entre civil et militaire mais aussi entre pays européens.

Les industriels du secteur ont également intérêt à être soutenus par un État investisseur et stratège. La puissance publique n’est pas seulement l’un des principaux clients de l’industrie ; c’est aussi tout à la fois le partenaire incontournable de leurs exportations civiles ou militaires, l’autorité législative et réglementaire, et un investisseur

indispensable pour les projets de long terme.

Cette collaboration a permis à la France de bâtir, depuis plus d’un siècle, une des industries aérospatiales les plus performantes au monde. Néanmoins, les grands défis que rencontre le secteur remettent en cause son modèle énergétique et économique, dans un contexte de compétition internationale exacerbée et d’innovation accélérée. État et industriels doivent donc approfondir et transformer leurs relations pour répondre à ces problématiques. Il s’agit de bâtir, ensemble et sans délai, une industrie aéronautique et spatiale décarbonée, compétitive et résiliente.

“L’industrie aéronautique française est née de la volonté de l’État de maîtriser une filière stratégique pour sa sécurité, mais c’est grâce à la coopération, notamment européenne, qu’elle a pu se hisser au 2ème rang mondial.” - Conseil national de l’industrie, comité stratégique de la filière aéronautique, décembre 2018

Table des matières

Introduction	2
Des liens profonds et indispensables entre l'État et les industriels.....	5
L'État, acteur et protecteur d'une filière stratégique	5
Les industriels à l'écoute d'un partenaire privilégié.....	7
De nouveaux défis pour l'aérospatial, dont les enjeux sont partagés entre l'État et les industriels.....	9
Les exigences environnementales imposent des transformations profondes	9
L'aéronautique n'échappe pas à l'accroissement de la compétition internationale.....	10
Le défi de la numérisation et de l'accélération du rythme de l'innovation.....	12
Approfondir et transformer les liens entre l'État et les industriels pour construire ensemble l'industrie aérospatiale de demain	13
Décarbonation.....	13
➤ Coordonner la recherche et le développement de carburants alternatifs	13
➤ Placer l'aéronautique au cœur du débat public et penser ensemble l'aérien de demain.....	14
Compétitivité.....	15
➤ Moderniser et numériser.....	15
➤ Accompagner les projets au plus près des territoires pour créer des synergies.....	16
➤ Promouvoir un cadre réglementaire protecteur et repenser les coopérations européennes	17
Résilience.....	18
➤ Protéger les entreprises stratégiques et leur supply chain.....	18
➤ Développer des partenariats locatifs pour certaines capacités.....	18
➤ Contractualiser l'ensemble de la chaîne de valeur.....	19
➤ Investir dans la formation et soutenir le recrutement.....	19
Conclusion.....	21
Bibliographie	22

Des liens profonds et indispensables entre l'État et les industriels

Dès le début du 20^{ème} siècle, la France a compris l'intérêt stratégique des domaines aéronautique et spatial, et l'État a œuvré pour construire une industrie indépendante et de rang mondial. Si la structuration du secteur a beaucoup évolué depuis la Seconde Guerre mondiale, il reste profondément influencé par la puissance publique, dont les investissements, l'appui à l'innovation et le soutien à l'export restent indispensables pour les industriels.

En France, l'enjeu économique est réel car le secteur aéronautique représente 4 480 entreprises et 300 000 emplois directs et indirects, pour un chiffre d'affaires de 106 Mds € en 2020 (Insee). L'aéronautique affiche en 2021 un solde commercial positif de 19,7 Mds €, malgré la crise pandémique, et demeure le premier contributeur à la balance commerciale française.

L'État, acteur et protecteur d'une filière stratégique

Depuis la création du premier syndicat professionnel de l'aéronautique en 1908, qui deviendra par la suite le groupement des industries françaises aéronautiques et spatiales (GIFAS), l'État a joué un rôle majeur dans le développement et la structuration de la filière. Pendant l'entre-deux-guerres, le secteur est fortement nationalisé *via* six sociétés nationales des constructions aéronautiques avec un fort ancrage territorial (centre, nord, ouest, sud-ouest, sud-est, midi). À la fin de la Seconde Guerre

mondiale, le plan Marshall et les différents plans quinquennaux aboutissent à des investissements massifs dans le domaine. Une nouvelle vague de nationalisations s'ensuit, par exemple par la création de la société nationale d'étude et de construction de moteurs d'aviation (SNECMA), qui deviendra par la suite Safran.

Aujourd'hui, l'État français possède *via* l'agence des participations de l'État des parts significatives des principales sociétés du secteur, qui sont pour la plupart des héritières directes des sociétés publiques : 11 % d'Airbus, 50,6 % du Groupe ADP, 28,6 % d'Air

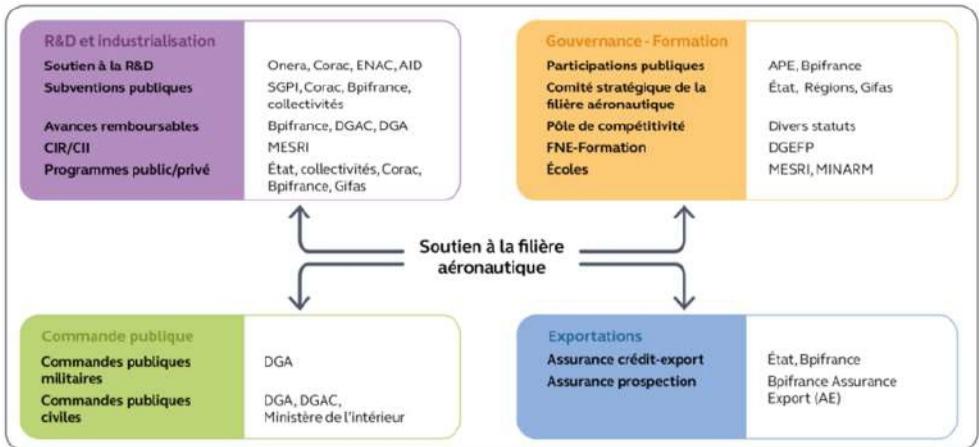
France, 11,2 % de Safran (et 17,4 % des droits de vote) et 25,7 % de Thalès (et 34,8 % des droits de vote). Ces participations lui permettent de peser sur la stratégie des groupes. La structuration de la filière, d'abord par des sociétés publiques puis au sein de grands groupes, a été un élément déterminant de son développement.

Le soutien de l'État passe par différentes modalités, à la fois du côté de l'offre, avec un soutien important à la recherche et au développement (R&D) et des partenariats public-privé, et du côté de la demande à travers la commande publique. Le schéma sur la page suivante représente les principaux leviers du soutien public à l'aéronautique.

L'État dispose de plusieurs organismes spécialisés dans l'aéronautique et à l'interface avec les industriels. La direction générale de l'armement (DGA) est l'interlocutrice privilégiée des industriels pour leur branche défense, des études amont au déploiement des aéronefs. La direction générale de l'aviation civile (DGAC) est chargée de la réglementation et de la supervision de la sécurité

aérienne, du transport aérien et plus largement de l'aviation civile. L'office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA) est le principal centre de recherches français pour les secteurs de l'aéronautique et de l'aérospatial. On peut citer le Rafale, le lanceur Ariane, ou le Falcon comme autant de programmes qui ont bénéficié des recherches de l'ONERA. Le soutien public est également important au niveau régional, notamment en Occitanie où la filière aéronautique est fortement implantée – on peut citer les plans Ader par exemple – et en Nouvelle-Aquitaine. La crise récente de la COVID-19 a été une parfaite illustration du soutien massif de l'État à la filière, dont le déploiement a été facilité par son implication historique. Le plan de soutien à l'aéronautique de plus de 15 Mds € mis en place par le gouvernement en juin 2020 a couplé les aides ponctuelles et les investissements de long terme. Il s'est organisé autour de trois axes majeurs : un soutien d'urgence aux entreprises en difficulté (reports de charges, prêts garantis...), des investissements dans les PME et ETI pour accompagner leur modernisation, et un

investissement fort dans la R&D pour stimuler l'innovation.



Source : Cour des comptes

Enfin, le soutien au niveau européen joue également un rôle essentiel. Si Airbus et ArianeGroup sont les deux entreprises les plus emblématiques de la coopération entre pays européens, l'Union européenne apporte également un soutien conséquent à la filière, *via* le fonds européen de la défense (FEDEF) pour la branche militaire et à travers de nombreuses initiatives en faveur de la décarbonation de l'industrie *via* l'entreprise (en partenariat public-privé) "Aviation propre" pour la branche civile.

Les industriels à l'écoute d'un partenaire privilégié

Si les industriels ont leurs intérêts propres, à savoir de demeurer compétitifs sur le marché international, ils ne peuvent pour autant se passer de l'État. D'abord parce que parce l'État est au capital de beaucoup d'entre eux (comme précisé plus haut), et que nombre de leurs cadres proviennent du secteur public (ingénieurs du corps des Mines...), mais surtout car l'État représente pour eux à la fois un investisseur et un client incontournable. Dans le secteur de la défense, l'État, *via* la DGA, est le seul client final sur le sol national. Rares sont les achats sur étagère ; les programmes

sont discutés dès les études amonts entre la DGA, les forces et les industriels. Les besoins opérationnels des forces orientent petits et grands programmes, et les priorités stratégiques de l'état-major des armées définissent les efforts de recherche et développement. Au-delà d'un simple client, l'État est donc véritablement partie prenante des programmes de défense. Plus largement, il dispose d'une puissance financière qui lui permet d'accorder des fonds ou des aides aux entreprises, dans un domaine où les coûts de R&D sont souvent gigantesques et le retour sur investissement parfois différé de plusieurs décennies.

En outre, comme beaucoup de technologies sont duales, les décisions stratégiques en matière de défense influencent indirectement et plus globalement les efforts de recherche du secteur. Par exemple, la définition de l'espace comme priorité des armées, avec la création du commandement de l'espace (CDE), induit de nouveaux budgets pour la surveillance de la situation spatiale et pour les technologies de manœuvrabilité

de satellite (démonstrateur de patrouilleur YODA). Cette dualité permet à beaucoup d'industriels d'être présents tant sur le marché civil que militaire ; c'est pour eux un atout et une sécurité, car en cas de crise économique, l'État peut les soutenir et les relancer directement en augmentant ses commandes pour la défense. D'après l'INSEE, les entreprises travaillant pour la défense ont ainsi mieux résisté à la dernière crise : leurs effectifs ont baissé en moyenne de seulement 7 %, contre 12 % pour celles qui n'ont aucun marché militaire.

L'État joue également un rôle majeur dans le soutien à l'export. Les mécanismes d'aide sont nombreux (Business France, Team France Export, attachés économiques en ambassades, assistance de la DGA ...). Les grands contrats aéronautiques sont également géopolitiques, et témoignent d'une relation de proximité entre la France et le pays client ; ils font souvent partie d'accords de coopération plus larges, et sont ainsi annoncés à l'occasion d'une rencontre officielle entre gouvernements. Jean-Yves Le Drian fut ainsi le "VRP" - avec succès - du Rafale lors de ses passages successifs à l'hôtel de

Brienne et au Quai d'Orsay. L'export est aussi un moyen de rendre financièrement soutenables les efforts de recherche et d'innovation, en

permettant aux industriels d'amortir leurs coûts ; c'est pourquoi l'exportabilité des matériels fait partie intégrante de leur conception.

De nouveaux défis pour l'aérospatial, dont les enjeux sont partagés entre l'État et les industriels

Le secteur aéronautique et spatial traverse aujourd'hui une juxtaposition de défis structurels et de crises conjoncturelles. Il doit totalement se réinventer pour réussir sa décarbonation, à rebours de son modèle économique et énergétique actuel, dans un contexte de rivalités géostratégiques croissantes qui mettent en lumière les fragilités de ses approvisionnements. Enfin, la numérisation accélérée est autant une opportunité qu'un risque pour les entreprises.

Les exigences environnementales imposent des transformations profondes

Comme la plupart des autres secteurs de l'économie, l'aérospatial n'a pas été conçu en prenant en compte les exigences environnementales. Néanmoins, la prise en compte de l'urgence environnementale est aujourd'hui impérative non seulement pour la survie du secteur, mais pour celle de l'humanité entière. Les industriels doivent donc s'atteler dès aujourd'hui à l'invention un transport aérien décarboné. Si l'efficacité énergétique des

aéronefs a déjà augmenté de 80% par rapport aux années 1960, d'énormes investissements seront encore nécessaires pour réussir les prochaines étapes, sur le moyen terme (amélioration de l'efficacité des moteurs) et sur le long terme (biocarburants, électrique, hydrogène). Plus encore, la réduction des émissions est si exigeante dans l'aéronautique qu'elle impose de revoir toute la chaîne de valeur, de la production (matériaux plus légers et moins gourmands en énergie) à la fin de vie (recyclage) en passant par l'exploitation (optimisation des plans de vol, réduction de la

consommation des aéroports). Les investissements nécessaires pour atteindre ces objectifs sont colossaux.

L'État finance activement cette innovation, à travers notamment le conseil pour la recherche aéronautique civile (CORAC), créé en 2008 à la suite des accords de Grenelle. Le changement de paradigme que représente la décarbonation de l'aérien pourrait cependant inversement remettre en cause certaines aides publiques au secteur, comme l'exonération de la taxe sur la valeur ajoutée et de la taxe intérieure sur la consommation des produits énergétiques sur le kérosène, ou les subventions accordées aux compagnies low-cost par les aéroports régionaux. Or, ces aides sont actuellement vitales au modèle économique de ces compagnies, qui devront donc se réinventer. L'enjeu pour l'État comme pour les industriels est ainsi de réussir la transformation du secteur sans mettre en danger les entreprises face à une concurrence internationale qui ne "jouerait pas le jeu" de la transition environnementale, malgré les premières mesures de transition prises par l'Organisation de l'aviation

internationale civile (OACI) au sein du mécanisme CORSIA (*Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*).

L'aéronautique n'échappe pas à l'accroissement de la compétition internationale

La compétition internationale à l'export est rude dans l'aéronautique ; seuls quatre pays fournissent près de 75 % des exportations mondiales (en 2015) : les États-Unis (29 %), la France (22 %), l'Allemagne (12 %) et le Royaume-Uni (9 %). La France est donc pour l'instant bien placée, mais selon la DGE, "*le maintien de la position française dans le marché mondial dépendra [...] du maintien d'un haut niveau de maîtrise technologique et de l'amélioration de la compétitivité des acteurs nationaux*". Si la compétition est pour l'instant principalement concentrée entre et autour des acteurs historiques, Airbus et Boeing pour ne pas les citer, l'arrivée dans les années à venir de concurrents issus de pays émergents n'est pas à exclure.

L'extra-territorialité du droit américain est aussi un sujet de préoccupation croissante,

comme l'illustrent les protestations soulevées par le choix d'Avio, filiale de General Electric, pour la motorisation du futur Eurodrone. Certaines de ses parties pourraient être soumises aux normes ITAR (*international traffic in arms regulation*) américaines, ce qui permettrait aux États-Unis de bloquer certains contrats d'exportation et remettrait de facto en cause la souveraineté du programme. Les États-Unis se livrent à des pratiques de *lawfare* particulièrement agressives, qui appellent une réponse forte de la part des Européens. De même, leur soutien à l'émergence de champions nationaux est sans failles : l'entreprise SpaceX, souvent utilisée pour montrer le dynamisme du secteur privé américain par rapport aux entreprises européennes qui seraient pénalisées par une trop forte implication de l'État, a également bénéficié d'investissements importants de la DARPA. Sur ce plan, il est urgent de repenser le modèle européen de contrôle de la concurrence (cf. 3ème partie).

La compétition n'est cependant pas qu'économique. L'accroissement des tensions géostratégiques, dont la guerre

d'agression russe en Ukraine est la plus récente illustration, a des répercussions profondes sur les relations entre État et industriels dans le domaine aéronautique. Le retour de la haute intensité consacre la prépondérance de l'aérien dans les conflits conventionnels, et de nombreux pays européens, Allemagne en tête, ont décidé de réinvestir massivement dans la défense. Au-delà du besoin de supériorité technologique qui stimule en permanence l'innovation, cela va se traduire par une hausse importante des carnets de commandes du secteur militaire dans les années à venir. Tout l'enjeu pour les chaînes industrielles sera donc la remontée en puissance de leurs lignes de production, après près de 30 années de déflation depuis la fin de la Guerre froide.

Enfin, au-delà d'une hausse des volumes pour l'aéronautique militaire, le contexte géopolitique met en danger certaines chaînes d'approvisionnement essentielles au secteur. La guerre d'agression russe en Ukraine a par exemple souligné la dépendance du secteur aéronautique au titane russe. Nombre de pièces et

composantes indispensables sont fabriquées à l'étranger, avec parfois un nombre très restreint de fournisseurs. Une dégradation des relations avec certains partenaires commerciaux, notamment la Chine, pourrait directement mettre en danger des lignes de production stratégiques.

Le défi de la numérisation et de l'accélération du rythme de l'innovation

L'heure est aujourd'hui dans l'industrie à l'utilisation des données et la numérisation des processus sur toute la chaîne de valeur. Cela représente une réelle opportunité et un avantage compétitif pour les entreprises qui sauront prendre ce virage, mais celles qui ne sont pas suffisamment sensibilisées à ces enjeux ou manquent de compétences techniques risquent de rester sur le bord de la route. Le danger de voir se développer une transformation numérique à deux vitesses est donc réel ; les PME et ETI en seraient les principales victimes. L'intelligence artificielle nécessite en effet des ingénieurs spécialistes, que tous les secteurs s'arrachent aujourd'hui. L'État en est

conscient, et a mis en œuvre en fin d'année 2021 une stratégie globale pour l'IA, afin d'accompagner les entreprises et de former les talents de demain.

La généralisation de l'utilisation des données et la connectivité des systèmes créent également de nombreux risques en matière de cybersécurité, face auxquels l'État est bien souvent impuissant. Si la lutte contre l'espionnage industriel "classique" fait depuis longtemps partie de ses prérogatives, il lui est difficile d'assurer la sécurité des données de tout un écosystème industriel. Les piratages n'épargnent personne : Airbus lui-même a été victime d'une attaque d'ampleur en 2019. La sécurisation de ces données est donc un enjeu majeur ; Thalès est d'ailleurs en première ligne dans la construction d'un cloud de confiance pour l'État (en partenariat avec Google), dans la lignée de son cloud de défense.

La complexité des systèmes, comme leur connectivité maintenant incontournable, impliquent des efforts de modularité et de standardisation. En effet,

l'accélération de l'innovation et l'arrivée de nouvelles technologies comme l'IA ou l'informatique quantique ne permettent pas de prévoir des systèmes à trente ans. Il faut donc réfléchir très en amont aux systèmes, à leur modularité, afin d'être capable de moderniser rapidement une partie du

système lorsque l'innovation le permettra. Dans la défense, les exigences d'interopérabilité entre alliés amènent actuellement les forces et la DGA à imposer aux industriels une certaine standardisation dans la connectivité des systèmes.

Approfondir et transformer les liens entre l'État et les industriels pour construire ensemble l'industrie aérospatiale de demain

Pour faire face à ces défis structurels, et pour mieux résister aux crises conjoncturelles futures, les industriels de l'aéronautique et l'État doivent approfondir leur coopération. Nous proposons ici de décliner cette coopération selon trois thématiques : décarbonation, compétitivité et résilience - reprenant d'ailleurs en partie les quatre objectifs du plan de relance de la filière en 2020 : décarboner, (re)localiser, innover et moderniser.

Décarbonation

➤ Coordonner la recherche et le développement de carburants alternatifs

Les investissements publics sont conséquents pour parvenir à développer successivement l'utilisation des biocarburants et la propulsion électrique et / ou hydrogène. Ces efforts pourraient profiter des synergies au sein de la filière et en dehors : les

orientations stratégiques des grands groupes, sur l'électrique ou l'hydrogène notamment, doivent être coordonnés pour le bien de toutes les parties. Cela évitera la superposition des coûts, déjà importants, de cette transition énergétique à marche forcée. D'autre part, des synergies doivent être recherchées avec les entreprises des autres secteurs, et notamment de l'énergie ou des transports.

Les acteurs publics ont ici tout leur rôle à jouer, à l'exemple du succès de la société *Hyport*, qui a mis en service en avril dernier le premier bus pour passagers à l'hydrogène sur l'aéroport de Toulouse Blagnac. *Hyport* est détenue à 49% par la région Occitanie via l'Agence régionale de l'énergie et du climat, les 51 % restants revenant à une filiale d'Engie. De même, la région Ile-de-France, *Choose Paris Region*, le Groupe ADP, Air France-KLM et Airbus se sont associés début 2021 pour lancer l'appel à manifestation d'intérêt « *H2 HUB AIRPORT* », qui a sélectionné 11 projets pour développer dès à présent une filière hydrogène aéroportuaire, et anticiper l'arrivée des avions à hydrogène.

« Être trop lent à homologuer un avion innovant, c'est la dernière chose que nous voulons. » - Luc Tytgat, directeur de la stratégie de l'Agence de l'Union Européenne pour la sécurité de l'aviation, le 7 juin 2022 au Paris Air Forum).

➤ *Placer l'aéronautique au cœur du débat public et penser ensemble l'aérien de demain*

Le succès du phénomène *Flygskam* a révélé la méfiance d'une partie de la population européenne envers le secteur aérien. Cette « honte de voler » - si elle n'a pas empêché une progression de 4,2% du trafic en 2019 - n'est peut-être pas décorrélée de la méconnaissance des citoyens sur la part réelle du secteur dans les émissions de gaz à effet de serre. D'après l'étude de la chaire Pégase (Montpellier Business School), 90% des répondants surestiment la part du transport aérien dans les émissions mondiales de CO₂, et 50% d'entre eux pensent qu'il en représente plus de 10%. Il est donc fondamental pour les industriels de l'aéronautique de participer au débat public et de faire valoir leurs efforts de décarbonation, au risque de subir des décisions politiques motivées par l'opinion publique.

L'interdiction récente en France des vols disposant d'une alternative en train de moins de 2h30, dans un effort de sobriété, a montré l'effet direct des politiques publiques de mobilité sur les entreprises du secteur

aérien. Les nouveaux usages que promettent les VTOL (*Vertical Take-Off and Landing Aircraft*) devraient par exemple faire l'objet d'un débat public, sur le temps long, avant leur arrivée sur le marché.

Compétitivité

« Le maintien de la position française dans le marché mondial dépendra donc du maintien d'un haut niveau de maîtrise technologique et de l'amélioration de la compétitivité des acteurs nationaux. » - Conseil national de l'industrie, comité stratégique de la filière aéronautique, décembre 2018.

➤ *Moderniser et numériser*

La modernisation de l'industrie, et sa numérisation, doivent faire l'objet d'une stratégie sur le temps long, pensée à l'échelle de l'écosystème et de la maturité des acteurs. L'État doit ainsi accompagner progressivement les entreprises dans leur passage à l'industrie 4.0, en privilégiant l'incrémental à la disruption et en s'assurant de l'appropriation des nouveaux modes de travail. En effet, même

si la main d'œuvre du secteur est très qualifiée, les PME et ETI ne peuvent se convertir à l'intelligence artificielle sans phase d'appropriation.

Le secteur bénéficierait aussi d'un cadre commun et sécurisé d'échange et de traitement des données : les enseignements tirés de ces données pourraient être avantageusement utilisés par des entreprises qui ne disposent ni de ces compétences en propre ni des moyens suffisants pour souscrire à ce type de service en externe. Il faut souligner dans cette optique l'initiative ICARUS, lancée par l'Union européenne en 2020, afin de centraliser les données et leur traitement, et de proposer un guichet unique aux entreprises européennes intéressées.

« L'industrie aéronautique européenne doit tirer parti de l'essor des données multi sources afin de pouvoir bénéficier d'une intelligence augmentée et d'ouvrir la voie à toute une gamme de services inédits. » - Dimitrios Alexandrou, coordinateur du projet ICARUS.

- *Accompagner les projets au plus près des territoires pour créer des synergies*



GOUVERNEMENT
Liberté
Égalité
Fraternité

**52 nouveaux projets
aéronautiques retenus**



Source : 2022, AFN, Bpifrance

Au-delà des grands groupes, l'industrie aéronautique et spatiale française est formée d'une myriade d'entreprises, partout en France, aux savoir-faire propres. Il est important d'accompagner ces entreprises dans leurs démarches au plus près du terrain. Les collectivités locales sont ici en première ligne, et malgré leur bonne volonté, ne disposent pas toujours de tous les moyens pour accompagner les industries de l'aéronautique. Il est important de proposer des guichets d'aide à l'implantation, à l'extension ou à la relocalisation des entreprises du

secteur, afin de les appuyer dans leur projet et de les orienter dans la multitude d'aides publiques disponibles. Ces guichets peuvent être à l'échelle régionale, comme dans la région Occitanie, qui propose ainsi des sites industriels "clés en main", avec un accompagnement pour simplifier les démarches d'urbanisme, recruter sur place ...

Les pôles de compétitivité sont une autre manière de favoriser l'émergence de start-ups innovantes, en mettant des moyens à leur disposition : encadrement, locaux, appui à la recherche d'investisseurs ... Les grandes régions aéronautiques que sont l'Occitanie et l'Aquitaine disposent déjà de leurs pôles de compétitivité (*Aerospace Valley*, *Tarmaq*, *SAFE*), qui sont soutenus par l'État, les collectivités territoriales, des industriels comme Thalès ou ArianeGroup et même l'Armée de l'Air et de l'Espace. Afin d'offrir à leurs membres de nouvelles perspectives et de nouveaux marchés, et de favoriser l'intégration des territoires dans l'économie mondialisée, ces pôles pourraient avantageusement se

rapprocher des réseaux internationaux d'accompagnement de start-ups. C'est le modèle de l'incubateur Starburst, présent à Paris, Los Angeles, en Israël et à Singapour.

- *Promouvoir un cadre réglementaire protecteur et repenser les coopérations européennes*

« Le pire des scénarios serait des réglementations locales et changeantes, qui casseraient toutes les logiques d'investissements. » - Guillaume Faury, PDG d'Airbus, 2019.

Face à la concurrence de pays qui soutiennent fortement leurs champions nationaux, l'Union européenne pourrait adopter un cadre réglementaire qui soit à même d'adapter les règles de la concurrence pour favoriser l'émergence de champions européens. Le cadre réglementaire européen doit intégrer les impératifs de décarbonation du secteur de manière lisible et réalisable pour les industries (quotas carbone). Le processus réglementaire gagnerait à être souple et réactif afin de prendre en compte l'évolution rapide du secteur.

Concernant les coopérations en matière de programmes, notamment dans la défense, l'échec relatif du SCAF montre qu'à défaut d'une entente parfaite entre les industriels, la volonté politique de faire des programmes communs reste forte. Une nouvelle forme de coopération pourrait se concentrer sur une approche par "briques", qui seraient ensuite intégrées selon les besoins de chaque État au sein de systèmes à l'architecture ouverte, favorisant l'interopérabilité. Un cadre réglementaire adapté favorisant la standardisation industrielle permettrait ainsi de faire émerger des champions européens par secteur (moteurs, optroniques, armement, etc.) qui pourraient contribuer aux différents programmes nationaux.

Concernant le domaine spatial, où la coopération européenne est la plus aboutie, des projets stratégiques communs tels que la constellation satellitaire voulue par le commissaire Thierry Breton doivent être encouragés, car ils permettent une mutualisation des coûts et une résilience commune.

Résilience

- *Protéger les entreprises stratégiques et leur supply chain*

Les initiatives de recensement et de surveillance des PME et ETI essentielles initiées pendant la crise de la COVID-19 doivent être poursuivies et renforcées afin de les sécuriser sur le long terme. La consolidation de certains pans de la filière peut être envisagée, comme cela a été le cas avec la fusion de *Nexteam* ou de *Weare Aerospace*.

La cartographie des approvisionnements critiques (matières premières et composants) doit être renforcée et élargie aux PME et ETI, trop souvent hors du spectre, afin d'identifier les chaînes fragiles et de diversifier ou relocaliser l'approvisionnement pour plus de résilience. Concernant les matériaux stratégiques, une filière de recyclage pourrait être mise en place lorsque c'est possible, permettant à la fois de réduire l'empreinte carbone du secteur et de diminuer la dépendance aux importations.

- *Développer des partenariats locatifs pour certaines capacités*

Afin de diminuer les coûts pour l'État et de permettre une meilleure rentabilité pour les industriels, des partenariats locatifs peuvent être mis en place pour certaines capacités.

Trois types de situations peuvent être envisagés :

- Pour l'instruction : la location d'heures de vol sur le modèle de ce qui a été fait avec la société HéliDax pour la formation des pilotes de l'aviation légère de l'armée de Terre ;
- Pour des utilisations saisonnières : la location d'aéronefs une partie de l'année, par exemple les avions anti-incendie en été comme c'est le cas pour les avions de la sécurité civile italienne gérés par Babcock ;
- Pour des services duaux nécessitant des investissements massifs : l'achat de données plutôt que la possession des moyens de collecte, notamment pour les moyens satellitaires (*Space as a service*).

➤ *Contractualiser l'ensemble de la chaîne de valeur*

Pour l'aéronautique militaire, la contractualisation sur l'ensemble de la chaîne de valeur, c'est-à-dire de la conception à la fin de vie en passant par le maintien en condition opérationnelle (MCO) doit être encouragée. Cela permet à la fois de renforcer la visibilité pour l'industriel, et de garantir un soutien tout au long de la durée de vie d'un aéronaf pour l'État.

La verticalisation des contrats de maintenance entreprise par la DMAé (Direction de la maintenance aéronautique) va dans ce sens et semble avoir déjà produit une légère amélioration en termes de disponibilité des aéronafs. La désignation d'un maître d'œuvre unique pour la maintenance par aéronaf permet de responsabiliser les industriels et de simplifier les relations avec l'État.

Dans l'optique du retour des conflits de haute intensité, des capacités de remontée en puissance rapide de la chaîne de production sont à prévoir. Les modalités de cette préparation à la demande subite (préparation de stocks,

ouverture de lignes d'assemblage supplémentaire, augmentation de la cadence de travail, etc.) pourraient être contractualisées à l'avance afin de permettre aux industriels de mieux s'y préparer et d'y allouer les ressources nécessaires.

➤ *Investir dans la formation et soutenir le recrutement*

Dans une industrie de haute technologie comme l'aéronautique, où l'innovation est continue, la formation est un enjeu essentiel. La filière est confrontée à un besoin régulier de recrutements sur l'ensemble des métiers, du technicien à l'ingénieur (sur le périmètre GIFAS, 56 000 recrutements dont 20 000 créations d'emploi en 5 ans selon le contrat de filière 2018). Les aides à l'embauche d'apprentis (1 jeune, 1 solution), qui se terminent à la fin de l'année 2022, pourraient être pérennisées afin de soutenir la forte croissance d'activité de la filière

Pour assurer la formation des jeunes, l'État peut aussi directement mettre en place des partenariats avec les industriels, en les associant à des centres de formation à l'issue desquels ils peuvent recruter des

USAIRE STUDENT AWARDS 2022

employés formés à leurs besoins. Parce que la main-d'œuvre à haut niveau de technicité manque aujourd'hui en France, assurer un emploi aux jeunes qui s'engagent dans une formation est un moyen de les attirer dans certaines branches en tension (soudure,

pyrotechnie ...). Un exemple à suivre : le partenariat entre l'*Airways Academy* / ESMA et un lycée de Nîmes pour une formation du bac-pro au BTS, avec des moteurs fournis par l'Armée de l'Air et de l'Espace pour la formation pratique en mécanique.

Conclusion

Les relations entre l'État français et les industriels de l'aéronautique sont aussi anciennes que l'industrie aéronautique elle-même ; ce sont des partenaires, leur intérêts convergent souvent et leur succès sont toujours communs. Néanmoins, les défis autant conjoncturels que structurels que rencontre aujourd'hui le secteur aéronautique lui imposent de se réinventer. Ses relations avec la puissance publique ne peuvent y échapper. Entre l'économie dirigée – pour protéger et orienter un secteur stratégique qui ne saurait échouer – et la *start-up nation* – pour encourager l'innovation technologique, les modalités de ce partenariat sont à affiner.

Assurément, construire la résilience d'un secteur en pleine mutation n'est pas chose aisée. Une chose est sûre cependant : sur cette ligne de crête, la coopération étroite et de confiance entre tous les acteurs publics et privés sera le plus grand atout de l'aéronautique français et européen.

« Comme la crise l'a cruellement rappelé aux acteurs qui l'auraient oublié, la souveraineté économique de la France passe par un tissu industriel renforcé, une protection de ses actifs stratégiques, qui lui assurent autonomie et indépendance, et une stratégie cohérente de long terme, afin d'anticiper les mutations et de peser sur celles-ci. »

Martine Berthet, sénatrice, rapporteure pour avis sur les participations de l'État, novembre 2021.



Mathieu Babinet

Après avoir été diplômé en économie de l'Université Paris-Dauphine et du Cycle pluridisciplinaire d'études supérieures (CPES), formation créée par le Lycée Henri IV et l'Université PSL, j'ai rejoint il y a deux ans le master politiques publiques de l'Ecole d'affaires publiques de Sciences Po Paris.

L'année dernière, dans le cadre d'une année de césure, j'ai découvert la diplomatie multilatérale à travers un premier stage à la Représentation permanente de la France auprès du Comité politique et de sécurité de l'UE et un second au sein du service économique de la Représentation permanente de la France auprès de l'OCDE.

Particulièrement intéressé par l'industrie, notamment par le secteur aérospatial, j'ai entamé cette année, parallèlement à ma dernière année à Sciences Po, une alternance au sein de la direction des affaires publiques d'ArianeGroup.



USAIRE STUDENT AWARDS

**L'avenir des relations entre l'industrie et le
gouvernement dans l'aérospatiale civile et de défense**



Mathieu Babinet

INTRODUCTION

Portée par une croissance soutenue avant la crise sanitaire, l'industrie aérospatiale a été particulièrement frappée par l'épidémie de la covid-19. Le secteur aérien a connu une baisse sans précédent de sa fréquentation. Selon l'OACI, la fermeture des frontières provoquée par la crise sanitaire a entraîné une baisse de 60% du trafic aérien international de passagers en 2020. Le nombre de passagers aériens a chuté à 1,8 milliard contre 4,5 milliards en 2019.

Ces difficultés contextuelles ont mis en lumière les enjeux structurels auxquels est confrontée l'industrie aérospatiale. Le secteur aérien est en proie à de nombreuses transformations qu'il convient de négocier adroitement à commencer par la décarbonation de ses activités. Conscients de la nécessité impérieuse de décarboner le transport aérien pour contribuer à la lutte contre le changement climatique, les acteurs de ce secteur ont pris l'engagement en 2021 d'atteindre la neutralité carbone à horizon 2050, conformément à l'accord de Paris. La réalisation de cette ambition nécessite la mobilisation

des industriels et des exploitants des avions mais également le soutien des pouvoirs publics pour repenser l'aménagement des infrastructures aéroportuaires, l'alimentation des avions, la technologie de propulsion entre autres transformations.

Cette révolution décarbonée est d'autant plus nécessaire que le secteur est promis dans les prochaines années à une massification et une diversification du trafic aérien. Portée par le déploiement de drones et de véhicules de mobilité aérienne urbaine, cette dynamique nécessite un accompagnement réglementaire des pouvoirs publics.

Parallèlement à la décarbonation de l'industrie, les prochaines années seront marquées par la numérisation croissante des processus de production. La multiplication des données et l'intégration de l'IA ouvrent la voie à des opportunités de développement pour le secteur aérospatial, à la fois dans le domaine civil et dans le domaine militaire alors que les prochaines générations d'avions de chasse devraient être intégrés dans des systèmes de systèmes. Cette modernisation porte également l'ambition d'une plus grande interopérabilité des forces armées

européennes. Cet enjeu essentiel pour l'avenir de l'industrie de défense européenne repose également sur la mise en place par les pouvoirs publics de programmes ambitieux de mutualisation des programmes de recherche et d'acquisition des équipements.

S'agissant de la dimension spatiale de l'industrie, l'émergence du New Space a bouleversé les acteurs traditionnels de ce secteur largement institutionnel. Encouragé par les pouvoirs publics étatsuniens, ce mouvement a transformé radicalement les méthodes de production et la logique économique du secteur spatial. Il convient d'accompagner et de renforcer cette dynamique, particulièrement au sein de l'UE qui a accumulé du retard dans la dernière décennie.

Une relation de confiance exigeante entre les gouvernements et l'industrie aérospatiale est nécessaire pour négocier ce changement de paradigme.

Quels leviers les pouvoirs publics peuvent-ils actionner pour accompagner les transformations du modèle économique, logistique, réglementaire et technologique de l'industrie aérospatiale ?

SOMMAIRE

- I – Encourager la décarbonation du secteur aérien
- II – Appréhender la massification et la diversification du trafic aérien
- III – Accompagner la numérisation des méthodes de production
- IV – Prendre avantage de la numérisation pour renforcer l'interopérabilité de nos armées
- V – Favoriser l'émergence d'acteurs non étatiques dans le secteur spatial

I - La décarbonation du secteur aérien est une priorité politique de premier plan et un axe de transformation de son modèle économique

Le transport aérien représente 2 à 3% des émissions anthropiques mondiales de CO₂ et 10% des émissions générées par le secteur des transports. L'aviation de ligne compte pour 10% de la consommation mondiale de pétrole. Pour accélérer la décarbonation du secteur, plusieurs leviers peuvent être mobilisés par l'industrie avec les concours réglementaire et financier des pouvoirs publics.

Parmi les vecteurs de décarbonation du secteur aérien, le développement des carburants d'aviation durables apparaît comme la piste la plus crédible pour réduire significativement les émissions de l'aviation commerciale. Les carburants durables peuvent être déclinés en deux catégories, les biocarburants produits à partir de la biomasse et d'ores et déjà utilisés et les carburants synthétiques qui sont encore en cours de développement. Sur l'ensemble de leur cycle de vie, il est attendu que ces carburants

permettent de réduire les émissions des aéronefs de 80% en moyenne. Ces carburants ont l'avantage d'offrir un potentiel de décarbonation immédiatement exploitable par l'industrie aéronautique. S'ils ne peuvent pas remplacer intégralement le kérozène à l'heure actuelle, les carburants durables présentent l'avantage de pouvoir être injectés directement dans les avions actuels à hauteur de 50%. Ces carburants représentent à l'heure actuelle la seule et unique piste pour décarboner les long-courriers qui représentent 50% des émissions de l'aviation commerciale selon Eurocontrol. C'est pourquoi, les Etats-Unis et l'UE ont récemment décidé de prendre à bras le corps le développement des carburants durables. Adopté par le Conseil de l'Union européenne dans le cadre du Pacte vert en juin 2021, le projet de règlement ReFuelEU Aviation fixe des objectifs d'incorporation ambitieux dans le but de réduire de 60% les émissions du secteur en 2050. Selon la Commission, Le respect de ces objectifs implique de produire 25 milliards de tonnes de carburants supplémentaires à horizon 2050. En septembre 2021, les Etats-Unis ont également annoncé un plan de soutien aux carburants durables dans le but

d'atteindre la neutralité carbone en 2050. Pour tenir ces objectifs, la production, actuellement estimée à 4,6 milliards de gallons par an, devra atteindre 35 milliards de gallons chaque année.

En dépit de leur rôle central dans la stratégie de décarbonation de l'industrie, le potentiel des carburants durables est aujourd'hui largement inexploité. La production actuelle de carburants durables de 100 millions de litres par an couvre actuellement seulement 0,1 % des besoins en carburants de l'aviation commerciale chaque année et s'avère largement insuffisante au regard des besoins croissants de l'industrie qui sont estimés par l'IATA à 500 milliards de litres par an en 2050. Cette production insuffisante est liée à la faible disponibilité de la biomasse et au manque de structuration de la filière. Un soutien politique est nécessaire pour identifier les gisements de biomasse disponibles pour la production de carburants durables et encourager la construction des infrastructures nécessaires à leur transformation en biocarburants. Le défi logistique est également immense alors que seulement une poignée d'aéroports dans le monde sont actuellement capables de

distribuer continuellement ces biocarburants.

Une partie de la solution réside dans le développement des carburants de synthèse.

Ces carburants ne seront pas commercialisés avant 2030 mais sont particulièrement attendus. Ils ont l'avantage de ne pas être d'origine biologique et donc de ne pas être soumis à la disponibilité de la biomasse. Leur potentiel de décarbonation est également plus élevé que celui des biocarburants. Ces carburants sont produits par la combinaison de CO₂ atmosphérique et d'hydrogène. Pour garantir le caractère durable des carburants de synthèse, il est donc indispensable que l'hydrogène utilisée soit faiblement carbonée. La production de ce carburant étant particulièrement énergivore, l'accroissement des besoins en carburants de synthèse dans les prochaines années implique que les pouvoirs publics consentent à des investissements conséquents en matière d'électricité verte (éolienne, solaire, hydraulique, nucléaire). Une action coordonnée entre le gouvernement, le secteur aérien, les fournisseurs d'électricité et les producteurs des carburants de synthèse est nécessaire pour anticiper les

besoins croissants en carburant de synthèse dans les années à venir.

Le cout élevé des carburants durables est également un obstacle majeur à leur commercialisation. La faible disponibilité des intrants nécessaires à leur production explique ce cout élevé. A l'heure actuelle, les biocarburants sont 3 à 4 fois plus chers que les carburants conventionnels. Le cout des carburants synthétiques est estimé 3 à 6 fois plus élevé que les carburants fossiles selon le projet de règlement ReFuelEU Aviation. L'intégration croissante de ces carburants pourrait augmenter significativement le cout d'exploitation des compagnies aériennes dont les dépenses de carburant représentent un quart de leur budget. Air France estimait en début d'année 2022 que l'intégration de 2% de biocarburants à horizon 2025, conformément à l'objectif fixé par la réglementation française actuelle, couterait à la compagnie entre 240 et 280 millions d'euros par an. Alors que les objectifs pourraient être relevés à l'avenir avec l'adoption du projet de règlement ReFuelEU Aviation, la menace d'une augmentation substantielle du prix des billets plane au-dessus des compagnies aériennes.

Le prix élevé des carburants durables combiné à l'absence de mandat international d'incorporation fait craindre l'émergence de distorsions de concurrence. Certains exploitants d'aéronefs pourraient profiter de l'absence de réglementation dans certaines zones géographiques pour contourner les contraintes existantes dans d'autres régions en se ravitaillant en kérosène dans des aéroports non soumis à des obligations d'incorporation de biocarburants et en procédant à du suremport. Pour éviter l'apparition de ces stratégies de contournement, l'implication de l'OACI et l'adoption d'une réglementation mondiale fixant des objectifs d'incorporation des carburants durables compatibles avec les capacités de production sont absolument essentielles.

L'accélération du renouvellement des flottes des compagnies aériennes est indispensable pour décarboner l'industrie. Le rapport sur l'environnement produit par Boeing en 2020 souligne que chaque nouvelle génération d'avions consomme 15 à 25% moins que la précédente. Selon la stratégie nationale du transport aérien publiée par le ministère français de la transition

écologique et solidaire en 2019, les flottes des compagnies aériennes sont renouvelées en moyenne tous les 18 ans.

Le taux de renouvellement actuel est insuffisant pour atteindre les objectifs de neutralité. Le soutien des pouvoirs publics au renouvellement des flottes n'est pas assez affirmé pour inciter les compagnies aériennes à accélérer la cadence. Un soutien financier des pouvoirs publics apparaît indispensable pour encourager les compagnies à remplacer dans de meilleurs délais les flottes. Ce soutien pourrait prendre la forme d'un crédit d'impôt conditionné à la réalisation d'un objectif ambitieux de renouvellement garantissant une réduction significative des émissions produites.

L'accélération du renouvellement impose de mettre en place un écosystème performant de recyclage des aéronefs remplacés par les nouvelles générations moins émettrices. Le recyclage représente un intérêt environnemental majeur dans la mesure où 90% des composants des aéronefs sont recyclables. Il représente également une opportunité économique majeure et la création de nombreux emplois. Plusieurs freins empêchent néanmoins l'accélération de la cadence du

recyclage, à commencer par le prix des pièces détachées qui est amené à diminuer en raison du volume croissant des avions mis à l'arrêt. Pour permettre le développement de cette filière, il est indispensable que les pouvoirs publics étudient la mise en place d'incitations fiscales à utiliser des pièces détachées ou des matériaux provenant du recyclage des aéronefs.

A moyen et long terme, le renouvellement des flottes pourrait concerner l'avion électrique et hydrogène. Si l'avion électrique dispose d'un rayon d'action relativement restreint en raison du poids des batteries et ne pourra donc pas contribuer à la décarbonation des moyens et longs courriers, la propulsion électrique est une option pertinente pour réduire les émissions des courts courriers. L'Etat peut accompagner le développement de l'avion électrique en préparant règlementairement la mise sur le marché des premiers avions électrique de taille modeste (2 à 6 passagers) qui sont attendus pour 2025 et dont la commercialisation représente une étape importante avant l'intégration de la propulsion électrique dans des avions de taille commerciale. Les pouvoirs publics doivent également encourager la

R&D pour permettre aux industriels d'améliorer la densité énergétique des batteries. Les investissements dans ce domaine sont d'autant plus pertinents qu'ils concernent de nombreux autres secteurs d'activité, à commencer par l'industrie automobile.

Aux côtés de l'avion électrique, l'avion à hydrogène s'impose comme une piste ambitieuse pour réduire les émissions du secteur aérien. Le stockage de l'hydrogène liquéfié, quatre fois plus volumineux que le kérosène, contribue à alourdir les aéronefs alimentés à l'hydrogène et réduit leur rayon d'action. Les avions à hydrogène pourront néanmoins parcourir des distances plus importantes que les avions électriques et être positionnés à la fois sur les court et moyen-courriers (transports régionaux et nationaux). Le développement de normes internationales relatives à cette technologie est un enjeu fondamental pour permettre leur mise sur le marché dans les meilleurs délais. Le comportement des Etats-Unis devra être scruté. Contrairement à l'UE et ses Etats membres qui nourrissent de nombreux espoirs dans cette technologie, les Etats-Unis n'ont pas pleinement considéré cette technologie. La Direction générale

de l'aviation civile française estime qu'il existe un « risque réel » que les Etats-Unis exercent leur influence pour retarder l'adoption d'une certification encadrant l'exploitation des aéronefs alimentés à l'hydrogène. La construction de règles au sein de l'Agence européenne de la sécurité aérienne est donc une étape primordial pour espérer obtenir un accord au niveau de l'OACI. Comme nous l'avons évoqué concernant la production des carburants de synthèse, le développement de l'avion à hydrogène est également confronté au défi de la production d'hydrogène décarboné qui ne représente actuellement que 5% de la production totale.

Les pouvoirs publics devront également jouer un rôle pour adapter les infrastructures aéroportuaires en dotant les aéroports de capacités permettant le ravitaillement des aéronefs électriques et à hydrogène.



II - La massification et la diversification du trafic aérien apparaissent comme des axes de croissance du secteur aérien dans les prochaines années

La massification et la diversification du trafic aérien à travers l'exploitation croissante des drones et des véhicules de mobilité aérienne urbaine constituent un axe de croissance important de la filière aéronautique dans les prochaines années et nécessité de repenser la gestion de l'espace aérien. Alors que les drones représenteront 25% du trafic aérien en 2050 et que de nombreux acteurs du secteur souhaitent se positionner sur le marché des véhicules de mobilité aérienne urbaine, l'accompagnement réglementaire des pouvoirs publics est indispensable pour permettre la cohabitation des drones et des véhicules de mobilité aérienne urbaine avec les appareils traditionnels dans l'espace aérien et encourager les acteurs du secteur à exploiter les opportunités commerciales offertes par ces nouveaux appareils. Les drones et les véhicules de mobilité aérienne urbaine pourront répondre à de nombreux besoins existants ou naissants : navette entre des

points d'intérêt (entre un aéroport et le centre-ville ou entre pôle d'affaires d'une même région), transport médical dans les déserts médicaux ou encore acheminement de colis. Il est nécessaire que les pouvoirs publics anticipent ces axes de développement pour faciliter leur mise sur le marché. La création de zones de décollage et d'atterrissage de ces appareils en ville ou en périphérie des zones urbaines est également nécessaire. Il pourrait par exemple être envisagé d'aménager les toits des immeubles dans cette optique. La mise en place d'une plateforme digitale permettant de gérer le trafic aérien des drones et des véhicules de mobilité aérienne urbaine est absolument indispensable. Pour fluidifier l'intégration de ces nouvelles catégories d'appareils dans l'espace aérien, il pourrait être pertinent que l'adhésion à l'Association du transport aérien international soit élargie pour inclure les opérateurs de transport aérien qui ne sont pas des compagnies aériennes.



III - L'analyse des données constitue un puissant levier de modernisation des procédés de production et de transformation du marché du secteur aérospatial

La numérisation des procédés de production dans la filière aérospatiale ouvre la voie à de nombreuses opportunités d'optimisation des procédés industriels. Le développement de nouvelles méthodes de production fondées sur le traitement des données et l'intégration de l'intelligence artificielle comme l'automatisation des unités de production, la fluidification de la collaboration tout au long de la chaîne de production, la fabrication additive ou encore l'amélioration de la maintenance prédictive permettra des gains substantiels dans l'industrie aérospatiale.

Les avionneurs historiques, Airbus et Boeing, ont déjà entamé le virage de la numérisation des procédés de production. Pour gagner en efficacité industrielle et assurer la montée en cadence de la production de l'A350, Airbus et Palantir ont développé à partir de 2016 la plateforme Tandem pour collecter et centraliser des

données concernant la progression de la production. L'analyse de ces données permet de déduire les tâches qu'il convient de prioriser et de planifier le travail des employés pour tenir les délais contraints inhérents à l'industrie aérospatiale. L'outil permet d'harmoniser les méthodes de communication et de standardiser les méthodes de travail de chaque acteur de la chaîne de production. En permettant à chaque site de production d'avoir accès en temps réel à l'ensemble des données des autres acteurs de la chaîne, le logiciel permet de mieux anticiper les éventuels problèmes.

Dans la même optique, Boeing a conclu en 2017 un contrat avec Dassault Systèmes pour moderniser son système de production. Ce contrat porte sur l'utilisation du logiciel 3DEXPERIENCE développé par Dassault Systèmes pour les 30 prochaines années. Ce logiciel permet à Boeing de piloter l'ensemble des étapes de production. A l'image de Tandem, il renforce la collaboration digitale entre les branches de la chaîne de production depuis les bureaux de conception à l'atelier d'assemblage.

Comme nous le verrons dans la partie suivante, les acteurs étatsuniens du New Space ont

également intégré rapidement ces technologies de production.

La maintenance prédictive apparait comme un des principaux enjeux de la numérisation de l'industrie aérospatiale. Elle permet aux compagnies aériennes d'améliorer la fiabilité de leurs aéronefs en prenant avantage des données récoltés par les capteurs des appareils pour anticiper les pannes et agir avant qu'elles ne surviennent. Le développement de la maintenance prédictive constitue une opportunité économique majeure pour les compagnies aériennes pour lesquelles une immobilisation d'un aéronef en raison d'une difficulté technique est extrêmement coûteuse. Selon une étude de l'IATA conduite en 2016 auprès de 49 compagnies aériennes, le coût moyen de la maintenance s'élève à 1070\$ par heure de vol. Depuis 2017, Airbus et Palantir développent Skywise, une plate-forme de partage de données pour améliorer la gestion des flottes aériennes dans une logique de maintenance prédictive. Utilisée par une centaine de compagnies aériennes, cette plate-forme permet à ces compagnies de transmettre les données des capteurs des aéronefs à Airbus qui

les analyse à l'aide de l'IA pour accélérer le retour en vol des appareils immobilisés pour un problème technique.

La maintenance prédictive est néanmoins actuellement sous-exploitée, principalement en raison de la réticence des équipementiers à investir dans cette technologie. Les équipementiers reposent sur un modèle économique dans lequel l'activité de réparation est la principale source de création de valeur alors que le matériel est vendu à prix quasiment coûtant. **Pour libérer le potentiel de la maintenance prédictive, il apparait donc nécessaire de repenser le modèle économique de la maintenance dans l'industrie aérospatiale.** Pour ce faire, une évolution de la nature du contrat liant les avionneurs et les compagnies est nécessaire. Dans ce nouveau modèle, les avionneurs ne factureraient pas les activités de réparation mais prendraient avantage de la maintenance prédictive pour s'engager à ce que le temps d'immobilisation ne dépasse pas une certaine durée au-delà de laquelle des pénalités pourraient être appliquées. Cette évolution permettrait aux avionneurs de vendre leurs aéronefs à des prix plus élevés et de redistribuer

proportionnellement cette hausse aux équipementiers.

La numérisation de la production dans l'industrie aérospatiale doit ménager une place centrale au facteur humain. La multiplication des données et l'intégration de l'intelligence artificielle sont au service de l'expertise humaine. Cette supervision est essentielle notamment pour réagir aux imprévus qui ne peuvent pas systématiquement être anticipés par les outils numériques. Les pouvoirs publics ont un rôle à jouer pour inciter les acteurs du secteur à développer la formation continue pour permettre à leurs forces vives de progresser à la même cadence que les outils à leur disposition. Les enjeux de formation concernent en particulier la cybersécurité devient cruciale dans cet environnement fortement numérisé.

Il est indispensable que l'ensemble des acteurs du secteur, des avionneurs traditionnels aux compagnies aériennes en passant par les sous-traitants, soient capables de maîtriser les technologies numériques émergentes pour que le virage de la révolution numérique soit négociée favorablement par l'industrie aérospa-

tiale. En 2018, l'étude du pôle interministériel de prospective et d'anticipation des mutations économiques (PIPAME) français sur les enjeux et les perspectives de l'industrie du futur pour la filière aéronautique a mis en lumière le risque d'une filière à deux vitesses. Comme nous l'avons évoqué, les acteurs historiques du secteur ont d'ores et déjà entrepris d'intégrer les évolutions numériques dans leur processus de production. Selon l'étude PIPAME, la progression des PME et ETI dans ce domaine est beaucoup plus lente. Il est indispensable que l'Etat soutienne les PME et ETI pour éviter une modernisation et une numérisation à deux vitesses de l'industrie aéronautique en orientant prioritairement les financements vers ces entreprises. L'implication de l'ensemble de la filière est indispensable dans la mesure où les relations d'interdépendance entre les sous-traitants et les avionneurs ou les motoristes sont particulièrement fortes dans l'industrie aérospatiale.



IV - La maîtrise des données est également au cœur des transformations à venir du pendant militaire du secteur

La révolution numérique appelle à une transformation de l'architecture des systèmes d'armes qui tendent à devenir des systèmes de systèmes. Dans l'armée de l'air, cette transformation en systèmes de systèmes implique une mise en réseau des chasseurs, ravitailleurs, avions de transport et drones. Cette structure est pensée pour permettre aux composantes des forces aériennes de partager et d'analyser des informations en temps réel et donc améliorer leur réactivité et leur adaptabilité au théâtre d'opération. Dans un contexte où la menace est amenée à devenir davantage évolutive et moins prédictive, la supériorité opérationnelle des armées dépend de leur capacité à traiter les informations récoltées rapidement et intelligemment. Il apparaît donc nécessaire de construire une architecture reposant sur une intégration poussée de l'IA dans laquelle les forces seront capable de collecter, d'échanger et de croiser des quantités toujours plus importantes de données. Cette structure a vocation à s'imposer

sur tous les théâtres d'opération et à devenir le fer de lance du combat collaboratif et infovalorisé dans lequel les systèmes d'armes sont appelés à fonctionner de concert.

Dans l'armée de l'air, le système de combat aérien du futur (SCAF) qui a été lancé en 2017 par les gouvernements français et allemand et qui sera opérationnel à partir de 2040-2050 s'inscrit dans cette dynamique de mise en réseau des plateformes aériennes et de leurs capteurs. Sur le théâtre d'opération, cette architecture permettra d'adapter en temps réel les trajectoires des composantes des forces aériennes aux circonstances. **Un soutien politique fort est nécessaire pour développer dans les meilleurs délais ce nouveau système de combat** qui sera notamment particulièrement utile pour prendre à défaut les stratégies de déni d'accès A2/AD dont le développement et le perfectionnement se sont accélérés ces dernières années notamment en Russie et en Chine.

Le fonctionnement du SCAF reposera sur le caractère sécurisé des communications entre l'ensemble des appareils connectés. A cet égard, le développement d'un cloud tactique apparaît indispensable. Pour stocker et partager de manière sécurisée les données

produites par les capteurs des systèmes d'armes, les pouvoirs publics doivent accompagner les industriels vers la mise en place d'un cloud de combat. Un effort financier est nécessaire pour soutenir la R&D dans ce domaine et l'intégration progressive des briques technologiques développées dans les systèmes d'armes.

Cette transformation porte également l'ambition d'une plus grande interopérabilité entre les armées en permettant notamment de fluidifier la communication entre les forces. L'interopérabilité est un enjeu majeur de l'avenir de l'industrie de défense, particulièrement au sein de l'Union européenne où la coopération entre les Etats membres dans les projets de recherche et de développement en matière de défense et dans l'acquisition des équipements de défense est embryonnaire. L'agence européenne de Défense constatait en 2015 que 92,8% des projets de recherche et technologie et de recherche et développement en matière de sécurité et de défense étaient développés nationalement et que seulement 16% des équipements de défense étaient achetés en commun. Dans un contexte où le contenu technologique des

armements ne cesse d'augmenter, ce manque de coopération est responsable de la fragmentation importante du marché de la défense européen qui affaiblit la capacité des industries européennes de la défense de répondre aux besoins actuels et futurs en matière de défense des Etats membres. Ces dernières années, la création de la coopération structurée permanente et la mise en place d'un fonds européen de défense ont permis aux Etats membres et à leurs industriels de mener en commun des projets de recherche et de développement et des projets capacitaires. Adoptée dans le cadre de la présidence française du Conseil de l'Union européenne en mars 2022, la Boussole stratégique porte l'ambition de renforcer cette dynamique. A l'avenir, la mise en place d'un fonds pour permettre aux Etats membres de réaliser des économies d'échelle en acquérant conjointement les équipements développés en commun pourrait être étudiée. Pour éviter un déclassement des forces armées européennes, continuer à renforcer la coopération et le rapprochement entre les industriels européens, dans le respect de leur patrimoine technologique et de leurs savoirs faire, est indispensable.

V - La dimension spatiale de l'industrie est en proie à des transformations profondes portées par l'irruption de nouveaux acteurs non étatiques

Depuis une dizaine d'années, l'industrie spatiale a été profondément bouleversée par l'irruption de nouveaux acteurs non étatiques, pour la plupart américains, dans ce secteur qui a longtemps été exclusivement institutionnel. Communément appelé New Space, ce mouvement emmené par Space X a mis en place une nouvelle dynamique technologique, industrielle et commerciale ouvrant la voie à de nombreuses innovations de rupture qui ont permis de réduire les coûts et d'accélérer le rythme de la production des lanceurs, véhicules spatiaux et satellites : automatisation et numérisation des procédés de production à la faveur de l'intégration de l'intelligence artificielle, fabrication additive, réutilisation des équipements ou encore miniaturisation des composants. Les acteurs du New Space se sont également lancés dans la constitution de constellations de connectivité en orbite basse. Ces

constellations sont amenées à transformer la manière dont Internet est distribué en permettant au moindre recoins de la planète de bénéficier d'un accès performant à Internet. La constellation Starlink de SpaceX est la plus avancée avec 1731 satellites opérationnels à la fin de l'année 2021 mais de nombreux autres acteurs se sont lancés à sa poursuite à l'image de Kuiper Systems d'Amazon, OneWeb ou encore Lightspeed de l'entreprise canadienne Telesat.

Aux Etats-Unis, le développement du New Space a été fortement encouragé par les pouvoirs publics. Depuis le début des années 2010, le développement du secteur commercial est devenu une priorité de la stratégie spatiale américaine et bénéficie d'investissements publics conséquents. La deuxième Space Policy Directives (SPD-2) publiée le 24 mai 2018 a renforcé cette tendance en allégeant encore davantage les réglementations encadrant la commercialisation des engins spatiaux.

L'Union européenne n'a pas suivi ce mouvement. S'il existe de jeunes entreprises européennes prometteuses dans le domaine spatial, ces dernières ne bénéficient pas du même

accompagnement financier et réglementaire que leurs concurrentes étatsuniennes et ne se développent donc pas à la même vitesse. Les entreprises européennes sont également désavantagées par le principe du retour géographique qui entraîne une dispersion des outils de production. Cette règle de la Convention de l'ESA impose que chaque euro investi par un Etat membre dans un programme de l'ESA soit réattribué à son industrie. Elle entraîne un émiettement des chaînes de productions et l'émergence de doublons qui grèvent l'efficacité industrielle des acteurs européens. A l'inverse, Space X a choisi une intégration verticale des processus de production pour maîtriser l'ensemble de la chaîne de production. Le nombre de sites de production est restreint et l'entreprise est présente sur l'ensemble du spectre des activités spatiales. Contrairement au modèle européen, les coûts intermédiaires sont fortement réduits et la coordination entre les acteurs de la chaîne de production est fluide. Le faible nombre de lancements institutionnels et la possibilité pour les Etats européens de confier leurs lancements à un opérateur non

européen désavantage également largement les industriels européens. Aux Etats-Unis, les acteurs du New Space bénéficient de nombreux lancements institutionnels qui ne peuvent pas être octroyés à des entreprises non étatsuniennes. Ce marché captif est extrêmement bénéfique pour les entreprises américaines. Elles y réalisent des marges importantes qui leur permettent de venir concurrencer féroce-ment les acteurs européens sur le marché commercial en proposant des prix proches des coûts marginaux.

Pour rattraper le retard accumulé sur les Etats-Unis, une nouvelle ambition européenne est nécessaire. Ces derniers mois, les pouvoirs publics européens ont adopté des mesures ambitieuses pour transformer le secteur spatial européen :

Lors de la conférence spatiale européenne en janvier 2021, la Commission, de la Banque européenne d'investissement et du Fonds européen d'investissement ont annoncé la création de CASSINI, un fonds à 1 milliard d'euros pour soutenir les start-up européennes dans le secteur spatial.

En septembre 2021, l'ESA a adopté une résolution par laquelle les Etats membres ont pris

l'engagement de commander un minimum de quatre lanceurs Ariane 6 et de deux Vega-C par an en moyenne. Cette résolution est un pas en avant vers la mise en place d'un principe de préférence européenne concernant les lancements institutionnels. Cette évolution est absolument indispensable pour permettre aux acteurs européens de résister à la concurrence des acteurs du New Space sur un pied d'égalité. Pour poursuivre dans cette voie, de nombreux observateurs estiment que les pouvoirs publics européens gagneraient à regrouper leurs commandes pour permettre aux acteurs du secteur de gagner en visibilité dans un contexte institutionnel où les commandes institutionnelles proviennent actuellement de quatre catégories d'acteurs différentes, la Commission européenne, l'ESA, Eudmedsat et les Etats membres. A l'avenir, la création d'un marché institutionnel européen intégralement captif similaire à ce qui est fait aux Etats-Unis devra être envisagée pour renforcer les entreprises européennes.

La présidence française du Conseil de l'Union européenne a également permis d'enregistrer des avancées quant au développement de la politique spatiale

européenne. Le 15 février 2022, le commissaire Thierry Breton a présenté un projet de constellation de satellites de communication européens dont les premiers lancements sont attendus pour 2024.

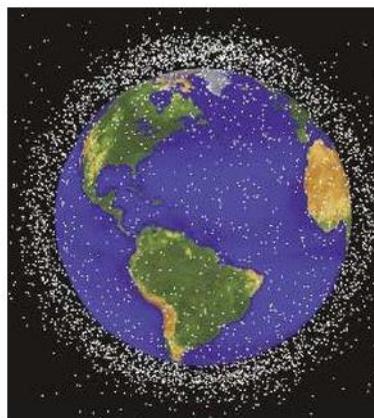
En dépit de ces récentes évolutions, des efforts conséquents restent à mener pour permettre à la filière spatiale européenne de continuer à prospérer. L'émergence d'acteurs privés doit continuer à être encouragée par les pouvoirs publics européens. Plusieurs leviers peuvent être actionnés par les pouvoirs publics. Il est tout d'abord nécessaire de multiplier les opportunités de financement ouvertes aux entreprises européennes. Dans la continuité de l'initiative CASSINI, l'accélération du développement du capital risque pourrait être envisagé pour accroître les investissements à la fois publics et privés dans les jeunes entreprises prometteuses européennes. La création d'un comité consultatif réunissant les acteurs institutionnels, les constructeurs historiques et les nouveaux entrants pourrait également être bénéfique pour coordonner les investissements dans ce secteur.

Les pouvoirs publics doivent également garantir à ces entreprises des opportunités de démonstration en orbite qui constitue une étape cruciale du développement de nombreux projets dans ce domaine. S'il existe une initiative européenne (In-Orbit Demonstration and Validation initiative) qui a permis un premier lancement en septembre 2020, il convient d'en étendre le périmètre et d'en multiplier les bénéficiaires. La modernisation de la commande publique est également un levier important. Il s'agit d'exploiter les marchés publics pour stimuler la concurrence et favoriser l'émergence de nouveaux acteurs.

Une réflexion sur les modalités de production apparaît également nécessaire. L'intégration verticale choisie par Space X est une des raisons de son succès. Le principe du retour géographique imposé par l'ESA n'est plus adapté à la concurrence qui s'est imposée dans ce secteur.

Pour mener à bien ces transformations dans le domaine spatial, une meilleure gestion des débris spatiaux est fondamentale. Avec 300 millions de débris en orbite recensés par l'ESA à la fin de

l'année 2021, l'intensification de l'exploitation de l'espace n'est pas soutenable à moyen et long termes. Ce défi est avant tout réglementaire. Il apparaît nécessaire de contraindre les opérateurs à prévoir une réserve de carburant pour désorbiter leurs satellites en fin de vie. Cette réglementation pourrait être combinée à une obligation pour les opérateurs qui auraient échoué à désorbiter leur satellites de couvrir les coûts d'une mission de capture de leurs satellites devenus inopérants.



L'ensemble de ces innovations doivent être pensées pour un usage dual, à la fois militaire et civil. L'espace représente le théâtre par excellence de la confrontation entre les principales puissances. L'espace est aujourd'hui marqué par une dynamique d'arsenalisation marquée par la propension des puissances spatiales à déployer de systèmes d'armes à la fois au sol et dans l'espace capables de mettre en danger les infrastructures spatiales de leurs concurrents. Dans ce contexte, il est essentiel que les innovations dans le domaine spatial prennent en compte les intérêts militaires. Les besoins de la défense être intégrées dès leur conception ce qui suppose une coopération étroite entre les Etats majors et les industriels, y compris les nouveaux acteurs qui ont émergé ces dernières années ou seront amenées à émerger dans les prochaines années. La Stratégie spatiale de défense (SSD) française dévoilée par le ministère des Armées en 2019 indique que les armées françaises devront « tirer parti des ruptures technologiques

et d'usage du New Space » et souligne que « le recours à des constellations de petits satellites permettra d'améliorer nos capacités militaires et notre résilience dans les domaines de l'observation, des télécommunications et de la surveillance spatiale ». Dans cette optique, il pourrait par exemple être pertinent que certains satellites de la constellation de connectivité sécurisée envisagée par la Commission soient équipés de moyens de surveillance de l'environnement spatial.



CONCLUSION

L'industrie aérospatiale est traversée par de profondes dynamiques de transformation. Ces lignes de faille représentent des défis majeurs mais également des opportunités de développement.

L'objectif zéro émission nette à horizon 2050 est un défi immense pour le secteur aérospatial. Une coordination efficace des pouvoirs publics, des compagnies aériennes et des avionneurs est nécessaire pour exploiter dans les meilleurs délais et à leur plein potentiel les pistes qui s'ouvrent à eux : renouvellement des flottes, introduction des carburants durables, développement de l'avion de demain.

La numérisation des processus de production est amenée à révolutionner l'industrie. Si les poids lourds du secteur semble avoir entamé ce virage, les concours financiers et réglementaires des pouvoirs publics sont indispensables pour que ces transformations permettent un effet d'entraînement des PME et ETI dont la pérennité est indispensable à la croissance du secteur.

Dans le secteur spatial, les acteurs européens doivent modifier leur logiciel pour favoriser

l'émergence de nouveaux acteurs non étatiques et prendre avantage de la dynamique impulsée par l'émergence du New Space aux Etats-Unis.

Ces transformations marquent également le pendant militaire hautement stratégique du secteur aérospatiale. La maîtrise de la donnée est au cœur de la constitution de systèmes de systèmes, évolution indispensable pour maintenir la supériorité opérationnelle des armées occidentales sur les théâtres d'opération. Elle est également une étape indispensable pour renforcer l'interopérabilité des armées, en particulier au sein de l'Union européenne, où les initiatives dans ce domaines doivent être renforcer pour diminuer la fragmentation du marché de la défense tout en préservant les acquis technologiques et industriels.

A la sortie de la crise sanitaire, l'industrie aérospatiale semble donc à un tournant de son histoire. Une relation renouvelée entre les pouvoirs publics et les acteurs établis et émergents du secteur est indispensable pour prendre un nouvel envol.



Jules Coeuillet

*2nd year student speaker — ISAE-SUPAERO
2024 Graduation Cohort*

As a committed student, I see the engineer as a key member of our society; during my studies, I have carried this commitment within various student bodies, most recently by representing the ISAE-SUPAERO 2024 graduation cohort alongside Pascal, with whom I have developed a strong friendship and a good working relationship. Today I am president of the ISAE-SUPAERO environmental association, which raises awareness and reflects on the impact of the aeronautics and space industry.

Passionate about European affairs, which are key for understanding the sector, I am very happy to have contributed to the USAIRE Student Awards 2022. At the end of this second year of study, I will be doing an internship at the European Parliament with the vice-president of the Sky and Space Intergroup, where I intend to discover a new scale of engagement and actively contribute, for the rest of my career, to "The future of the relationship between government and aerospace industry".



Pascal Vit

*2nd year student speaker — ISAE-SUPAERO
2024 Graduation Cohort*

Passionate about transportation and particularly aerospace and automotive, I resumed my studies when I turned 26 with a bachelor's degree in physics. Now aged 30, I am studying at ISAE-SUPAERO, European leader in aeronautics and space. I stand as engineering students representative for the Board of Studies and speaker for the 2024 graduation cohort alongside Jules, with whom we became friends in addition to great coworkers. I also take a lot of my time to fight gender-based inequalities doing presentations in middle and high schools, and contribute actively to our social opening program, especially by preparing high school students to an oral contest. Last but not least, I did an internship for a month at a Ferrari dealer as a car mechanic, which I've been learning by myself for the past 5 years. I am now eager to pursue my cursus in strategy, aiming for high responsibility jobs.



Jules Coeuillet

*2nd year student speaker — ISAE-SUPAERO
2024 Graduation Cohort*

As a committed student, I see the engineer as a key member of our society; during my studies, I have carried this commitment within various student bodies, most recently by representing the ISAE-SUPAERO 2024 graduation cohort alongside Pascal, with whom I have developed a strong friendship and a good working relationship. Today I am president of the ISAE-SUPAERO environmental association, which raises awareness and reflects on the impact of the aeronautics and space industry.

Passionate about European affairs, which are key for understanding the sector, I am very happy to have contributed to the USAIRE Student Awards 2022. At the end of this second year of study, I will be doing an internship at the European Parliament with the vice-president of the Sky and Space Intergroup, where I intend to discover a new scale of engagement and actively contribute, for the rest of my career, to "The future of the relationship between government and aerospace industry".



Pascal Vit

*2nd year student speaker — ISAE-SUPAERO
2024 Graduation Cohort*

Passionate about transportation and particularly aerospace and automotive, I resumed my studies when I turned 26 with a bachelor's degree in physics. Now aged 30, I am studying at ISAE-SUPAERO, European leader in aeronautics and space. I stand as engineering students representative for the Board of Studies and speaker for the 2024 graduation cohort alongside Jules, with whom we became friends in addition to great coworkers. I also take a lot of my time to fight gender-based inequalities doing presentations in middle and high schools, and contribute actively to our social opening program, especially by preparing high school students to an oral contest. Last but not least, I did an internship for a month at a Ferrari dealer as a car mechanic, which I've been learning by myself for the past 5 years. I am now eager to pursue my cursus in strategy, aiming for high responsibility jobs.

A decorative ribbon with the colors of the USA flag (red, white, and blue) and yellow stars, curving across the top of the page.

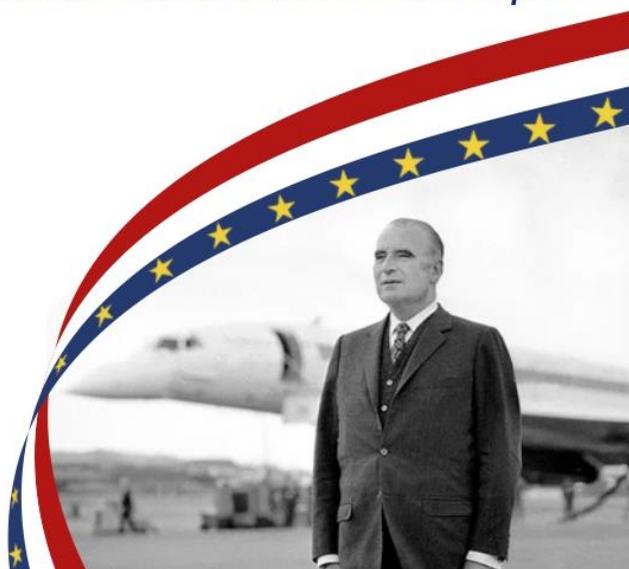
USAIRE STUDENT AWARDS

2022

LE FUTUR DES RELATIONS GOUVERNEMENTALES AVEC L'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE ET SPATIALE

*De la R&T aux opérations, l'émergence de nouveaux
financements, contrats et modèles économiques*

Jules Coeuillet
Pascal Vit





Georges Pompidou pose devant le Concorde, icône d'une logique d'arsenal de coopération entre gouvernement et industrie.

Introduction

Fleuron technologique mondial et, *de facto*, mondialisé, l'industrie aérospatiale doit composer avec un nombre particulièrement important d'externalités. Alors que les regards se tournent vers les disruptions technologiques dont elle est historiquement porteuse et qui seront nécessaires pour répondre au défi climatique, il paraît important de ne négliger aucun des autres moteurs de changement qui façonneront l'industrie de demain.

Au premier rang d'entre eux, les professionnels du secteur identifient le paysage géopolitique et les relations avec les gouvernements comme les vrais facteurs de transformation de l'industrie aérospatiale de demain. Plus qu'un simple facteur comme les autres, les relations avec le gouvernement trouvent toute leur complexité dans la singularité du rôle de l'État, à la fois client, régulateur et maître d'ouvrage. Si la coopération entre État et Industrie ravive encore dans les mémoires le souvenir du Concorde, elle s'est illustrée plus récemment par le soutien aux grands acteurs à la suite de la crise sanitaire.

À contrario, l'industrie aérospatiale présente ses propres singularités. Historiquement séparée entre militaire et civile, le rôle de l'État reste à définir alors que cette notion est mise à mal par la multiplication de technologies dual-use qui redéfinissent ces frontières. L'émergence d'investisseurs privés majeurs soulève des questions similaires. L'histoire qui s'écrira est donc à double sens ; les conséquences de la crise du COVID-19 et de la guerre en Ukraine ont un lourd impact sur l'industrie aérospatiale, qui a à son tour un intérêt stratégique majeur dans la résolution des conflits et l'apparition de nouveaux équilibres géopolitiques. La construction d'une Europe de la défense dans un monde plus polarisé passera par une meilleure harmonisation des normes qui régulent le marché à l'intérieur de cet espace commun, et la capacité des différents acteurs à travailler autour de projets ambitieux et fédérateurs à l'instar du SCAF. Gouvernements et industriels devront tendre vers une plus grande compréhension des délais inhérents à chacun, entre des nécessités politiques à plus ou moins court terme et de nécessaires délais d'innovation technologique.

Le futur des relations entre gouvernement et industrie aérospatiale devra tendre vers une réduction de ces délais, un appui législatif et financier solide, et une industrie forte.

Sommaire

Introduction

I. L'état, charpente historique d'un édifice industriel en transformation

- 1.1. Les gouvernements toujours acteurs du changement ?
- 1.2. Une logique de marché qui s'intensifie
- 1.3. Les gouvernements, incontournables acteurs face au réchauffement climatique
- 1.4. Quelles relations avec les industries pour les écoles du futur ?

II. Le rôle de l'État dans une industrie moins cloisonnée

- 2.1. Une distinction civile militaire toujours pertinente ?
- 2.2. De nouvelles coopérations tout au long de la *supply chain*
- 2.3. Repenser la maintenance en condition opérationnelle
- 2.4. Reconnecter les différents échelons de l'entreprise

III. Enjeux de souveraineté ; vers un ciel ouvert ou un espace fragmenté ?

- 3.1. Les enjeux de l'ouverture de l'espace aérien
- 3.2. La souveraineté dans un marché global
- 3.3. L'Espace, plus que jamais enjeu de souveraineté

Conclusion

Bibliographie



I. L'État, charpente historique d'un édifice industriel en transformation

L'industrie aéronautique naissante au XXe siècle a pu bénéficier de l'appui de gouvernements interventionnistes, et a été sollicitée pendant les conflits majeurs par les États belligérants, à l'issue desquels la convention de Chicago consacre l'aviation comme un moyen d'assurer la paix à l'échelle mondiale. Alors que les relations entre les deux partis prolongent aujourd'hui des tendances historiques, de nouveaux défis apparaissent.

1.1. Les gouvernements toujours acteurs du changement ?

L'aspect éminemment sociétal de nombreuses problématiques émergentes et le caractère international de nombreuses supply chains de l'industrie maintiennent aujourd'hui les questions politiques comme les principaux moteurs de changement aux yeux des professionnels de l'industrie ; parmi les 13 moteurs de changement identifiés par l'IATA (cf fig. 1), le climat géopolitique, les normes internationales, l'intégration dans la supply chain ou encore les tensions autour de l'augmentation des flux de données sont autant de problématiques qui nécessiteront à l'avenir une coopération continue entre gouvernements et industrie.

Un climat géopolitique en tension, avec l'émergence de nouveaux conflits (en Ukraine, aux portes de l'Europe) renforce un désir de souveraineté économique, énergétique et industrielle pour les États, qui auront tout autant d'intérêt à maintenir un dialogue avec leurs industries aérospatiales. Ce que le directeur de la stratégie d'Airbus résumait déjà il y a quelques années résonne particulièrement aujourd'hui :

“Les États auront toujours quelque chose à dire, parce que nous sommes des industries stratégiques pour leur sécurité”

Marwan Lahoud, ancien Directeur Général de la stratégie d'Airbus

1.2. Une logique financière qui s'intensifie

Ces relations entre gouvernement et industrie aéronautique se sont longtemps inscrites dans une logique *d'arsenal*, où la priorité était à l'innovation avec un fort soutien de l'État, qui voulait se placer aux premières lignes de cette "frontière technologique". Si la récente crise du Covid-19 a rappelé une certaine politique du "quoi qu'il en coûte", avec des plans de soutien historiques (15 milliards d'euros attribués sous différentes formes au secteur en France [2]), elle doit être remise dans un contexte de récession globale exceptionnel [3].

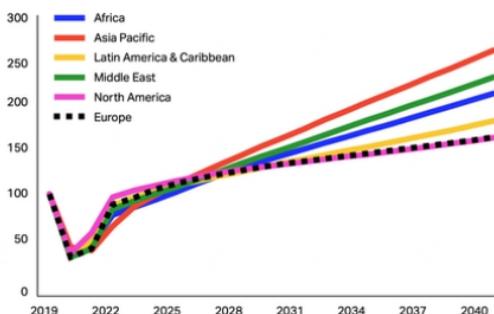


Fig. 2 : Nombre de passagers estimés par année, indexé par rapport à 2019. [4]

Ainsi, le seul marché en Asie-Pacifique devrait amener à lui seul 2,5 milliards de passagers annuels d'ici 2040, un marché évalué à 6,8 trilliards de dollars par Boeing [5]. Ce nouveau marché sera partagé entre Boeing, Airbus et Comac, et la répartition pourrait être grandement influencée par des facteurs politiques ; le C919, concurrent direct de l'A320Neo et du 737, sur le point d'être certifié en Chine [6], accumule un retard conséquent auprès des agences de sûreté européenne et américaine [7]. Pour répondre à la forte demande en attendant l'aéronef local, la Chine a accordé la priorité aux Européens en passant commande de 292 A320 Neo, non équilibrée par une commande chez Boeing comme de coutume jusque-là [8]. Les tensions politiques entre les États-Unis et la Chine peuvent expliquer cette nouvelle tendance et en annoncer d'autres, illustrant ainsi le poids du paysage géopolitique dans le marché du futur.

1.3. Les gouvernements, incontournables acteurs face au défi climatique

L'aviation, responsable de 2% des émissions de GES à l'échelle mondiale, reste l'objet de nombreux débats parmi les citoyens. Pour répondre aux inquiétudes d'un électorat de plus en plus intéressé par les questions climatiques, les gouvernements portent des politiques environnementales qui auront un impact sur le secteur, alors que celui-ci poursuit d'ambitieux efforts de décarbonation en misant notamment sur des technologies disruptives.

Les deux acteurs contribuent à établir un cadre législatif visant à la réduction des émissions en évitant toute distorsion de concurrence. Des solutions proposées par les gouvernements, à l'instar du système de marché carbone européen EU-ETS, ont fait l'objet de nombreuses controverses parmi les autres États et industriels. Après l'obligation instaurée par l'UE d'y inclure les émissions carbone effectuées sur toute la longueur des trajets qui l'avaient pour destination et de nombreux débats en justice, l'OACI a décidé la création d'un Haut groupe sur le changement climatique et d'un système de comptabilité carbone.

En contrepartie, la décision de l'UE d'exclure les émissions des vols internationaux de son marché carbone (la politique "Stop the clock") a marqué un tournant, prolongé plus récemment par une proposition de la Commission d'intégrer le programme CORSIA dans la législation européenne.

Des résultats du programme CORSIA jugés trop faibles par l'UE pourraient entraîner de nouvelles discussions sur les vols internationaux dans le système EU-ETS, alors qu'un succès du programme pourrait favoriser l'intégration de ses mesures dans la législation de l'union. Dans les deux cas, l'OACI et son Haut groupe sur le changement climatique devront jouer les médiateurs pour éviter les controverses précédentes.

Proposition n°1 :

Le Haut Groupe sur le changement climatique et l'OACI devront discuter plus avant du futur des politiques environnementales au sein des États. Les acteurs réunis lors du sommet de 2022 auront à discuter d'évolutions de l'annexe 16 de la convention de Chicago pour mener une politique ambitieuse de décarbonation du secteur.

1.4. Quelle relation avec les industries pour les écoles du futur ?

Pour faire face à ces problématiques, l'industrie recrute de jeunes étudiants de grandes écoles d'ingénieur, sensibilisés aux différents enjeux techniques et environnementaux auxquels elle devra faire face. Afin de préparer les prochaines générations à répondre à ces défis, les gouvernements ont un rôle à jouer dans la formation des ingénieurs, techniciens, chercheurs et ouvriers de la filière. Dans le secteur aérospatial, les États-Unis ont annoncé leur intention de financer particulièrement les formations STEM² afin d'ouvrir le secteur spatial à une plus grande diversité d'étudiants [9]. Dans le même temps, l'Union Européenne entend maintenir de grands pôles de formations capables de se distinguer à l'échelle mondiale à travers son initiative "Universités européennes" en permettant à différentes écoles supérieures de proposer des parcours de formations transnationaux et transdisciplinaires [10] ; le projet "UniversEH" (European Space University for Earth and Humanity) entend ainsi réunir 5 universités européennes majeures pour créer un parcours d'études combinant un aspect scientifique, technique mais aussi culturel sur les enjeux liés au domaine spatial. Dans toutes ces formations, un lien important avec les entreprises doit être maintenu pour rester proche des réalités du secteur.

Proposition n°2 :

Renforcer les politiques de chaire industrielle dans le domaine aéronautique et spatial en associant les acteurs industriels à la création ou aux renforcements de pôles majeurs de formation.



Les futures chaires industrielles pourraient être consacrées à des sujets de recherche à bas ou moyen niveau de maturité technologique ; des recherches sur les safe aviation fuel entre industrie et universités pourraient accélérer leur maturation. L'utilisation croissante de l'hydrogène comme carburant poussée notamment par Airbus entraîne un lot de défis techniques dont des solutions innovantes peuvent émerger de tels partenariats. Les contraintes d'étanchéité propres à ce carburant font déjà l'objet de recherches approfondies, alors que l'ouverture de la chaire "Aeroseal", regroupant notamment l'industriel Safran avec le CNRS, s'y intéressera particulièrement.

Les initiatives étudiantes et le mécénat d'entreprise

Au sein de ces universités de demain, les industriels gagneront à soutenir les initiatives étudiantes à travers un appui financier et un partage de compétences techniques. Ceux-ci permettent de mobiliser les étudiants autour des enjeux futurs ; l'aviation à hydrogène avec le défi Mermoz, ou encore le transport civil spatial avec le *Student Aerospace Challenge*.

II. Le rôle de l'État dans une industrie moins cloisonnée

Le nouveau paysage géopolitique en évolution permanente et la fin d'une logique de duopole font apparaître une industrie nouvelle. L'ouverture est ici double ; moins cloisonnée entre ses tenantes civile, militaire et spatiale d'une part, elle devient d'autre part plus perméable aux investisseurs privés qui prennent de l'importance.

2.1. Une distinction civile militaire toujours pertinente ?

Le tissu industriel est historiquement séparé entre civil et militaire ; si des acteurs comme Dassault en France ont un poids conséquent dans les deux domaines, ces derniers opèrent cependant comme deux vases communicants certes, mais cloisonnés. Le nombre croissant de technologies dual-use et l'augmentation de *spin-ins* comme de *spin-offs*³ rendent questionnable cette frontière sur le long terme.

³ On entend par *spin-in* l'application d'une technologie issue du domaine civil dans le domaine militaire, et de *spin-off* pour les technologies qui suivent le chemin inverse.

Le rôle des instances de gouvernance est ici d'autant plus critique que les technologies qui percolent sont de plus en plus critiques; l'internet ou la ceinture à trois points d'attache des voitures se sont durablement installés dans le paysage civil après avoir été inventés pour une utilisation militaire. Les technologies *dual-use* de demain porteront sur l'utilisation des drones, la gestion de flux de données sensibles ou encore la cybercriminalité et posent des problèmes sociétaux directs et conséquents.

Face aux opportunités et aux risques portés par ces innovations, les gouvernements doivent anticiper les transferts de technologie, dans un double intérêt : du militaire au civil pour garantir la sûreté des passagers et rassurer un public regardant sur ces questions, et du civil au militaire pour assurer le secret des armées et leur avantage technologique.

L'Union Européenne s'attache à répondre à de tels enjeux avec son plan d'action Three point belt [11], mais doit s'atteler à développer le cadre législatif pour encadrer les conséquences sociétales de ces perméabilités technologiques.

Proposition n°3 :

Les technologies dual-use doivent bénéficier d'une attention accrue des gouvernements, en intégrant leur veille aux prérogatives du ministère des armées. Les différents organes légiférants doivent encadrer l'utilisation de technologies militaires dans les opérations civiles en dialoguant avec les industriels sur la sécurisation des données.

Aux questions légales s'ajoutent les modalités financières ; si la tendance à l'atténuation de la frontière entre civil et militaire se poursuit, les soutiens en R&T à l'industrie devront prendre garde à ne pas être captés par l'une ou l'autre des applications du secteur.

Proposition n°4 :

Les fonds de soutien en R&T doivent supporter les projets qui pourraient avoir des applications dual-use tout en maintenant un versement fléché et réparti en fonction des spécificités des domaines civils, militaires et spatiaux. Aux échelles régionales, une forte coopération entre les différents institutions (EDA, programme Horizon Europe) permettra d'observer un principe de non-subsidiarité tout en garantissant à chaque acteur de l'industrie, PME comme grand groupe, le droit à un soutien en R&T.

2.2. De nouvelles coopérations tout au long de la supply chain

Alors que la frontière entre civil et militaire se brouille, les gouvernements gagneront à soutenir l'industrie dans des domaines qui profiteront à plusieurs applications. Au cœur de la production et des tensions dues à des échelles de temps différentes, entre des gouvernements qui veulent se donner de technologies militaires rapidement et de nécessaires délais de production industriels, la supply chain et le rôle du gouvernement devront être repensés.

Dans l'aviation civile, alors que le monde se polarise autour de trois acteurs majeurs et émergents (les États-Unis avec Boeing, l'Europe avec Airbus et l'essor de Comac en Chine), les chaînes de production seront toujours plus ouvertes, tout du moins au sein de marchés communs dans lesquels la concurrence des prix trouvera un compromis avec une volonté de souveraineté.

Ces derniers seront plus élevés encore dans l'aviation militaire, alors que les crises géopolitiques comme la guerre en Ukraine ravive la volonté de créer des corps de défense communs (l'émergence d'une Europe de la défense). Dans ce cas, la mise en commun du marché sera contrebalancée par d'importants enjeux d'indépendance.

L'usine numérique

Pour réduire les durées inhérentes aux processus industriels dans une supply chain internationale, les OEM devront prendre pleinement parti de la révolution numérique ; dans les domaines civil comme militaire, l'usine du futur devra être numérique, grâce à des projets comme la plate-forme 3DExperience de Dassault [12].

Dans le domaine militaire, une attention particulière devrait être portée à la numérisation des procédés de MCO pour ne pas décrocher des standards de la MRO civile, bien plus élevés. La DMAé prévoit l'implémentation du système Brasidas [13], qui devra offrir l'information nécessaire en remplacement des nombreux systèmes en place.

L'usine intelligente

Si ce progrès du numérique semble plus le fait des entreprises, avec le soutien financier nécessaire des gouvernements mentionné plus haut, la question de l'usine intelligente semble appeler à plus de cadre légal. La croissance du secteur aérien se traduira avant tout par une croissance des flux (de marchandises, de produits, et d'informations). Équipée des bonnes ressources technologiques, les usines pourront prévoir leurs temps de maintenance, d'interruptions, et adapter la gestion de chaque pièce qui arrive. La politique de retour géographique en vigueur implique une grande dispersion des pièces secondaires ; l'utilisation de la géolocalisation devra permettre d'optimiser cette gestion des flux.

Proposition n°5:

Accélérer le train législatif portant sur l'encadrement des transferts de données au sein de marchés communs.

2.3. Repenser la maintenance en condition opérationnelle

La maintenance en condition opérationnelle (MCO) dans le domaine militaire constitue un cas d'étude récent de relations fructueuses entre gouvernement et industrie. Alors que la filière souffrait d'une dispersion trop grande entre différents acteurs au sein desquels se diluait la responsabilité, l'État français a décidé la création de la Direction de la Maintenance Aéronautique (DMAé).

Si le rattachement de cette direction auprès du chef d'état-major des armées marque un symbole fort, la réelle innovation a consisté en la verticalisation des contrats entre acteurs publics et privés. La verticalisation des contrats a d'ores-et-déjà démontré des résultats probants, avec, dans les meilleurs cas, un doublement des heures de vol effectuées (Cougar) (cf fig. 3).



Fig. 3 : Chiffres disponibles du premier bilan de la Direction de la Maintenance Aéronautique. [14]

La simplification des procédés, avec une firme-pivot qui fait office de tête de pont, a permis une meilleure organisation des opérations de maintenance en laissant aux industriels la durée et les moyens nécessaires pour organiser le secteur. Ce modèle d'organisation gagnerait à être employé dans le versant civil ; les opérations de MRO gagneront à être organisées dès la conception des pièces dans l'usine intelligente de demain. Alors que les OEM⁴ souhaitent étendre leur rôle dans la supply chain en captant des contrats de maintenance, le secteur pourrait s'organiser autour de firmes disposant d'un contrat long et des moyens d'organiser les tâches de maintenance entre différents sous-traitants. Les contrats, qui s'établissent le plus souvent sur la base du calcul des heures de vol prévisionnelles, pourraient à l'avenir laisser d'avantage place à un calcul sur la base du nombre d'heures de vol "gagnées" alors que les données massives issues des aéronefs et l'appréhension de celles-ci (via des expertises de big data acquises par les prestataires) permettront d'estimer plus précisément les maintenances à réaliser.

Proposition n°6:

Les contrats de MRO devraient à l'avenir inclure un engagement d'analyse de la part des fournisseurs de service afin d'analyser à l'avance les besoins de maintenance et permettre une meilleure gestion des opérations.

2.4. Reconnecter les différents échelons de l'entreprise

Le facteur humain ne devra pas être remplacé par une gestion du *big data*. En fin de la chaîne de valeur, il est nécessaire que les techniciens de maintenance aient une connaissance accrue des enjeux de leurs tâches et des causes de ces opérations.

Dans le domaine militaire, la verticalisation des contrats doit aller de concert avec plus d'horizontalité entre les ingénieurs aéronautiques, les forces armées qui pilotent les aéronefs et les techniciens en charge de leur maintenance. Les relations proches entre État et industrie portent pourtant les clés pour instaurer ce rapport horizontal. Les théâtres d'opérations où acteurs civils et militaires coopèrent déjà, comme les interventions en Afrique.

Dans ce contexte précis, les ingénieurs industriels pourraient travailler périodiquement sur les bases avec les techniciens de maintenance et les pilotes. La MCO pourrait être ainsi l'occasion pour l'industrie d'introduire une plus grande coopération entre les différents échelons décisionnels qu'elle pourrait ainsi reproduire dans d'autres de ses domaines d'activité.

⁴ *Original Element Manufacturers, les OEM sont chargés de la production des pièces détachées lorsque celle-ci est sous-traitée*



Proposition n°7 :

Proposer des stages périodiques au sein d'équipes de terrain aux directeurs et ingénieurs, afin d'améliorer dès la phase de conception la maintenance en condition opérationnelle des futurs appareils. Une telle initiative permettrait de remarquer et donc de corriger des dysfonctionnements qui existent ou d'améliorer des procédés qui présentent des lacunes.

III. Enjeux de souveraineté : vers un ciel ouvert ou des espaces fragmentés ?

L'industrie aérospatiale est singulière dans la dimension sociétale qu'elle se donne ; la convention de Chicago en fait un véritable lien entre les peuples au service de la paix entre les nations. Dans une société traversée par des crises géopolitiques de plus en plus complexes, l'ouverture de l'espace aérien reste une avancée symbolique aussi importante qu'incertaine. Les industries du futur auront à composer avec des velléités de souveraineté des gouvernements, qui auront des conséquences dans les activités civiles, militaires et spatiales.

3.1. Les enjeux de l'ouverture de l'espace aérien

Au-delà de son rôle symbolique, l'ouverture de l'espace aérien et la création d'un espace commun soulèvent des questions juridiques importantes mais profitent au transport civil comme à la réduction de l'empreinte carbone du secteur. À ce titre, elles constituent un sujet majeur de gouvernance internationale.

Un levier environnemental prôné par les États et profitable au transport

Si la décarbonation du secteur aérien repose sur des technologies disruptives et l'utilisation de carburants alternatifs moins émetteurs, les leviers opérationnels devraient pouvoir contribuer à réduire de 10% les émissions du secteur. La gestion des espaces et du trafic aérien (ATM) permet donc une réduction des émissions et une décongestion du trafic adaptée à sa croissance.

Des programmes intergouvernementaux en ont fait une cible prioritaire ; aux États-Unis, NextGen assure avoir évité l'émission de 8.9 millions de tonnes de CO₂ [14] en renforçant les procédures de descente en palier continu et les communications radios avec les tours de contrôle.

En Europe, l'ambition est affichée de créer un espace aérien libéré des frontières avec le programme SESAR (Single European Sky ATM Research). Avec l'ambition de réduire de 10% les émissions de gaz à effet de serre du trafic aérien, le programme indique par exemple que les trajets à l'intérieur de l'UE sont plus longs que nécessaire de 49km en moyenne dû au morcellement de l'espace aérien [15].

L'ouverture de l'espace aérien à des échelles plus grandes encore permettrait une réduction conséquente des gaz à effets de serre, mais est compromise par une augmentation des conflits. En février 2022, alors que la Russie envahit l'Ukraine, l'espace aérien au-dessus du territoire est fermé par mesure de sécurité. En riposte, 40 États décident de fermer leur espace aérien en provenance et à destination de la Russie [4]. L'autorisation de survol du territoire reste un droit souverain des États et peut dès lors devenir un outil politique, ce qui pourra compromettre des efforts d'ouverture à l'avenir.

Proposition n°8 :

L'OACI doit mener les discussions pour une ouverture élargie de l'espace aérien. À l'avenir, une attention particulière devra être portée à l'impact sur le management du trafic aérien des fermetures de l'espace aérien qui pourraient subvenir en cas de crises.

D'autres politiques de créneaux de vols devront être revues par les corps gouvernants ; les vols à vides de certaines compagnies aériennes souhaitant conserver des créneaux horaires en raison de politiques inadaptées ont contribué à décrédibiliser les efforts de décarbonation du secteur pendant la crise du Covid, alors que la Commission Européenne a mis un temps important à mettre en pause cette politique. Celle-ci devront être revues afin d'accorder la priorité à un taux de remplissage élevé, alors que l'urgence climatique est certaine.

3.2. La souveraineté dans un marché global

Dans une logique financière d'augmentation des bénéfices et de réduction des coûts, de grands groupes internationaux ont recours à la délocalisation, dans les limites de la politique de retour géographique souhaitée par les États. Celle-ci entraîne la formation naturelle de clusters (à Toulouse, Hambourg...) qui permettent une meilleure coordination par la proximité des infrastructures et des industries. L'internationalisation des supply chains évoquée plus haut entraîne cependant des délocalisations vers des lieux où les ressources et/ou la main d'œuvre ont un moindre coût.

À l'avenir, l'internationalisation de la supply chain pourrait cependant être façonnée par un protectionnisme grandissant de grands acteurs. Sur le marché asiatique, la montée en compétences de la Chine et l'organisation d'une supply chain plus régionale pourrait conduire à la production d'un C919 moins dépendante des importations européennes. Aux États-Unis, le renforcement du Buy American Act [16] marque une ambition similaire qui aura des conséquences plus grandes dans le domaine spatial, la NASA étant une agence fédérale.

Les enjeux de souveraineté dans la supply chain pourraient être cristallisés dans des pièces clés de l'avionique ; la récente pénurie de semi-conducteurs et le plan européen de relance ad hoc [17] pourront refaçonner les importations des sous-traitants du secteur.

3.3. L'Espace, plus que jamais enjeu de souveraineté

L'Espace est historiquement un enjeu politique majeur ; sa force symbolique et son statut de frontière technologique en font un objectif important de souveraineté. Alors que la victoire de la "Guerre des Étoiles" des États-Unis sur l'URSS a marqué un tournant de la Guerre Froide, l'Espace revient aujourd'hui au centre des discussions. Le phénomène est renforcé par l'intérêt stratégique sans précédent qu'a acquis l'accès aux satellites, dans les domaines civils comme militaires.

Les télécommunications

Ce fût donc sans surprise que la souveraineté spatiale ait été un enjeu majeur de la présidence française de l'Union Européenne. Dans un sommet informel sur l'Espace organisé en février 2022 à Toulouse, Emmanuel Macron a ainsi déclaré ;

"Sans souveraineté de l'espace, pas de souveraineté industrielle et économique."

Emmanuel Macron, au Sommet sur l'Espace de Toulouse

L'accès à un réseau sécurisé et fiable est un enjeu d'autant plus fort pour l'industrie que l'augmentation des flux de données et leur bonne gestion deviendront un impératif de l'industrie du futur. À ce titre, l'initiative du projet de constellation européenne de télécommunication "Connectivity" est éloquent, en dotant l'Europe de satellites assurant une souveraineté du continent.

Aux États-Unis, les constellations *Starlink* de *SpaceX* en sont l'illustration parfaite, avec une importance stratégique dans les périodes de crise (Elon Musk les a ainsi rapidement mises à disposition de l'Ukraine alors que les bombes russes mettaient à mal le réseau sur le territoire). Ils cristallisent aussi des tensions géopolitiques ; la Chine se tient ainsi prête à détruire ces constellations de satellites en cas de conflit armé [18].



Emmanuel Macron présentant ses vœux aux armées, le 16 janvier 2020.

Conclusion

Consacrée par la convention de Chicago comme un moyen de créer et de préserver entre les nations et les peuples du monde l'amitié et la compréhension, l'aviation civile devra continuer sa mission en menant de front la bataille climatique et les défis du XXI^e siècle. Alors que la frontière avec le versant militaire se brouille, elle devra compter sur l'appui des gouvernements pour développer un cadre législatif adapté et maintenir un soutien financier nécessaire.

Sur la scène internationale, le secteur aéronautique devra composer avec des tensions géopolitiques et des velléités de souveraineté croissantes de la part des États. L'essor de nouvelles politiques de défense, avec une volonté européenne de développer une défense commune, constituera un défi que l'industrie devra relever en s'appuyant sur des technologies nouvelles et en tirant profit du *big data*, alors que les avions enregistrent toujours plus de données.

Cette réalité sera renforcée par une croissance maintenue de la demande dans le transport civil, qui retrouvera son niveau d'avant la crise en 2024. D'ici à 2040, le nombre de passagers annuel aura doublé au niveau mondial, avec une croissance particulièrement importante dans le marché Asie-Pacifique.

L'essor de l'Asie ne se mesurera cependant pas qu'en nombre de passagers, avec l'émergence de la Chine sur le plus long terme qui pourrait bousculer le duopole Boeing / Airbus. Si le moyen-courrier du constructeur est proche d'obtenir sa certification sur le marché chinois, il tardera vraisemblablement à s'implanter sur les marchés européen et américain où il n'est pas encore certifié. Des motifs politiques, dans un contexte toujours tendu avec les États-Unis, pourraient entraîner un retard encore plus important.

Ainsi, malgré le passage à une logique financière qui marque une moindre intervention des gouvernements, l'aéronautique reste, sinon une affaire d'État, du moins une affaire d'États. Les coopérations gouvernement-industrie resteront fortes et illustrées par des liens renforcés dans le domaine de la maintenance en condition opérationnelle.

Les États pourraient enfin se montrer plus interventionnistes dans le domaine spatial alors que la souveraineté qu'assurent les déploiements des constellations de satellites cristallisent des enjeux stratégiques majeurs.



Clara Sicard-Benmedjahed

As an engineering student at Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, I chose to major in Economics & Finance. Currently in a professional gap-year, I am now an Intern Analyst at Meridiam, a private investment fund, where I support the team in the development and asset management of long-term infrastructures projects. I consider infrastructures -including aerospace ones- as strong drivers of development and economic growth, with a direct environmental and social impact, and essential public-private collaborations. 2022's USAIRE Student Awards topic was for me a great opportunity to analyse aerospace, with its geopolitical, economic, and technological implications and, above all, its challenges for the future from a business/economic point of view.



Maximilien Hebey

Flying... One of humanity's craziest dream. This became reality a century ago, opening new frontiers including towards outer space. Airplanes, helicopters, rockets and other space shuttles have always fascinated me, as I see them as one of the most beautiful expression of our creativity, intelligence and craftsmanship. My fascination turned into a passion almost three years ago when I entered Ecole Polytechnique, after two years of preparatory school at Sainte-Geneviève. During my mandatory military service at Ecole Polytechnique I became a French Air and Space Force officer at Salon de Provence. I then chose to major in aerodynamics during my following two years as an engineering student. My recent three-month internship at the flight test division at Dassault aviation in Merignac was an enlightening experience. It further strengthened my commitment to work in aerospace-related fields. Being part of the 2022 USAIRE Students Awards contest was a great honor.

Clara Sicard Benmedjahed

Maximilien Hebey

PENSER AUJOURD'HUI L'ESPACE DE DEMAIN

*The Future of Industry to Government Relationships in Civil
and Defence Aerospace*



© NASA

Usaire Student Awards 2022

SOMMAIRE

Avant-propos

I. Le privé et la recherche d'une libéralisation soutenue par la puissance publique

1. Analyse du marché
2. Développement du projet

II. Les états, entre bénéfiques et problèmes de souveraineté

1. La puissance publique tire profit de cette collaboration public-privé
2. Un conflit avec la question de la souveraineté des états dans un espace de plus en plus militarisé

III. La régulation comme outil médiateur

1. Pourquoi réguler le secteur ?
2. Tour d'horizon de la situation actuelle
3. Nos propositions

Conclusion

Un résumé

Bibliographie

Avant-propos

12 juillet 2022. Il suffit de voir l'engouement autour de la publication des premières photographies du télescope spatial James Webb (abrégé en JWST) pour comprendre l'importance et la fascination encore bien présentes pour l'espace dans la culture populaire. Mais le JWST est un exemple à plus d'un titre. Fruit d'une collaboration de près de 30 ans (premières esquisses en 1989) entre la NASA, l'ESA et l'ASC – le programme spatial canadien – et avec la participation de nombreuses entreprises à travers le monde comme Northrop Grumman, Airbus, Honeywell ou Arianespace, le télescope illustre parfaitement les dynamiques du secteur aérospatial. Un secteur complexe, de plus en plus international, coût-

teux tant financièrement (le coût de fabrication du JWST seul est chiffré à 10 milliards de dollars) qu'en temps de développement et de construction. Et surtout, un secteur où la collaboration entre états et industries est de plus en plus présente. Mais celle-ci n'en est encore qu'à son balbutiement, et elle semble amenée à croître considérablement dans les années à venir. Parallèlement, une militarisation de l'espace semble de plus en plus d'actualité, constituant une entrave majeure à l'internationalisation de telles relations états-industries. Quel est alors le futur de ces relations dans le domaine de l'aérospatiale civile et militaire ? Abordons cette question au travers d'un prisme suggéré par l'IFRI dans son récent rapport *Crowded and Dangerous Orbits : European Space Governance at a Time*

of *Potentially Saturating Programs*. L'institut français y cerne les trois caractéristiques majeures du secteur aérospatial, regroupées sous l'appellation « 3C » :

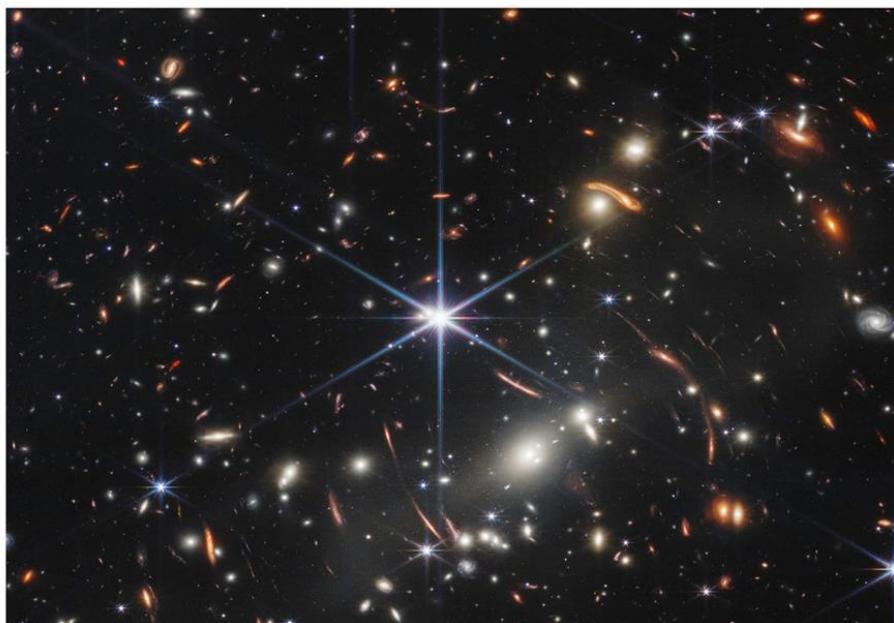
- **Un secteur compétitif** : l'activité mondiale est de plus en plus intense, et le domaine s'ouvre de plus en plus aux acteurs privés. La libéralisation du secteur passe alors, de par le budget, les infrastructures et les connaissances requises, par une collaboration étroite avec les acteurs publics et donc les états. De leur côté, ceux-ci tirent de nombreux avantages de cette collaboration : rayonnement, emploi, attractivité entre autres.

- **Un secteur contesté** : les tensions autour du domaine spatial n'ont jamais été aussi importantes comme le souligne la création de nombreuses entités militaires focalisées sur l'espace à travers le monde. Ces tensions

semblent à même de mettre en péril les relations entre états et industries au niveau international, dans un secteur aussi critique technologiquement et financièrement.

- **Un secteur congestionné** : aujourd'hui l'espace n'a jamais été aussi encombré, ni les débris spatiaux et éléments hors de contrôle aussi importants. L'activité spatiale semble se développer de manière erratique, sans collaboration internationale et sans régulation saine, entravant le développement futur du secteur. Il convient donc aux états et aux industries de s'accorder sur une législation claire encadrant l'exploration et l'exploitation de l'espace.

Ces trois points illustrent les trois parties que nous développerons dans ce rapport.



Première image de l'amas de galaxies SMACS 0723 prise par le télescope James-Webb et dévoilée le 11 juillet 2022 (détail) © NASA

I. Le privé et la recherche d'une libéralisation soutenue par la puissance publique

Imaginons. Mettons-nous dans la peau d'un acteur industriel privé. Appelons-le la UA Corp. Il y a cette idée, que vous avez eue. Un projet innovant, révolutionnaire. Mais seulement voilà, entre l'idée et la réalisation, dans un secteur aussi concurrentiel que l'aérospatial, il y a un grand pas que nous franchirons ensemble dans cette partie. Détaillons une par une les étapes, en soulignant à chaque pas l'intérêt, voire la nécessité, du soutien d'entités publiques.

1. Analyse du marché

Pour développer la UA Corp et son projet, il faut une bonne connaissance du secteur aérospatial, un secteur fortement compétitif, notamment en raison de la multitude d'acteurs qui s'y rassemblent et dont le nombre ne cesse de s'accroître. D'une part, se trouvent les acteurs publics dits « traditionnels » que sont les états participants à la conquête spatiale. En plus de ceux bien établis comme les États-Unis, la Russie ou la France, les nouveaux arrivants se multiplient, au premier rang desquels la Chine, l'Inde ou le Japon. À côté de ces acteurs nationaux, et en raison des enjeux diplomatiques majeurs liés au secteur aérospatial, on retrouve des organisations supranationales comme le Bureau des Affaires Spatiales des Nations Unies ou le Comité des Utilisations Pacifiques de l'Espace Extra-Atmosphérique (O.N.U.). Parallèlement, des acteurs privés de taille et d'influence variées font irruption ou s'affirment dans le secteur. Certaines entreprises constituent des « poids lourds » historiques du milieu comme

Ariane Group (né de la collaboration Airbus-Safran) ou Thalès (comptant l'état français comme l'un de ses principaux actionnaires). Notons que cet exemple illustre déjà l'implication des acteurs publics dans cette industrie. D'autres entreprises, certes plus récentes, connaissent une croissance spectaculaire ces dernières années. C'est le cas de Blue Origin (de Jeff Bezos) ou SpaceX (de Elon Musk). Certaines PME (Petites et Moyennes Entreprises), officiant plutôt comme sous-traitants, se distinguent par leur haute spécialisation. Leur rôle est essentiel. Les grands groupes du secteur comme ArianeGroup s'appuient historiquement sur un large réseau de partenaires. Au contraire, des entreprises plus récentes ont choisi de nouveaux *business models*, comme SpaceX. Cette dernière présente ainsi un modèle dit vertical, puisqu'elle possède toute la chaîne de création de valeur, permettant de maîtriser toutes les étapes de développement et d'éviter de nombreux écueils ou pertes - le plus évident et connu étant par exemple le phénomène de double marge, qui traduit la perte économique sèche engendrée par l'appel à des intermédiaires de production entre matière première et commercialisation. Enfin, des start-ups à la pointe de l'innovation ne cessent de se développer dans le secteur comme GAMA, une start-up française spécialisée dans les voiles solaires.

Cette séparation grossière entre états et industries ne suffit cependant pas à dépeindre l'entière du spectre de l'industrie aérospatiale. Ainsi, les universités et académies y jouent également un rôle majeur : laboratoires et écoles spécialisées (comme SupAéro en France ou Caltech aux États-Unis) sont deux exemples parlants. Au-delà d'être un secteur de plus en plus compétitif de par sa multitude d'acteurs, l'aérospatiale se caractérise par

un besoin constant d'innovations. Des défis majeurs et ambitieux y sont à relever, tels que la colonisation de la Lune ou le voyage vers Mars, pour lesquels les technologies d'hier et d'aujourd'hui sont insuffisantes. Dès lors, il faut être capable d'accroître les connaissances scientifiques et les moyens technologiques pour y parvenir. De nouveaux secteurs d'activité se développent, au premier rang desquels le big data. L'un des enjeux majeurs est le stockage des données et en particulier des images satellites (l'entreprise Maxar Technologies étant un des leaders du domaine). Parmi les innovations phares du secteur, SpaceX se démarque avec le développement de lanceurs comme le SpaceX Starship, 100 % réutilisable et visant une capacité à placer une charge utile de plus de 100 tonnes en orbite basse. D'initiative privée, ce lanceur a vocation à servir les intérêts des états puisqu'il a été imaginé pour transporter les astronautes de la NASA sur la Lune, bien que, à terme, son utilisation sera plus large (vol interplanétaire et intraplanétaire). SpaceX développe également son réseau de satellites Starlink, destiné à fournir une connexion internet haut débit partout sur Terre. À l'image du tourisme spatial, certaines entreprises développent des activités directement destinées au grand public, bouleversant le modèle du secteur aérospatial régi par les états. Enfin, plusieurs start-ups à travers le monde partent elles aussi à la conquête spatiale avec leurs solutions innovantes : Exotrail développe et commercialise des moteurs de nanosatellites ou petits satellites, Kinéis est un opérateur satellitaire de connectivité globale dédié à l'internet des objets, ou bien Zephalo propose des vols touristiques en ballon pour l'espace. Ces acteurs innovants doivent s'adapter à un milieu où la réglementation est en constante évolution.

Relever les défis du secteur nécessite donc des moyens financiers, infrastructurels et humains colossaux. Tout d'abord, et de manière très concrète, la construction des satellites, fusées ou tout autre outil au service de l'aérospatiale nécessite bien souvent des matériaux coûteux. Ils peuvent être rares – comme certains métaux (l'or et le titane sont des bons exemples) –, complexes – comme c'est le cas pour certains alliages (comme les aluminium-lithium, de plus en plus utilisés aujourd'hui) ou les matériaux composites (comme le carbone-aluminium qui permet une très bonne dissipation de chaleur grâce à des coefficients thermiques élevés) – ou tout simplement les deux à la fois.

Le degré d'exigence technique est aussi très haut, la précision de l'usinage étant indispensable à la fois de par la qualité des performances exigées et la difficulté d'intervenir sur un équipement déployé en orbite. Le lancement chaotique de Hubble en 1990, qui a vu son fonctionnement initialement perturbé par une multitude de problèmes, dont un miroir incorrectement poli, en est un bon exemple. Ce polissage imparfait a suffi à détériorer la qualité des images de façon impressionnante. Pour des objets encore plus lointains, ces erreurs deviennent tout simplement irréparables et altèrent les performances attendues. En 2005, après s'être posé sur Titan, l'atterrisseur Huygens prend plusieurs photographies de la surface (1215 au total). À cause d'une erreur de programmation, la moitié de ces photos seront irrémédiablement perdues. Cette exigence si élevée requiert une grande qualité de la part des acteurs du milieu aérospatial. La main-d'œuvre se doit ainsi d'être extrêmement qualifiée, et le milieu se montre très gourmand en ingénieurs extrêmement compétents.

2. Développement du projet

a. Recherches de partenaires stratégiques

Revenons à notre chère UA Corp. Pour se développer dans un secteur aussi compétitif, innovant et coûteux, elle doit être bien entourée. Au-delà d'avoir les ressources financières nécessaires, il faut les bons partenaires stratégiques. Nous pourrions entrer en contact avec des acteurs essentiels au développement du projet : investisseurs, fournisseurs, ou potentiels futurs clients. Nos partenariats peuvent être mis en place très en amont dans le projet, à l'image de ce qui peut se faire en *project finance* pour développer une initiative commune. Les partenaires publics sont alors éminemment stratégiques : l'importance des budgets dédiés à l'aérospatiale et le caractère stratégique du secteur ont permis le développement de laboratoires incontournables, et la construction d'infrastructures coûteuses. On pense bien sûr au CNRS, au CNES ou encore au Jet Propulsion Laboratory à Pasadena. Établir des partenariats très en amont avec des entités publiques pourra nous permettre d'accéder aux moyens nécessaires au développement de notre projet. Notre rêve : une mise à disposition des laboratoires et infrastructures de recherche pour soutenir notre R&D, certes talentueuse, mais limitée à la UA Corp. En somme, une collaboration état-industrie durable et solide serait hautement profitable dès les premières étapes du développement de l'innovation.

b. Recherches des ressources financières nécessaires

À la UA Corp, nous nous définissions avant tout comme des rêveurs. Mais rêver n'est pas suffi-

sant aujourd'hui. Si nous voulons nous implanter (et nous le voulons), il faut une bonne connaissance de notre environnement financier. Un peu de théorie financière semble ici de mise. L'industrie aérospatiale se distingue par sa forte intensité capitalistique. Pour faire simple, les barrières à l'entrée sont considérables. Pour prétendre être compétitif dans ce secteur, notamment lorsque l'on souhaite proposer une innovation matérielle (un nouveau type de satellite, de lanceur, de robot), il nous faut des capitaux longs, c'est-à-dire des capitaux dont nous pouvons disposer à moyen et long terme. Les plus évidents sont bien entendu les immobilisations corporelles, c'est-à-dire des actifs matériels : machines, robots, infrastructures de lancement, outils de test par exemple. La mise à disposition d'infrastructures publiques dont nous rêvions ci-dessus permettrait alors de diminuer les investissements nécessaires. Mais pour suivre le rythme effréné du secteur, nous avons aussi besoin de ressources financières.

Dressons maintenant le portait des options à notre disposition. Avant tout, il y a les capitaux propres (ou fonds propres). Ce sont principalement les capitaux apportés par les actionnaires (qui possèdent alors des parts de l'entreprise, au titre desquelles ils seront rémunérés principalement sous forme de dividendes). Pour avoir les ressources nécessaires à notre développement, nous pouvons faire appel à des investisseurs privés (fonds d'investissement de tout type, autres entreprises, ou même fortunes personnelles ou simples particuliers prêts à nous faire confiance). Les possibilités sont certes déjà multiples, mais l'apport de fonds propres par la puissance publique est tout à fait envisageable et intéressant. Thalès, par exemple, est dans ce cas de figure, l'état français possédant 25,68 % des parts de l'entreprise. Et ce type de relation état-industrie

a toutes les raisons de perdurer et de s'intensifier. Le plan France Relance abonde dans ce sens, avec la création d'un fonds de 35 millions d'euros opéré par la BPI et consacré au soutien aux PME du secteur aérospatial. C'est aussi le cas pour d'autres fonds d'investissement publics comme le fonds européen Cassini disposant d'un milliard d'euros.

Mais une entreprise se finance toujours en partie par de la dette bancaire. Actuellement, elle coûte moins cher que le capital, ce qui nous encourage, acteurs privés, à avoir de forts taux d'endettement. Toutefois nous sommes condamnés à ne pas faire défaut, sans quoi nous nous retrouverions en grande difficulté. Les engagements que nous prenons auprès de nos prêteurs sont forts ; ils peuvent par exemple prendre la forme de ratios de couverture à respecter. Ainsi, nous devons toujours être en mesure de rembourser 1.1 à 1.3 fois la somme prévue annuellement. Et l'aérospatiale reste un secteur très risqué, où les imprévus sont coûteux et souvent dramatiques. Il suffit qu'un de nos concurrents trouve une meilleure technologie avec un meilleur rapport qualité-prix pour que nous perdions tous nos clients (dans le numérique, les théoriciens appellent cette situation un « winner takes all »). Une garantie de nos dettes par les états représenterait une aide considérable. Et ce n'est pas une pure utopie que de proposer cela. Il s'agit d'une solution utilisée, par exemple en *project finance*, pour assurer la stabilité financière d'infrastructures jugées essentielles. Au-delà d'être un moyen de recours rassurant les prêteurs, personne n'étant meilleur emprunteur que l'état (preuve en est que le taux sans risque en finance est calqué sur le taux d'intérêt des bons du Trésor à 10 ans), cela serait une marque de soutien importante, encourageant

le développement du secteur. Enfin, le dernier mode de financement d'une entreprise ou d'un projet est un moyen dit « alternatif », il s'agit par exemple de *private debt* (dont nous ne parlerons pas ici), ou encore de subventions accordées par l'état. Dans ce cadre, les acteurs publics injectent directement du cash dans l'entreprise, à destination d'un projet ou d'une dépense. De ce fait, nos possibilités de financement pour l'UA Corp sont multiples, et chacune d'elle nous permet de mettre en avant les possibles fortes collaborations avec le secteur public dans le futur.

c. Pérennisation du projet

Par la suite, nous devons pérenniser le projet. Il nous faut être rentable, et proposer un niveau de vente suffisant pour pouvoir ensuite réinvestir et poursuivre notre développement. Jusqu'ici, la meilleure solution a été de travailler pour les états directement, en gagnant des marchés publics et répondant aux appels d'offre. SpaceX l'a bien compris. Son premier client est la NASA, et l'entreprise a, par exemple, réalisé sept lancements en 2021 pour ravitailler l'ISS, dans le cadre d'un partenariat signé en 2008 et prolongé jusqu'en 2024. La croissance de SpaceX, lui permettant une valorisation record passée de 52Mds \$ en 2020 (selon Morgan Stanley) à 100Mds \$ en 2021, est aujourd'hui possible grâce à ses contrats avec le gouvernement américain, notamment le Pentagone et la NASA. En outre, le développement d'activités très lucratives telles que le tourisme spatial peut nous permettre d'obtenir d'importants revenus à réinvestir dans la recherche et développement de projets plus coûteux. Parmi les principales entreprises ayant misé sur cette stratégie, on retrouve encore SpaceX, mais aussi Virgin Galactic (de Sir

Richard Branson) et Blue Origin. Et pourquoi pas demain UA Corp ?

Après avoir déroulé toutes ces étapes, notre idée devient déjà plus concrète, et UA Corp prend vie.

Mais en encourageant une collaboration public-privé aux multiples facettes, ne risquons-nous pas de dépendre financièrement des institutions étatiques et internationales ? Au contraire, avec l'émergence d'initiatives privées lucratives comme le tourisme spatial ou le développement des satellites, que penser de l'évolution du secteur vers une économie de marché ?

II. Les états, entre bénéfices et problèmes de souveraineté

1. La puissance publique tire profit de cette collaboration public-privé

Si les entreprises bénéficient indubitablement d'une collaboration avec les états, ces derniers ne sont pas en reste. Les retombées avantageuses de cette situation d'entraide mutuelle sont nombreuses. Tout d'abord, pour accélérer la croissance économique du pays et améliorer sa situation globale, l'état a tout intérêt à soutenir les secteurs stratégiques. Et cette situation crée un cercle vertueux : plus le secteur aérospatial est actif sur un territoire, plus il recrute, réduisant le chômage, boostant les activités économiques et incitant des acteurs industriels étrangers à investir sur le sol national ou à s'y implanter. En outre, la grande exigence technique et technologique du secteur y attire parmi les plus grands talents scientifiques, permettant à l'état

d'éviter l'appréhendée « fuite des cerveaux » vers l'étranger. Preuve en est la création de véritables pôles scientifiques spécialisés dans l'aérospatiale rassemblant tous types d'acteurs comme Toulouse en France ou Houston aux États-Unis. Ce phénomène semble être amené à s'accroître dans le futur, en raison des défis à venir.

Il est aussi politiquement intéressant pour la puissance publique de s'allier avec les acteurs industriels, notamment pour mettre en place des politiques favorables à leur secteur et encourageant leur croissance. Avec les collaborations à l'échelle internationale qui s'accroissent, cette coopération public-privé devient essentielle pour peser dans les discussions ; une entreprise incarne la puissance de l'état dont elle est issue. Cette notion renvoie directement à l'idée plus générale de *soft power* et donc de rayonnement scientifique et culturel à travers le monde.

2. Un conflit avec la question de la souveraineté des états dans un espace de plus en plus militarisé

Cependant, cette « capitalisation de l'espace » se heurte à la problématique fondamentale de la souveraineté des états. Le domaine spatial présente la particularité d'être à la fois compétitif, donc tendant à une économie de marché, et sensible, tant les technologies en jeu sont stratégiques. Le secteur entier est de plus en plus soumis à des enjeux militaires.

a. L'espace comme nouvelle zone de conflits

L'espace semble en effet se profiler comme étant un théâtre de conflit dans les années

à venir. En avril 2021, les autorités russes annoncent avoir détruit un de leurs satellites grâce à une missile antisatellite. Ces derniers, et plus généralement les armes antisatellites (ASAT) se multiplient depuis le début des années 2000, et de nombreux états s'en dotent (Inde, Chine, Russie, États Unis...). En février 2022, au début de l'invasion russe de l'Ukraine, une attaque a paralysé le réseau de satellites Ka-Sat, premier pourvoyeur d'accès internet en Ukraine, coupant ainsi le pays du reste du monde. En avril, les États-Unis deviennent le premier pays au monde à adopter un moratoire sur les ASAT, qui n'a cependant été ratifié ni par la Russie ni par la Chine.

Preuve de l'importance grandissante accordée à l'espace, les États-Unis ont créé en 2019, sous l'administration Trump, l'United States Space Force (USSF), marquant ainsi l'indépendance de cet organisme dans la gestion des affaires spatiales. La France les a précédés de quelques mois en créant le Commandement de l'Espace (CDE) et en renommant l'Armée de l'Air « Armée de l'Air et de l'Espace », plaçant ainsi le domaine spatial au cœur des préoccupations stratégiques actuelles. Des exercices interarmes (exercices AsterX) sont organisés depuis 2021 sous l'égide du CDE afin de tester et d'éprouver les capacités de réaction face aux menaces spatiales.

Pour l'instant, et comme le souligne le déroulé même de l'exercice AsterX, la guerre dans l'espace est avant tout envisagée comme une guerre de l'informatique et de l'information. Les attaques directes, physiques, ne sont que peu envisagées tant leurs conséquences, notamment en termes de création de débris spatiaux, seraient catastrophiques. En effet, un satellite ou tout autre orbitant détruit, créerait une multitude de débris qui, à leur tour per-

cutant d'autres corps, créeraient une cascade aux conséquences imprévisibles ; ce phénomène est connu sous le nom de « syndrome de Kessler ».

b. Le secteur aéronautique, un indice ?

Cette notion de souveraineté, conjuguée à la perspective d'un conflit spatial, se heurte alors directement à la volonté d'internationalisation de l'espace, et de création d'une économie de marché dérégulée.

On peut à ce stade tracer un parallèle avec la situation actuelle dans le domaine de l'aéronautique militaire. Les deux secteurs présentent des nombreux points communs dont leur importance stratégique et le haut degré d'expertise qu'ils requièrent. On peut notamment y constater un cloisonnement assez important et un système centré sur quelques « superproducteurs » (États-Unis, France, Suède, Russie, Chine) accompagnés d'une multitude de clients. Si les pays exportent leurs avions (la France vend ainsi son Rafale à sept pays, avec d'autres prospects en cours), faisant ainsi penser à un modèle concurrentiel classique, il faut apporter de nombreuses nuances. L'avion vendu n'est pas le système d'armes complet, mais bien le porteur. L'avionique diffère, parfois sensiblement, entre les modèles d'export et les modèles « nationaux » : absence de certains capteurs, anciennes versions de logiciels, etc. Outre les déclinaisons spécifiques à chaque pays, certains avionneurs vont jusqu'à développer des versions spécifiquement dédiées à l'exportation, comme le Mirage 2000-9 français. À l'inverse, certains modèles sont interdits d'exportation par leur pays, comme le F22 Raptor, les États-Unis le considérant comme un élément-clef de leur puissance. Les intérêts nationaux et de

défense prédominant donc aux dépends de la compétitivité et des exigences de l'économie de marché. Un raisonnement similaire semble à notre avis applicable dans le secteur spatial. En effet, au moins dans les prochaines années, le boom du secteur semble à même de redéfinir la carte géopolitique mondiale, et il paraît important de conserver les bénéfices procurés par l'avance technologique de certains états. Si l'entière du secteur spatial n'est pas militarisée, l'avantage stratégique procuré par la possession de satellites et de corps en orbite, en termes de gestion des flux d'information et de renseignement, est colossal.

La question des jeux d'alliance découle tout naturellement de cette thématique. Les industries du domaine spatial seront-elles soumises aux jeux d'alliance entre états ? Là aussi, le secteur de l'aéronautique militaire peut nous apporter un éclairage précieux. Et celui-ci semble plutôt définir l'échelle nationale comme échelle de base. On peut le constater avec la stratégie agressive de vente du F35 aux alliés des États-Unis. Récemment, dans un souci de modernisation de sa flotte aérienne, l'Allemagne a été contrainte d'acheter des F35, seuls capables de porter les bombes atomiques américaines (rôle qu'elle se doit de tenir dans le cadre de l'OTAN). Si l'on peut imaginer une situation similaire dans le domaine spatial, la réalité sera à notre avis, et au moins à court terme, plus nuancée. En effet, le budget nécessaire à l'exploration de l'espace force, dans une certaine mesure, la collaboration interétatique, comme le souligne l'existence de l'ESA ou même la collaboration entre ESA et NASA pour certains lanceurs.

Sur le plus long terme en revanche, la situation est plus floue, et cette problématique peut être cristallisée dans celle du futur de l'ISS. Si la coopération a été nécessaire pour créer

la première station spatiale de grande envergure, la tendance semble être au retour aux stations nationales (mais de plus grande taille que Mir ou Skylab) et à l'émergence de stations commercialisées à disposition d'entreprises et d'agences, appelées par la NASA des *Commercial Destinations in Low-Earth Orbit*. La répercussion sur l'ISS de l'invasion de l'Ukraine illustre parfaitement cette tendance.

Comme nous avons pu le voir, l'intensification de la collaboration entre états et entreprises paraît bénéfique aux deux parties, mais génère aussi de nombreux questionnements, portant notamment sur les questions de souveraineté. La problématique appelle celle du maintien d'un équilibre dans ces relations entre acteurs étatiques et industriels, et donc celle de la création d'instruments de régulation forts.

III. La régulation comme outil médiateur

1. Pourquoi réguler le secteur ?

Comme l'a suggéré Thomas Pesquet, il est possible de dresser un parallèle entre la découverte du continent américain – et même plus généralement la colonisation – et l'évolution du secteur aérospatial.

Les points de rapprochements sont nombreux entre le tableau actuel du secteur aérospatial et celui qui se dessinait au moment de la colonisation des Amériques au début du xv^e siècle. Tout d'abord, et il demeure important de le souligner, bien que le secteur soit extrêmement porteur, il reste néanmoins jeune, et pour l'instant réservé à une poignée d'acteurs. Cela peut nous faire penser aux grandes nations maritimes que furent l'Es-

pagne et le Portugal (que l'on pourrait s'avancer à comparer, de par leur implantation solide et leur dimension « historique » aux États-Unis et à la Russie [ex URSS]), timidement accompagnés par la France, les républiques italiennes, la Grande-Bretagne et les Pays-Bas dans un second temps. La découverte du Nouveau Monde et les grandes explorations ont amené l'apparition de grands pouvoirs « privés », comme la Compagnie des Indes Orientales ou plus simplement les commerçants négriers. Cette situation – que l'on peut grouper avec la colonisation de l'Afrique et de l'Asie de l'Est – a provoqué un grand nombre de conflits et exactions essentiellement dues à l'absence d'une régulation internationale. Il est donc primordial, pour ne pas la reproduire, de créer un corpus clair encadrant l'exploration spatiale.

Commençons par dresser un état des lieux des problèmes actuels de régulation. Passons rapidement sur le nombre de lancements. Celui-ci est en constante augmentation depuis quelques années, et les records établis durant les années 1970, c'est-à-dire en plein cœur de la conquête spatiale, ont été battus en 2021, avec 146 lancements dont 136 réussis. L'intensification des relations entreprises-états, et de manière générale la conjoncture générale du secteur, augurent une multiplication du nombre de lancements dans les années à venir. Outre le problème de l'encombrement, que nous traiterons ci-dessous, la question des infrastructures de lancement pose déjà problème, tant celles-ci sont en nombre limité. Les plus importantes se comptent aujourd'hui sur les doigts d'une main, à savoir Kourou en Guyane, Cap Canaveral et la Vandenberg Air Base Air aux États-Unis, et Baïkonour au Kazakhstan. De nouveaux sites se développent cependant dans les nouvelles

nations spatiales, mais aussi via des entreprises privées comme SpaceX, avec le SpaceX South Texas Launch Site, ou les plateformes de lancements océaniques de la marque Sea Launch.

La plus grande problématique actuelle est sans aucun doute celle de l'encombrement des orbites et de l'espace en général. Avec la multiplication des acteurs présents et les perspectives de futur déjà décrites, et compte tenu de l'absence de moyens efficaces pour traiter les déchets spatiaux, ce problème ne peut que nous alarmer. Les orbites sont de plus encombrées, notamment l'orbite géostationnaire, critique pour les satellites météorologiques ou de télécommunications puisqu'elle permet de rester constamment au-dessus de la même zone géographique, et l'orbite terrestre basse est souvent considérée comme saturée. Inquiète de ces problématiques, l'ESA a d'ailleurs récemment proposé sur son site internet un panel de statistiques relatives à ce problème. Ainsi, au 1^{er} janvier 2020, la surface équivalente d'objets en orbite autour de la Terre était estimée à 80000 mètres carrés. En moyenne, sur les deux dernières décennies, douze fragmentations accidentelles ont eu lieu dans l'espace chaque année, et cette tendance semble en hausse.

2. Tour d'horizon de la situation actuelle

Avant de passer aux solutions que nous proposons, il est intéressant de se pencher sur l'état des lieux actuel de la régulation dans le secteur aérospatial. Le constat est globalement celui d'un échec. Si de nombreux traités existent, comme le traité de l'Espace (ratifié en 1967) ou le traité sur la Lune (datant de 1979), ceux-ci sont aujourd'hui dépassés.

Le traité sur la Lune est d'ailleurs en lui-même un semi-échec puisqu'il n'a été ratifié par aucune nation ayant un programme autonome de vol spatial habité actif ou en développement. Concernant le problème des orbites par exemple, il existe bel et bien des organismes en charge de la régulation, comme l'ITU (*International Telecommunications Union*). Mais, comme le souligne le rapport *Crowded and Dangerous Orbits European Space Governance at a Time of Potentially Saturating Programs* publié par l'IFRI en janvier 2022, la situation actuelle est plus proche d'un statut type « far west » : une entité de régulation certes, mais avec des règles tellement laxistes qu'il est facile d'en exploiter les zones d'ombre. Ainsi, si le traité de l'Espace garantit un libre accès à qui souhaite se lancer dans l'exploration spatiale, l'ITU adopte quant à elle, dans sa gestion des orbites et bandes de fréquences de communication, la règle du « premier arrivé, premier servi », favorisant ainsi le monopole des grandes puissances en place. Cette contradiction a amené à de nombreuses dérives dont la création d'un marché des orbites et des fréquences de communication, et à des méthodes peu orthodoxes. L'une d'entre elles, appelée *over-filling*, exploite un autre flou juridique. En effet, d'après les règles de l'ITU, les états peuvent acquérir un emplacement en orbite et le garder pendant sept ans sans l'utiliser. De plus, aucune loi n'existe concernant la fin de vie des satellites et leur retrait de service. Les états peuvent alors conserver artificiellement des orbites en relançant un autre satellite ou en allouant la place à un autre acteur. Enfin, on peut légitimement remettre en cause le fait que les états soient responsables des accidents spatiaux et autres problèmes causés par des entreprises sous leur juridiction, dans le

cadre d'une économie qu'on imagine basculer vers une économie de marché. Soulignons cependant la prise de conscience récente autour de cette problématique, qui a mené à la prise de mesures. Les États-Unis sont pionniers dans ce domaine avec la création du Space Surveillance Network ou SSN, et l'initiative des accords Artémis qui entreront en vigueur en 2025.

3. Nos propositions

a. Création d'une police de l'espace

Passons maintenant à nos propositions. Avant tout, une augmentation de l'activité spatiale requiert une surveillance accrue de celle-ci. Pour l'instant, chaque organisme est responsable de ses propres lancements. C'est pourquoi nous pourrions suggérer la création d'une « police de l'espace » calquée sur le principe de la police du ciel. Son rôle serait de répertorier les lancements, recenser les problèmes et réagir en conséquence. Sa fonction serait avant tout celle de réguler et de centraliser les organismes de gestion de collision et d'interférences entre lancements et vols afin d'harmoniser la gestion d'un trafic qui s'annonce surchargé. L'idée d'une permanence opérationnelle copiée sur ce qui se fait aujourd'hui en aéronautique semble toutefois utopique, un lancement de fusée demandant autrement plus de préparation qu'un décollage de chasseur. Cependant, la démocratisation des vols et avions orbitaux annoncée dans les prochaines années peut constituer une option viable à moyen terme. On peut envisager dans quelques décennies, ou même années, des sites de lancements dédiés, sur les pas de tirs actuels et futurs, qui permettraient d'accomplir cette fonction de police du ciel. À

court terme, et bien que cela soit limité par les prix exorbitants de production et d'entretien, on peut proposer la récupération et réutilisation de certains avions stratosphériques type SR71 ou U2 pour gérer des cas de force majeurs. Le point crucial de cette entité de régulation serait son caractère supranational et indépendant. On peut ainsi envisager cet organisme comme étant rattaché aux Nations Unies. Contrairement à ce qui se fait avec la police du ciel, qui est sous commandement militaire (l'opération de police du ciel de l'OTAN en Europe est ainsi placée sous l'autorité du commandant suprême des forces alliées en Europe), cette police devrait être certes équipée de moyens militaires, mais indépendante de toute armée. Une première étape pourrait toutefois être une situation type « casques bleus ». L'entité de régulation ferait appel aux forces des pays membres pour les interventions. Cela permettrait notamment de prendre en charge une partie des frais dans la situation de transition avec des avions stratosphériques proposée plus haut.

b. Encadrement strict de l'exploration et l'exploitation des ressources

Si une économie de l'espace se développe comme nous le supposons, la question de l'exploitation des ressources spatiales se pose inévitablement. Le point est d'ailleurs déjà abordé dans les accords Artémis puisque ceux-ci prévoient déjà « l'extraction et l'exploitation de ressources spatiales ». Les corps extraterrestres, au premier rang desquels la Lune et Mars, renferment en effet des ressources clefs de l'économie mondiale, et même certains éléments essentiels pour les colonisations envisagées pour le futur ; on pense notamment à l'eau sous forme de

glace dans les calottes polaires martiennes. Il est essentiel de définir dès le début un cadre légal strict quant à l'exploitation de ces ressources pour éviter de répéter des erreurs du passé, comme celles commises, par exemple, lors de la colonisation de l'Afrique, et tous les conflits et tensions qui ont accompagné la course aux ressources du continent. Pour apaiser les conflits entre états, il serait pertinent de décharger ceux-ci de l'exploitation et de la vente des ressources découvertes. Les entreprises privées prendraient la main, comme c'est le cas aujourd'hui pour l'exploitation pétrolière. La question de l'attribution des ressources est aussi un point épineux : à qui reviennent les droits d'exploitation sur un terrain donné ? Si la règle du « premier arrivé, premier servi » semble tentante, elle favorise un monopole ou tout du moins un oligopole entre nations et entreprises déjà fermement implantés dans le domaine aérospatial. Deux solutions alternatives nous semblent mériter un développement :

- La première serait celle d'un ensemble de parcelles dédiées à chaque état participant à l'exploration spatiale. L'attribution de ces parcelles serait gérée par un organisme indépendant et supranational, et pourrait être déterminé en fonction de la taille du pays, de son importance dans la conquête spatiale ou même de son besoin de ressources. Nous serions alors dans un hybride entre gestion nationale et gestion industrielle : les parcelles seraient attribuées à des états pour y implanter leurs entreprises, tandis que ces dernières généreraient ensuite leurs frais d'exploitation. Cette situation fait penser à celle des ZEE comme définies en 1982 lors de l'adoption de la convention de Montego Bay. Ce scénario présente néanmoins l'inconvénient d'être « figé dans le temps » : une nouvelle nation arrivant

après l'attribution des parcelles se retrouvant dans l'impossibilité d'opérer. Une parade à cet argument serait de céder les droits d'exploitation des terrains pour une durée donnée, et renégocier, par exemple, tous les dix ans. Notons que cette situation semble se profiler dans les accords Artémis, avec la création de *safety zones* visant à préserver de toute ingérence des sites « historiquement importants », autorisant de facto l'exploitation par les états de terrains où se poseront leurs missions !

- La deuxième serait une situation beaucoup plus proche d'une économie de marché classique. La présence d'une entité indépendante internationale est là aussi essentielle, mais celle-ci fonctionnerait plutôt comme une maison d'enchères, gérant et régulant l'achat et la vente de certaines parcelles lunaires. Soulignons tout de même que cette exploitation des ressources de l'espace rentre directement en conflit avec l'idée d'un « espace pour tous » tel que posé en principe fondamental dans le traité de l'Espace, annonçant donc une réécriture majeure des textes actuels dans les années à venir. Enfin, la problématique des ressources spatiales s'inscrit tout naturellement dans les enjeux liés au réchauffement climatique, aujourd'hui incontournables.

c. Prise en compte des enjeux environnementaux

Revenons un instant sur la question des débris spatiaux. Outre la gestion saine et régulée des orbites, il nous paraît essentiel de traiter le problème en amont. Pour cela, la régulation doit intervenir dans la conception des satellites elle-même. Des spécifications existent déjà mais, comme le souligne l'ESA, celles-ci ne sont que rarement respectées. Il incombe alors de créer une juridiction internationale forte, établissant un contrôle de qualité et de confor-

mité aux normes de construction de satellites. Les points majeurs sont, comme le rappelle l'agence européenne :

- Concevoir les lanceurs et les véhicules spatiaux pour qu'ils « perdent » le moins possible d'éléments – tant au décollage que pendant l'exploitation – suite aux conditions hostiles rencontrées dans l'espace.
- Prévenir les explosions en libérant l'énergie stockée, c'est-à-dire en passivant les véhicules en fin de vie.
- Mettre les missions terminées hors de portée des satellites opérationnels, soit en les désorbitant, soit en les envoyant vers une orbite cimetière.
- Éviter les collisions dans l'espace en choisissant avec soin ses orbites et en effectuant des manœuvres d'évitement de collision.

Pour s'aligner avec les exigences climatiques dans un monde en pleine prise de conscience, il faut cependant faire plus. L'emprunte carbone du secteur est considérable, et il faut s'attaquer à la réduire. À l'image de ce qui se fait actuellement avec les crédits CO₂ échangeables, nous pourrions imaginer la création d'un quota d'emprunte carbone attribué annuellement à chaque entreprise, ou à chaque grand projet de lancement. À plus long terme et pour assurer la durabilité du secteur, il semble incontournable d'établir un ensemble de normes environnementales strictes à respecter impérativement dans le cahier des charges d'un projet aérospatial. Il est donc essentiel de créer un organisme international chargé d'édicter ces normes. Cependant, cette régulation ne doit pas être à sens unique. L'aérospatiale a un rôle crucial à jouer dans la lutte contre le réchauffement. Le suivi par satellite permet en effet de prévoir, obser-

ver et analyser les phénomènes climatiques. La régulation que nous souhaitons ne se veut pas punitive, mais plus un cadre orientant le développement du secteur vers une situation durable. Les entreprises du secteur aérospatial doivent avoir leur mot à dire dans ces normes, qui doivent être le fruit d'une réflexion conjuguée pour être appliquées efficacement.

Finalement, au vu de tout ce qui a été proposé en amont, la création d'une institution internationale forte et indépendante semble s'imposer. Cette entité sera responsable de la gestion et de la régulation de l'ensemble du processus, de la conception à l'exploitation. Cette idée prend pour inspiration directe le secteur de l'aéronautique civile. En effet, et suite aux problèmes de collisions entre avions survenus dans les années 1950 à cause

de l'intensification du trafic aérien – qui ne sont pas sans rappeler les problématiques actuelles du secteur aérospatial – plusieurs entités ont été créées. L'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) placée sous l'égide de l'ONU et qui édicte des lignes et normes à suivre pour assurer la standardisation du transport aéronautique international. Elle est appuyée par deux grandes organisations, la FAA (Federal Aviation Administration) aux États-Unis et l'AESA (Agence de l'Union Européenne pour la sécurité aérienne) en Europe. Leur rôle est principalement de gérer le trafic aérien et de certifier les appareils (et le personnel navigant). Il apparaît donc pertinent de créer une autorité de gestion de l'espace inspirée de ce modèle qui pourrait être subdivisée en départements spécialisés dans chacun des points évoqués plus haut.

Conclusion

Si l'on devait résumer ce rapport en quelques mots, la tendance semble être à une intensification des relations entre états et industries. Cette situation serait globalement bénéfique aux deux parties, puisqu'elle apporterait du budget, des infrastructures et un savoir-faire permettant le développement de nouveaux projets innovants et la compétitivité du milieu. Cette compétitivité, cette émulation générerait en retour de multiples avantages pour les états, par ses retombées économiques, sociales et culturelles. Mais le domaine aérospatial reste un domaine sensible sur lequel le spectre de la militarisation plane. Ce phénomène crée une tendance inverse, en réduisant le secteur à une échelle nationale et donc en gelant l'intensification des relations entre états et industries, le spectre des possibilités étant limité.

Une telle militarisation de l'espace semble inévitable mais son ampleur et la rapidité de sa mise en place peuvent être fortement limités en établissant une législation claire et en mettant en place une régulation forte.

En définissant le rôle de chacun, un cadre serait établi, permettant un développement sain de l'économie et du secteur aérospatial tout en évitant les zones de non-droit et donc les conflits larvés. Il convient d'établir un plan précis de mise en place d'une telle entité, et donc de se questionner sur les échéances et étapes intermédiaires (on pense notamment à la création d'entités internationales spécialisées dans chacune des problématiques évoqués, dépendant de l'ONU dans un premier temps) à établir pour réaliser ce programme.

Un résumé

1. Nos vues sur le futur des relations public-privé dans l'aérospatial

Une intensification de la collaboration états-industries :

- Sur le plan économique et financier : apports de ressources et de garanties publiques, partenariats avec attribution de contrats à long-terme
- Sur le plan technique : soutien des laboratoires et institutions comme les universités
- Sur le plan infrastructurel : mise à disposition de moyens physiques tels que des chaînes de construction, sites de lancement, souffleries...

Une intensification bénéfique aux états :

- Emploi
- Attractivité et rayonnement

Des problématiques de souveraineté bien présentes :

- Militarisation de l'espace
- Conflits autour de l'exploitation spatiale
- Enjeux autour d'un partage de technologies sensibles

2. Nos solutions

Une régulation accrue :

- Gestion et coordination des lancements
- Surveillance des activités spatiales
- Encadrement légal de l'exploitation des ressources spatiales
- Législation sur les déchets spatiaux
- La mise en place d'institutions calquées sur le secteur aéronautique :
 - ◆ Une inspiration directe du triptyque OACI/FAA/AESA
 - ◆ Institution internationale et indépendante chargée d'appliquer chacun des points évoqués ci-dessus
 - ◆ Un modèle d'organisation type : une structure rattachée à l'ONU afin de garantir l'indépendance (type OACI) coordonnant des subdivisions chargées de chacun des points évoqués plus haut

3. Points de questionnement

- Vers quel modèle économique se diriger pour l'exploitation des ressources spatiales ?
- Quelles échéances adopter pour la mise en place de ces institutions ?
- À quel point peut-on susciter l'adhésion internationale à ce sujet ?



Comme annoncé par M. Benjamin SMITH,
PDG d'Air France-KLM,
le sujet des USAIRE Student Awards 2023
s'intitule :

Paris Air Show 2035

Avec le généreux soutien de nos sponsors

Sponsors du gala



Sponsors des USAIRE Student Awards



Sponsors de la tombola



Brochure imprimée avec le généreux soutien de

