



How could the aerospace
industry increase its
attractiveness for the next
decades?

USAIRE Student Awards

**Sous le patronage de Madame
Yannick Assouad**
EVP Avionics, Thales

20th edition
2025

Table des matières

Préface de Madame Yannick Assouad	4
Le mot du président d'USAIRE	5
Nos sponsors	6
Membres du Jury 2025	7
ORAJe	8
Les lauréats 2025	9
Le Paris Air Show 2025	10
Le premier lauréat	11
Les deuxièmes lauréats	25
Les troisièmes lauréats	39
Le quatrième lauréat	62
Les cinquièmes lauréats	76



Préface de Madame Yannick Assouad

Chers lauréats,

Je suis très heureuse, pour la première fois cette année, d'être la marraine des USAIRE Student Awards 2025. Je tiens à saluer l'engagement de l'USAIRE en faveur de la jeunesse à travers les Student Awards, qui jouent un rôle essentiel dans le dialogue entre les générations et l'avenir de notre industrie.

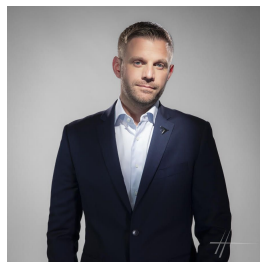
Je souhaite vous féliciter pour la qualité de vos travaux consacrés à un sujet majeur : l'attractivité.

Que ce soit pour installer une usine dans un territoire, financer nos entreprises, attirer et retenir les talents, l'attractivité constitue un défi stratégique pour l'ensemble du secteur aéronautique et de défense. Je me réjouis de constater que vous en avez pleinement mesuré les enjeux et que vos analyses en reflètent toute la complexité.

Les solutions que vous proposez, variées et ambitieuses, témoignent de la créativité et de l'engagement de la nouvelle génération pour imaginer des stratégies innovantes et renforcer le rayonnement de notre industrie.

Je vous adresse une nouvelle fois toutes mes félicitations pour la qualité de vos travaux et pour votre engagement.

Yannick Assouad
EVP Avionics, Thales



Le mot de notre Président, William Ast

Chères lectrices, Chers lecteurs,

Sous le patronage de Madame Yannick Assouad, EVP Avionics chez Thales, le sujet du Student Awards 2025 a encouragé la jeunesse à réfléchir à l'un des grands défis de l'industrie aéronautique et de défense: l'attractivité. Cette attractivité a été traitée par les candidats sous divers angles: ressources humaines, financiers, industriels, commerciaux, et bien d'autres encore. Cette année, les finalistes ont redoublé d'effort afin de proposer des solutions innovantes et de permettre aux acteurs du secteur de renouer avec l'attractivité.

Créés il y a 20 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. 2025 fût une année record en termes de participation pour le concours. Les travaux ont été reçus de la part de 171 étudiants de 27 nationalités différentes. Les étudiantes représentent cette année presque un tiers des participants.

Un jury de professionnels issus d'Airbus, Air France-KLM, l'AIT, Ascendance, Boeing, Capgemini Invent, la DGAC, Embraer, le GIFAS, MBDA, ORAJe, Safran, Raytheon, et Vallair, 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 2025 de l'USAIRE.

Je tiens également à remercier les nombreuses sociétés et organisations partenaires qui, en apportant leur soutien avec la remise de nombreux lots prestigieux, témoignent de l'essor et de la notoriété de ce concours à travers ces deux décennies d'existence.

Enfin, l'organisation du concours, ainsi que l'édition de ce livret, doit beaucoup à l'association ORAJe, regroupant les alumni finalistes des éditions du concours depuis sa création.

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

William Ast, 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

William AST

Embraer

*

Marianne BERG

Boeing

*

Carl CHEVILLON

Raytheon

*

Héloïse CONTE

ORAJe

*

Florian FECHE

Safran

*

Gervais GAUDIERE

AIT - DGAC

*

Philippe KOFFI

DGA

*

Jean-Christophe LAMBERT

Ascendance Flight Technologies

**Quitterie MAGNIN DE
MONTLIVAUT**

ORAJe

*

Arnaud MARFURT

Airbus

*

Johann PANIER

Air France-KLM

*

Pascal PARANT

Vallair

*

GCA (2S) Frédéric PARISOT

GIFAS

*

Augustin STØRKSEN

MBDA

Organisé avec le concours de Vincent MÉRIAUX (Airbus), de Thibaud FIGUEROA (Ministère des Transports), et d'ORAJe.

ORAJe

Organisation des Rencontres Aéronautiques de la Jeunesse

Soutenir et intensifier les relations entre nos industries et la jeunesse

ORAJe rassemble l'ensemble des finalistes du concours USAIRE. Après 10 années, cette communauté rassemble près de 300 membres aux profils variés, allant de l'étudiant au dirigeant, de l'ingénieur à l'officier, tous réunis autour d'une passion commune et d'une volonté simple : apprendre, partager, et transmettre notre passion pour l'aéronautique.

C'est dans cet objectif qu'ORAJe organise de nombreux événements : des visites d'entreprises, des conférences, et des dîners rassemblant les ORAJés autour de personnalités d'exception. ORAJe est aussi une communauté animée par l'engagement associatif et le partage de connaissances. En témoigne les nombreux ORAJés enseignant bénévolement le BIA dans des collèges et lycées, mais aussi notre projet de mentorat Un Jeune Une Solution soutenu par Airbus.

En 2025 ORAJe, a organisé un grand nombre d'évènements en présence d'invités prestigieux tels que le Général de corps d'armée (4*) VIREM (CFAS) Bellanger, Yannick Assouad (Thales). ORAJe a également été présent au Salon du Bourget dans le cadre du Pre-USAIRE Student Awards. Enfin, l'association a également organisé des visites exclusives de l'aéroport Roissy-Charles de Gaulle, du BEA, ou encore du parlement européen à Bruxelles.



Les membres d'ORAJe lors de la visite de l'aéroport Roissy-Charles de Gaulle

Sponsors d'ORAJe

MBDA

Premier Prix

Japjot SINGH
ENAC

*

Deuxième Prix

Marion MOTTARD & Jorian LAFARGUE
Sciences Po Toulouse & Polytechnique-HEC

*

Troisième Prix

Jordan PRIGENT & Dorian HILT
ELISA Aerospace

*

Quatrième Prix

Mehdi MOKEDDEM
IPSA

*

Cinquième Prix

Lucas DESPORTES & Dylan SANSAS
IPSA

Lauréats 2025

Le 20 juin dernier, USAIRE et ORAJe ont organisé une visite exceptionnelle du Salon du Bourget afin d'accueillir la nouvelle promotion de finalistes.



Grâce au soutien des partenaires et sponsors du concours 2025, les finalistes ont découvert les activités d'Aresia, Airbus, Embraer et MBDA dans un cadre privilégié. A cette occasion, USAIRE et ORAJe ont donné quelques conseils aux finalistes pour l'écriture de leur rendu final, épaulés par d'anciens lauréats. USAIRE a alors réitéré son soutien aux jeunes talents de l'industrie aéronautique et de défense, tant par ses précieux conseils aux finalistes que par les nombreuses visites rendues possibles.





Japjot SINGH
ENAC

My fascination with aerospace wasn't born from watching the clouds; it was born from not being able to see them. As an asthmatic growing up in Delhi's winter fog, I would look at the gridlock on the ground and the hazy sky above and realize the answer had to be in the air. My goal isn't just to fly; it's to build a world where we can all travel as freely as birds and, frankly, breathe easier.

I am a multi-disciplinary systems engineer, focusing my work at the intersection of aerospace, data science, and autonomous vehicle design. As a France Excellence Charpak and GIFAS-ENAC Scholar, I am currently pursuing Master in International Air Transport System Engineering and Design at ENAC. My professional vision, which I outlined in my USAIRE submission "Connecting Dreams to Value," is my argument for how we build that future. It's a deeply held belief that the industry must evolve its focus—investing not just in technology, but in sustainability, attracting purpose-driven talent, and fostering investible, society-enriching growth.

I believe in putting this vision into practice through concrete engineering. I have managed digital projects at Airbus and, during my research at the Indian Institute of Science, Bangalore; developed autonomous GNC algorithms for VTOL drones. I also have proven leadership experience as Technical Director for the Formula Student team, where I led the complex integration of both electric and combustion vehicles.

I am honored that my approach has been recognized at the USAIRE Student Awards 2025 while also gaining recognition as an International Winner of the 2024 Airbus PM Challenge, and a Runner-up in the ICAO Innovation Competition 2025. This approach of integrating complex systems now apparently includes my hobbies: DJing and surfing. The first one is about managing complex transitions while the second is about balancing on the edge of chaos. Honestly, it all feels like engineering to me.

I'm in a hurry to build the future, not just dream about it!



How could the aerospace industry increase its attractiveness for the next decades?

Connecting Dreams to Value

Charting Aerospace's Future for Talent and Investment

USAIRE Student Awards 2025

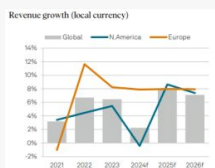
Yet, the path to realizing their ambitions are met with great amount of hurdles. The industry, a symbol of human ingenuity, now finds itself in a fierce competition for talent and investment, often perceived as less agile than the tech sector and facing public scrutiny over its environmental and ethical responsibilities.

The diagram illustrates a progression from 'Industry Stagnation' to 'Industry Thriving' through a 'Multifaceted Strategy'. The strategies are categorized into three main areas: 'Attract Talent' (Inspire next generation), 'Secure Capital' (Resecure long-term investors), and 'Earn Trust' (Positive societal impact). Each area is represented by a colored box (yellow, orange, and green respectively) with an icon below it (a person, a dollar sign, and a leaf).

To thrive, the industry must fundamentally evolve its value proposition. This report argues for a multifaceted strategy centered on a powerful idea: **Connecting Dream with Value**. This

The initial part of this report follows the trajectory underscoring a critical challenge for the global aerospace industry: how to harness widespread passion and translate it into tangible, attractive career paths, not just in established centers, but across the world. Then the main focus is shifted towards the perspective of how harboring new talent along with the concept of **Investible Innovations** could be the way forward.

The industry currently is in condition of a "strained boom" where the very demand that signals long-term health is exposing deep structural flaws. The following shows how revenue growth is plateauing and the risk ratings of the companies themselves are high and varied by region.



Ratings distribution by region

Rating	North America	Europe	Asia-Pacific	Latin America
AAA	0	0	1	0
AA+	0	0	1	0
AA	0	0	1	0
AA-	0	0	1	0
A+	0	1	1	0
A	0	1	1	0
BB+	1	1	1	0
BB	1	1	1	0
BB-	1	1	1	0
B+	1	1	1	0
B	1	1	1	0
B-	1	1	1	0
CCC+	1	1	1	0
CCC	1	1	1	0
CCC-	1	1	1	0
CC	1	1	1	0
C	1	1	1	0
D	1	1	1	0

Figure 4: Risk rating [1]

The Talent - Challenge and Solutions

The aerospace and defense sector faces a critical talent shortage, projected to need hundreds of thousands of pilots, maintenance technicians, and engineers over the next two decades. Current production is constrained by these labor gaps, despite high demand for aircraft [2]. This challenge is amplified by the evolving expectations of the future workforce, particularly Gen Z. The traditional appeal of The Dream is no longer sufficient to attract the new generation. This digital native generation prioritizes purpose-driven work and seeks careers that contribute to societal and environmental good where the choice of working in the company also reflects their personal values and inaction or silence on broader topics by their company is interpreted as complicity. To tackle these challenges and to tap into the large talent pool of the newer aware generation, some approaches have been discussed in this section along with a dedicated part on retaining and re-skilling the existing workforce which requires more long-term mindset as well.

Strategy 1: Rebrand with Purpose

The industry must shift its narrative from solely technical achievements to highlighting its tangible societal benefits and must lead with a **pioneering mindset**. The following benefits are something that will be directly involved in focusing on the new narrative required:

- **Sustainability:** The aerospace industry has been working towards achieving net-zero carbon emissions by 2050 and has

contributed a significant amount of investment in the process to advancing their technologies[3]. While innovations like sustainable aviation fuel (SAF), which can reduce greenhouse gas emissions significantly, and more efficient flight paths are actively reducing the industry's environmental footprint [4], there have been currently setbacks in adoption of the technology due to several geopolitical factors including the various conflicts across the world. The company which is able to maneuver during this tough and maintain its stance will be able to effectively rebrand their image resulting in a boost of its image among the newer generation.

• Global Connectivity and Exploration:

Aerospace careers enhance international trade, tourism, and cultural exchange. Space exploration, including missions like India's Chandrayaan program, inspires curiosity and expands human consciousness, leading to breakthroughs that improve life on Earth [5] but the essential link connecting it to the newer generation is how they are enabling global collaboration, monitor climate change, and support humanitarian aid efforts. Providing essential support for humanitarian relief and facilitating access to otherwise inaccessible areas depend very heavily on the aerospace industry so it offers a very strong brand outreach opportunity.

Target Workforce - Gen Z

The digital native generation, as observed in the study, is known to change their job at a surprisingly higher rate (even more than all the other generations combined) and as they would make up 30% of the workforce by 2030 it is absolutely essential to adapt to their requirements.



Figure 5: Job change rates [6]

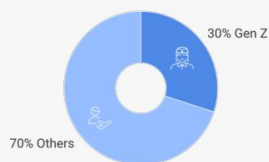


Figure 6: Workforce composition by 2030 [6]

- Diversity, Inclusion and Equality:** An existing problem for all organizations worldwide and particularly for STEM industries is that women are not only being underrepresented in the industry but even from those they are typically underrepresented in senior managerial roles (10–29%)[7] as well as minorities from racially and religiously diverse groups who are only 6.8%[8]. Apart from the diversity, workplace discrimination and safety is still a real issue with gender being cited as the most recurrent cause of discrimination by women (94%)[7]. For the next generation this is a cause of alarm but as each crisis is an opportunity, it could be used as the perfect chance to revamp the image into a completely new direction which focuses not only on inclusion and visible growth of women but also LGBTQ+ community as well in turn creating an amazing pool of talent that could be tapped extensively.

By emphasizing these impacts, aerospace can inspire the next generation to view its careers as purpose-driven. The most important aspect, while integrating these values into the organisation, will be the ability to adapt to the evolving values of the newer generation with time and a great method of preparing and gauging will be to have early and deep engagement programs like NASA

University Student Design Challenge and Airbus Fly Your Ideas Challenge but focused more on diverse socio-economic implication along with the technical aspect of the competition itself. These challenges will not only provide invaluable hands-on experience in areas like structural design, mission planning, and systems engineering, giving students a meaningful connection to the industry's culture of innovation and problem-solving long before they enter the job market but also a connection beyond, mainly of the nurturing work culture offered by the organisation and the proactive culture of respecting future values.

Strategy 2: Modernize the Employee Value Proposition (EVP)

A modern EVP must offer continuous growth, knowledge management, cross-fertilisation and flexibility with the possibility of discovering unique skillsets for the existing workforce (or as they call in video games; to unlock new skills and upgrade the current ones). This must be an integral part

of the strategy as it would essentially transform the outlook and expectations of the employees.

Especially with the rapid integration of advanced technologies like AI and digital twins which necessitate robust reskilling and upskilling programs, investing in career-long training is crucial for retaining valuable expertise [9].

Unsatisfaction with Current Role and Attrition Rate

The dissatisfaction in the aerospace and defense industry stems from the skill gap, will gap, and time gap these factors are substantial and are costing the median companies approximately \$300 million to \$330 million per year in lost productivity[10]

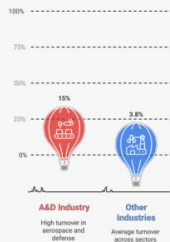


Figure 7: Attr. rate comparison industries[11]

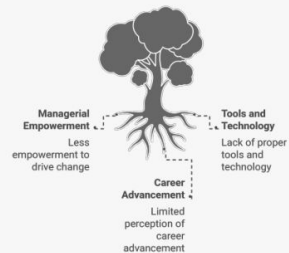


Figure 8: Attrition causes [11]

For offering a modern value proposition there is a need to urgently adopt digital transformation as the backbone. The following few suggested solutions provide The Dream and The Value for the employees and new talent in the industry.

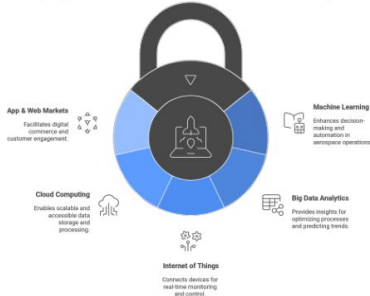


Figure 9: Digital Transformation Focus [12]

- Personalized Career Paths:** Biggest benefit of digital transformation is the ability to take advantage of AI tech and offer personalized career paths for the professionals in the company at large scale. An AI-driven platform for your career in the company taking into account your personal values and outlook towards future while also providing insight into your realistic impact on the working of the company (which is currently vague or lost in the vertical downstream along with the associated appreciation for contribution) could be game-changing.
- Aerospace Innovation Labs and Open-Sourcing Tech:** Create dedicated internal labs where experimentation is explicitly encouraged, and launching public-facing challenges on platforms like Kaggle, offering significant rewards and potential recruitment pathways for solving real industry problems related to sustainability, autonomy, or deep space exploration. Open-source contribution culture to non-critical research areas of domains outside as well to attract global talent and foster collaboration.
- Incubating Diverse Groups:** Prioritizing diverse backgrounds when forming teams fosters innovation and broadens the talent pool, as diverse teams are linked to improved problem-solving and creativity. Even sponsored scholarship or spot reservations in

the industry for all roles could greatly contribute as it will not only increase the performance of the teams but even inspire more talent to consider joining and associating the idea of recognition with staying long-term in the company. Introducing members across generations having a different management styles and Way of Working (WoW) could lead to interesting outcomes as well.

- Impact Bonuses:** With the advantage of a personalized career path we can move beyond standard compensation practices to introduce performance bonuses explicitly tied to achieving measurable milestones on projects with significant societal or technological impact (e.g., demonstrable reductions in emissions, successful deployment of space-based climate monitoring tech). It can be further tied to equity or stock options linked to long-term project success, fostering an ownership mindset even among non-executive roles.

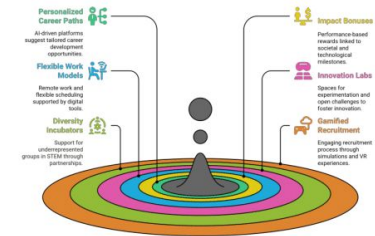


Figure 10: Talent Capture Techniques

- Mentorship and Knowledge Management Programs:** Establishing structured mentorship and knowledge management programs can foster knowledge transfer and career development. Programs for underrepresented groups and regions of the industry require specific focus and will be vital for promoting growth across the spectrum.
- Leverage Immersive Training Technologies (AR/VR):** AR and VR are transformative tools for workforce development, providing hands-on, interactive simulations for design, manufacturing, and maintenance in a safe environment while being very accessible to each section of the workforce regardless of region and background.

The Capital - Evolution and Spillover Economy

Capital is the lifeblood of an industry defined by long development cycles and high capital intensity, and to acquire this constant stream of life there is a constant need on finding and securing newer investors as well as preserving the existing ones. The only way to keep an investor and get new ones is to prove confidence in the business constantly and capture newer value propositions.

As discussed before the current situation of the "strained boom", the aerospace sector must evolve as well as present an even more compelling case built on stability, safety, and a clear vision for sustainable growth.

Building Existing Investor Confidence

Investors prioritize safety, security, and stability. The industry must commit to rigorous safety standards and highlight its inherent stability, such as long-term backlogs for commercial aircraft and counter-cyclical defense spending. While not only including

- Real-Time Talent & Skills Dashboard:** Create a dynamic, aggregated, and anonymized industry-wide dashboard showcasing key talent metrics: available skill sets (e.g., certified AI/ML engineers, composite materials specialists), projected pipeline from partner universities/training programs, regional talent concentrations, and retention rates. This provides tangible proof of workforce capacity and adaptability.
- Collaborative Risk Mitigation Platforms:** Establish industry-backed consortia to address systemic risks. Examples include shared cybersecurity threat intelligence centers specific to aerospace operational technology (OT) and potentially co-funded insurance pools for nascent technologies like commercial space stations or large-scale AAM networks, reducing individual company risk exposure.
- Industry-Wide ESG Data Standardization & "Green Bonds":** Develop and adopt standardized, aerospace-specific Environmental, Social, and Governance (ESG) reporting metrics, audited by credible third parties. Launch "Green Aerospace Bonds," specifically ring-fenced to finance projects with independently verified sustainability benefits, offering investors a clear impact investment vehicle.
- Transparent Supply Chain & Geopolitical Risk Mapping:** Provide investors with sophisticated, data-driven mapping of critical supply chains, identifying potential bottlenecks and outlining proactive diversification and resilience strategies (e.g., multi-sourcing critical components, investing in domestic production capabilities). Clearly articulate strategies for navigating geopolitical instability impacting markets or resources.

Pillars for Gaining Investor Confidence



Figure 11: 5 Pillars

- Blockchain for Supply Chain Resilience:** Blockchain technology enhances transparency and traceability across the aerospace supply chain [13][14]. It can create immutable digital "birth certificates" for aircraft components, optimizing MRO processes. This boosts operational efficiency and strengthens security. However, challenges to adoption include high costs and regulatory clarity [15].
- Innovation Showcases:** Host curated events (physical and virtual) focused solely on demonstrating validated prototypes and pilot project results from high-growth areas (e.g., certified SAF production units, operational AAM vertiports, successful orbital debris removal tests). Include live data streams and transparent performance metrics.
- Knowledge Spillovers:** When knowledge created by one organization, often to solve a unique aerospace challenge, is transferred to others without full payment, creating new value.
- Market Spillovers:** Where the benefits of a new technology are not fully captured in the price paid by the buyer, creating surplus value for other industries.
- Network Spillovers:** When new A&D goods or services create demand for complementary products in other sectors, acting as a platform effect.

Spillover Economy

Aerospace R&D consistently yields significant spillover technologies that benefit other industries. This innovation multiplier effect creates value beyond core aerospace operations. A core, and often under-communicated, aspect of the Aerospace and Defense (A&D) investment case is the industry's role as a powerful engine of innovation for the entire global economy. [16]

- 70%:** The social return on investment in aerospace R&D over a ten-year period.
- 4-5x:** The social return is approximately four to five times greater than the private return for the innovating company.
- 90%:** of the total spillover benefits are concentrated in five key sectors: Automotive, Transport, Plastics, Machinery, and Scientific R&D.

Source: Aerospace Technology Institute [17]

Investment in aerospace R&D generates value that extends far beyond the sector itself through a phenomenon known as technology spillover. These spillovers occur through several mechanisms:

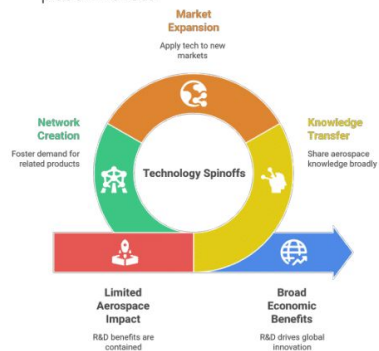


Figure 12: Spillover Economy

This data demonstrates a compelling case for government and private investment in the sector, as the benefits extend far beyond the innovating companies themselves. The strategic imperative for the A&D industry is to systematically track, quantify, and communicate these spillovers.

This reframes R&D spending from a simple cost center into a powerful investment that generates a broad economic domino effect. It makes a compelling case that investing in aerospace is not just a bet on a single industry but an investment in the foundational technological progress of a diversified modern economy. This creates a uniquely attractive and systemically important asset class, mitigating risk for investors by demonstrating that A&D innovation lifts the technological capabilities of many other sectors within their portfolios.

The Public Mandate - Transparency and Collaboration

The Public here comprises of the society (humans, governance bodies) and few aspects of the public sector of the aerospace industry as well. The aerospace industry's progress in the 21st century hinges on **public trust**, earned through transparent engagement on societal issues and robust governance. This trust directly influences the industry's appeal to talent, investors, and global partners.

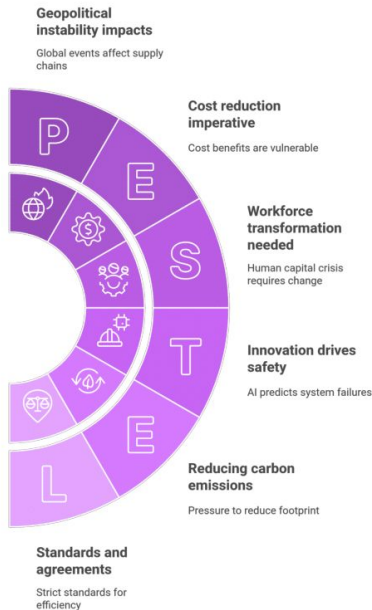


Figure 13: PESTEL Analysis
Safety, Security, and Ethical Practices

The industry's highly regulated nature demands traceability and ethical sourcing of parts throughout an aircraft's lifecycle to ensure safety and reliability. AI-driven analytics enhance predictive maintenance, reducing risks and costs, while cybersecurity-by-design principles protect critical systems. Standardized frameworks like NIST SP 800-171 bolster confidence and resilience across the ecosystem.

Ethical practices and sustainability are central to public perception. **De-centralisation** provides a tamper-proof records, reducing risks of data manipulation and counterfeiting. Smart contracts further enhance transparency, though human factors remain a cybersecurity vulnerability. The industry must also address ethical concerns such as space debris and the societal impact of high-cost exploration, clearly communicating its broader value beyond economics [18].

Political Landscape and Global Governance

Geopolitical instability—such as conflicts in Ukraine and Israel—disrupts supply chains and drives protectionist policies of countries shielding themselves and closing up, reshaping defense spending and industry dynamics. Global collaboration is essential for resilience and innovation:

- **International Standards:** Organizations like ICAO (e.g., CORSIA) and IMO set safety and sustainability benchmarks, while public-private partnerships (e.g., NASA-SpaceX) accelerate technological advancements.
- **Strategic Alliances:** Countries like India and Israel are forming new partnerships in drones, cybersecurity, and precision technologies to address shared challenges.[19]
- **Standardization:** Initiatives like SESAR (EU) and NextGen (FAA) harmonize air traffic management, while ISO frameworks ensure compatibility for AI and IoT.
- **Cybersecurity:** Unified standards and platforms like the Aviation ISAC protect against cyber threats, ensuring data integrity in digital systems.
- **Employment and Workforce Development:** Global cooperation is critical for creating widespread exchange programs, and fostering mobility in the aerospace workforce, ensuring a sustainable talent pipeline across all regions and not concentrated in a particular region.

The Indian TCP (Talent, Capital & Public) - Analysis and Application

The evolution of the Indian aerospace and defense market serves as a powerful case study to apply the TCP approach. The Indian government's 'Atmanirbhar Bharat' (Self-Reliant India) initiative is fostering a vibrant domestic manufacturing and R&D ecosystem.

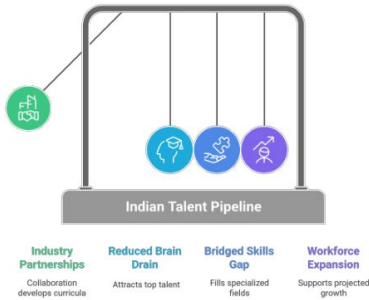


Figure 14: Indian Talent Pipeline[20]

Talent

- **Problem** India faces a significant human capital crisis marked by a "brain drain" of top talent and a skills gap in specialized fields like avionics and composites manufacturing. Employees often express dissatisfaction with organizational policies, fairness, support from superiors, and career advancement opportunities.
- **Action** To counter this, India must forge deep, project-based partnerships between industry leaders, premier research institutions, and universities. These collaborations should co-develop curricula and sponsor hands-on student projects and national design challenges.
- **Opportunity** A unique opportunity lies in leveraging India's world-class software and digital talent by creating career paths that fuse digital skills with aerospace applications, such as AI for avionics, digital twins for Maintenance, Repair, and Overhaul (MRO), and data analytics for supply chain management. The goal is to build a self-sustaining domestic talent pipeline that views the Indian A&D sector as globally competitive,

supporting a projected workforce expansion from 150,000 to 450,000 within a decade.

Capital

- **Problem:** Despite rapid growth projections – with the market valued at \$26.8 billion in 2023 and projected to reach \$48.4 billion by 2032 – India's aerospace sector faces inertia for investors due to a "trust deficit" between public and private sectors.[20]
- **Action:** Private companies encounter complex and slow-moving regulations, limited access to expensive testing facilities, and challenges in securing funding for projects with long gestation periods. Historically, foreign investment has been constrained by bureaucracy and complicated tax laws. To de-risk investment, the government must create single-window, fast-track systems for regulatory approvals, invest in shared, open-access national testing and certification infrastructure for private players, and implement Production Linked Incentive (PLI) schemes.

- **\$74.8 Billion:** Defense budget for FY 2024-25.
- **75%:** of capital procurement reserved for domestic sources.
- **\$2.5 Billion:** Record defense exports in FY 2023-24, a 32.5% increase YoY.
- **150,000 to 450,000:** Projected expansion of the aerospace sector workforce within a decade
- **\$26.8 Billion:** Market value in 2023, projected to reach \$48.4 Billion by 2032
- **6.8%:** Compound Annual Growth Rate (CAGR) of the industry
- **95%:** Approximate share of India's defense manufacturing that currently occurs in the public sector

Source: Invest India, 2024 [3][20]

- **Opportunity:** Designating defense aerospace as an "infrastructure sector" could also provide crucial tax breaks and benefits.

The "Make in India" initiative, which has increased indigenous procurement and eased Foreign Direct Investment (FDI) norms up to 74% (100% in satellite components), marks a significant policy shift to attract capital.[3]

Public

- **Problem:** The Indian government has historically driven the aerospace industry through public sector undertakings like Hindustan Aeronautics Limited (HAL).

However, the "Make in India" initiative aims to foster a hybrid ecosystem by encouraging private sector participation and reducing import reliance.

- **Action:** Public-private partnerships (PPPs) are essential to enhance the industry's appeal by stimulating innovation, reducing

costs and risks, and expanding market opportunities.

These collaborations allow the government to leverage private sector expertise and resources for capital-intensive projects and critical capabilities like satellite communications and Earth monitoring.

- **Opportunity:** PPPs are crucial for workforce development initiatives, such as "Space Workforce 2030," which aims to build a more diverse community of aerospace engineers.[21] Policymakers need to create a frictionless operating environment for the private sector by simplifying regulations and streamlining procurement.

The industry can also showcase its societal impact by addressing global challenges like climate change (e.g., Sustainable Aviation Fuel), global security, and digital connectivity, aligning with Gen Z's purpose-driven values.

Nurturing Plan for building Public-Private-Partnerships



Figure 15: PPP Nurturing Plan

Strategic Recommendations & Conclusion

Investible Innovations: A Unified Strategy

To transform its global appeal, the aerospace industry must align its visionary aspirations with tangible value creation. This requires a unified strategy that connects technological innovation with societal impact, creating a virtuous cycle of trust, investment, and talent attraction. The following recommendations focus on investible frontiers that address current market, forthcoming talent and technological trends:

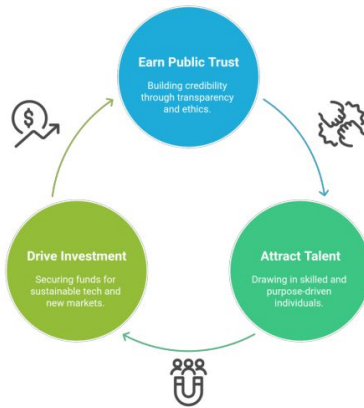


Figure 16: Virtuous Cycle

Key Recommendations

1. Global Talent Cooperative

Establish an industry-funded cooperative program offering rotational assignments across countries and companies. This initiative should include a "Return to Home" track, enabling professionals to bring international experience back to emerging aerospace hubs. Such exposure will cultivate a globally competitive workforce while addressing local skill gaps.

2. Aerospace Innovation Fund

Create a collective venture capital fund focused on commercializing non-core aerospace innovations. This fund would provide investors with

clear mechanisms to capitalize on the innovation multiplier effect, unlocking new revenue streams from spin-off technologies and fostering entrepreneurial growth within the sector.

3. Independent Sustainability Council

Form an autonomous council of scientists and policymakers to audit and publicly report on the industry's progress toward sustainability goals. Third-party validation enhances credibility and builds public trust more effectively than internal reporting.

Conclusion - A Vision of Global Aerospace

The aerospace journey—from childhood dreams in India to professional studies in France—has revealed a fundamental truth: while the power of flight is universal, opportunity is not. The industry's future attractiveness will be determined by its ability to create a global ecosystem that is as innovative and inclusive as the technologies it produces.

By embracing the **Connecting Dream with Value** strategy, aerospace can:

- Become a talent magnet by offering purpose-driven careers
- Attract investment through sustainable, society-enriching growth
- Earn public trust via transparent leadership on critical issues

The vision for the industry where the brightest minds worldwide can realize their grandest aspirations while building a future of flight that is safer, more sustainable, and more connected than ever before.

As we move forward, my aspiration is to contribute to a thriving global aerospace sector that stands to become a fully integrated ecosystem, turning today's challenges into tomorrow's opportunities.

Bibliography

References

- [1] MATTHEWS, David, TSOCANOS, Ben and BILOUS, Jarrett. Industry Credit Outlook 2025.
- [2] Hu, R., Feng, H., Witlox, F., Zhang, J., & Connor, K. O. (2022). Airport capacity constraints and air traffic demand in China. *Journal of Air Transport Management*, 103(29), 102251.
- [3] Kok, M. (2024, June 7). *Aerospace innovations: Create the future of aerospace*. Agorize.
- [4] La Zar, D., & Guise, M. (2025). *CROSS-INDUSTRY INSIGHTS: Automotive Strategy Drives Aerospace Innovation*. Acscm.com.
- [5] Williams, M. S. (n.d.). *Is It Worth It? The Costs and Benefits of Space Exploration*. Interesting Engineering.
- [6] Springshot empowers the Gen Z aviation workforce through intuitive design and mission-driven collaboration. [Springshot](#)
- [7] Equality, Diversity and Inclusion in the Aeronautics, Defence and Space industries. [European Commission](#).
- [8] Schultz, T. G., Ph.D., et al. (2023). Black Representation in the U.S. Aviation Industry: A Workforce Report. Organization of Black Aerospace Professionals (OBAP) and AVIATIONPROS.
- [9] European Commission. (2025). *A STEM Education Strategic Plan: skills for competitiveness and innovation*.
- [10] Closing the talent gap for aerospace & defense. [McKinsey](#)
- [11] S. Perez, "AIA and McKinsey Release New Study on Tackling Talent Gaps in Aerospace and Defense Industry," [Aerospace Industries Association](#)
- [12] Towards a reskilling revolution: industry-led action for the future of work. Geneva, Switzerland: World Economic Forum, 2019.
- [13] Ibrahim, A., & Fernando, Y. (2023). *Blockchain Technology to Improve Aerospace Supply Chains*. Global Business and Management Research: An International Journal, 15(2s).
- [14] Eryilmaz, U., Dijkman, R., Van Jaarsveld, W., Van Dis, W., & Alizadeh, K. (2020). Traceability blockchain prototype for regulated manufacturing industries. *ACM International Conference Proceeding Series*, 9–16.
- [15] Kouhizadeh, M., Saberi, S., & Sarkis, J. (2021). Blockchain technology and the sustainable management practices for adoption of IoT-blockchain. *Supply Chain Forum*, 00(00), 1–16.
- [16] Mishra, P. K. (2025). *THE IMPACT OF AVIATION INDUSTRY ON GLOBAL ECONOMIC DEVELOPMENT*. International Journal of Progressive Research in Engineering Management and Science (IJPREMS), 5(6), 709-711.
- [17] Aerospace Technology Institute. (2019, October). *INSIGHT 13: Spillovers: Revealing The Broader Economic Benefits of Aerospace R&D*
- [18] Etzioni, A. (n.d.). *Humanity Would Be Better Saving Earth Rather Than Colonizing Mars*. National Interest.
- [19] Misra, Shlok and Jain, Tanish (2020) "Creating a Competitive Environment for Defense Aerospace in a Protectionist Multi-polar World: A Study of India and Israel," Beyond: Undergraduate Research Journal: Vol. 4 , Article 1.
- [20] Z. M. Research, "India Aerospace and Defense Market Size, Share, Industry Analysis, 2032". [Zion Market Research](#)
- [21] "Space Workforce 2030 broadens horizons of diversity in aerospace engineering," [Daily Bruin](#).





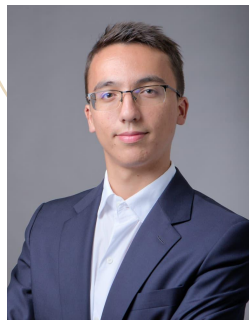
Marion MOTTARD

Sciences Po Toulouse

Driven by a taste for challenge and uncompromising rigor, I approach every project with curiosity, high standards, and the belief that collaboration drives true growth. Having dreamed of cockpits since childhood, my fascination with innovation and defence naturally led me to the aerospace industry.

I earned a Master's degree in International Affairs from Sciences Po Toulouse and studied International Business at the University of Manchester. I gained experience in press relations within an international organisation, developing expertise in strategic decision-making, then at the Sales Department of Safran Power Units, where I contributed to strategy and business development across civil and military markets. My thesis on anti-ship missiles reflects my strong interest in defence and industrial innovation. Passionate about the Middle East's complex dynamics, I chose to launch my career in the United Arab Emirates to deepen my expertise in this strategic region.

By taking part in the USAIRE Student Awards, I aim to support the development and attractiveness of our industry, reaffirming that diversity of perspectives is a powerful driver of innovation and performance.



Jorian LAFARGUE

Ecole Polytechnique x HEC Paris

Jorian Lafargue is an engineer from Ecole Polytechnique (X2021), currently studying finance at HEC Paris. Passionate about aeronautics since childhood, it was key in his ambition to pursue scientific studies, after spending 13 years in New-Caledonia.

Throughout his studies, Jorian worked as a financial analyst, focusing on financial and regulation issues at Air France. Following the completion of his engineering studies in mathematics, physics, and economics, and after conducting research in economics at the University of Bristol, he decided to extend his knowledge of economics trends and finance, two crucial drivers of any industry, by joining HEC Paris. His latest experience as a strategy consultant at BearingPoint allowed him to dive even deeper into business analytics and decision making.

By participating in the USAIRE Student Awards, he hopes to contribute to the talent revolution effort that is to be made by the aeronautics sector in the coming decades and aspires to play a larger role in reshaping the industry through his future professional work.

ALTITUDES & TALENTS

altitudes-talents.com

N°3761HS - 31 juillet 2025

HORS-SÉRIE : ATTRACTIVITÉ DES TALENTS



**PÉNURIE, IMAGE, DIVERSITÉ :
L'INDUSTRIE AÉROSPATIALE PEUT-ELLE
REDEVENIR UN AIMANT À VOCATIONS ?**

ALTITUDES
& TALENTS



Edito



L'industrie aéronautique française traverse un paradoxe inédit. Jamais son rôle n'a été aussi stratégique pour l'économie, la souveraineté et la transition écologique, et jamais elle n'a eu autant besoin de talents pour inventer l'avenir du vol, de l'espace et de la défense. Pourtant, elle peine à séduire les nouvelles générations, attirées par les promesses d'agilité, de sens et de modernité portées par les géants du numérique ou les start-ups.

Ce paradoxe n'a rien d'une fatalité. À condition de repenser son image, de valoriser ses innovations, ses engagements verts et sa mission sociétale, et de transformer ses pratiques de management, l'aéronautique peut redevenir un employeur de référence. Plus qu'une industrie, il doit s'affirmer comme une aventure collective, capable d'inspirer celles et ceux qui veulent allier technologie, impact et exploration.

C'est à cette problématique que nous avons choisi de consacrer ce dossier. Nous avons analysé l'état de la filière, étudié les mesures et initiatives déjà engagées, et identifié celles qui mériteraient d'être approfondies. Ce travail de recherche sur l'attractivité des talents - à la fois compétences et personnes - nous a conduits à formuler une proposition : la création de **TIDAS (Talents Industrie de la Défense, de l'Aéronautique et du Spatial)**, une entité dédiée à la définition et à la mise en œuvre d'une feuille de route au service du développement de l'attractivité des talents pour l'industrie aéronautique française.

Sommaire

Page 3	L'industrie aéronautique et de défense, une économie dynamique en mutation
Pages 4 à 6	Un écart grandissant : entre dynamisme économique et crise d'attractivité
Pages 6 à 7	Un écosystème mobilisé, des initiatives prometteuses à intensifier
Pages 8 à 10	Inventer l'aéronautique de 2050 : Stratégie et recommandations 4 leviers et 25 recommandations pour une attractivité durable
Page 11	Urgence et Opportunités
Page 12	Références et bibliographie

L'industrie aérospatiale et de défense, une économie dynamique en mutation



*"There is still no cure for the common birthday, and the space program still requires **men and money**".* Pour assurer sa croissance, l'industrie aérospatiale - aéronautique, spatiale et de défense -, reste tributaire de ses talents et financements : **deux ressources limitées**.

Dans un contexte de fortes tensions géopolitiques, technologiques et économiques, l'industrie aérospatiale, pilier de souveraineté nationale, traverse une profonde mutation de son modèle traditionnel. Longtemps portée par une forte intervention publique, elle bénéficie désormais d'un afflux croissant de financements publics et privés destinés à accompagner sa transformation (1).

Avec l'arrêt brutal du trafic provoqué par le Covid-19, et les complications apparues à sa suite, l'ensemble du secteur aérien a pris des mesures de crise en gelant les embauches, et en s'endettant massivement afin de survivre à cette période critique (2). Cependant, depuis 2023, le secteur aérien connaît une reprise soutenue. Les compagnies aériennes enregistrent des commandes records (3) et le trafic mondial, porté par la montée des classes moyennes en Asie et dans les BRICS, devrait dépasser les 5 milliards de passagers dès 2025 (4), avant d'atteindre 8 milliards en 2040 selon l'IATA (5). Airbus prévoit 21 trillions PKT (Passagers Kilomètres Transporté) au lieu de 10 trillions aujourd'hui (6). Un envol synonyme d'expansion de flotte, mais qui pose une question cruciale : **comment concilier croissance du trafic et objectifs climatiques, si ce n'est par des ruptures technologiques majeures dans la décarbonation ?**

Parallèlement, le secteur de la défense connaît une période de réarmement massif et de mutation profonde portée par l'essor de stratégies d'attrition reposant sur l'emploi intensif d'armes peu coûteuses, en particulier les drones kamikazes. Ce mouvement, accéléré par l'invasion russe de l'Ukraine, s'accompagne d'une hausse significative des budgets militaires, d'un retour en force de la souveraineté industrielle et d'une redéfinition des méthodes de guerre. Après des années de relative stagnation, l'industrie est ainsi contrainte de relancer la production d'armements classiques tout en se réinventant : concevoir des équipements moins onéreux, fabriqués rapidement et en grande série, afin de répondre à l'hypothèse de conflits prolongés où les systèmes lourds et coûteux deviennent des cibles vulnérables (8).

Enfin, depuis les années 2010, le secteur spatial connaît un regain d'attention sans précédent, porté à la fois par de nouveaux acteurs étatiques et privés aux ambitions renouvelées. Alors que les grandes agences traditionnelles - la NASA aux États-Unis ou l'ESA en Europe - avaient marqué une pause, se concentrant essentiellement sur les satellites et quelques missions vers la Station Spatiale Internationale en s'appuyant durant près d'une décennie sur les vaisseaux Soyouz russes, d'autres puissances comme la Chine et l'Inde ont accéléré leurs programmes spatiaux à grande vitesse. Parallèlement, le "New Space" mené par des entreprises privées telles que SpaceX, Blue Origin ou Virgin Galactic a redynamisé l'écosystème en affichant des objectifs spectaculaires : mise au point de fusées réutilisables, retour d'astronautes sur la Lune, conquête de Mars, déploiement de constellations massives de satellites internet comme Starlink, ou encore développement du tourisme spatial.

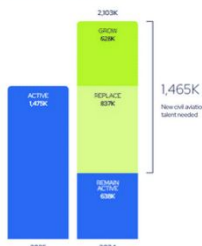
Ainsi, l'aérospatiale traverse aujourd'hui une phase de dynamisme inédit, stimulée par un regain d'attention et une forte croissance économique. Mais cette vitalité s'accompagne d'un défi de taille : un besoin massif et immédiat de talents, alors même que le secteur peine déjà à recruter au niveau requis. Les besoins s'étendent à tous les échelons : de la recherche, pour concevoir les futures générations d'aéronefs et de lanceurs, à la production métallurgique des milliers de pièces qui les composent ; du personnel navigant et au sol à la maintenance, du management à l'ingénierie, jusqu'aux fonctions de support comme les ressources humaines.

Ce paradoxe pose une question centrale : comment l'industrie aérospatiale peut-elle renforcer son attractivité et susciter de nouvelles vocations pour relever les défis des décennies à venir ?

Un écart grandissant : entre dynamisme économique et crise d'attractivité

Un besoin massif de talents

L'industrie aérospatiale connaît une croissance soutenue, et sa pérennité dépendra largement de la disponibilité de ressources humaines qualifiées. Dans le secteur de l'aviation civile, le groupe CAE (10) estime que d'ici 2034, le besoin en techniciens, pilotes et personnel navigant atteindra 1,5 million, incluant à la fois le remplacement et l'expansion, pour un effectif actuel d'environ 1,5 million. De son côté, Boeing prévoit un besoin encore plus élevé, de 2,4 millions de professionnels d'ici 2044 (11), soit respectivement 99 % et 160 % des effectifs actuels, principalement en Asie. L'ensemble de l'industrie aérospatiale se trouve donc confronté à un défi majeur en matière de talents, qu'il s'agisse de compétences techniques ou de personnels qualifiés. La France, en raison de l'importance stratégique et économique de son secteur aérien, se positionne comme un territoire particulièrement favorable au développement et au renforcement de cette filière.



Source : 2025 Aviation Talent Forecast, CAE, 2025

Féminisation : un potentiel sous-exploité dans un secteur loin de la parité

Le secteur aérospatial et de la défense pâtit d'un déficit de diversité, en particulier en termes de genre. Cette situation est mondiale, mais elle se confirme en France, où les femmes ne représentaient en 2024 que 28 % des effectifs du secteur, et seulement 15 % des postes techniques, selon le Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales (GIFAS). Parmi les 29 000 recrutements réalisés la même année, les femmes ne comptaient également que pour 28 % des nouveaux arrivants, un chiffre insuffisant pour assurer une véritable progression vers la parité (12).

Dans ce contexte, la féminisation du secteur apparaît comme un levier stratégique pour répondre aux besoins croissants de l'industrie. Les causes de cette faible représentation sont bien identifiées. Si le personnel navigant des compagnies aériennes est

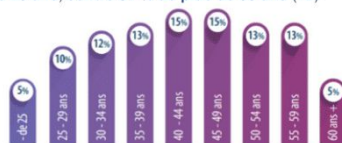
majoritairement féminin, les femmes restent largement sous-représentées dans les métiers techniques de l'aviation, les métiers liés à la métallurgie, à la production manuelle ou encore dans les disciplines scientifiques et l'ingénierie. **Aujourd'hui, seules 15 % des femmes se projettent dans l'aérospatial, contre 28 % des hommes (13).**

Christophe BENAROYA, Responsable du MSc Aerospace Management à TBS Education et Professeur en Marketing, souligne lors de notre interview : *"La féminisation du secteur progresse très lentement. Ce n'est pas forcément de la responsabilité des entreprises, c'est en amont, même dans les écoles et les universités..."*

Le problème est donc plus global : les femmes se sentent moins légitimes ou capables d'exercer dans une industrie encore très masculine, et tendent à s'orienter vers des fonctions perçues comme plus "féminines". **Deux axes majeurs peuvent permettre de corriger cette situation** : favoriser leur intégration dans les filières scientifiques et faciliter l'accès aux métiers techniques dès les premières années du système éducatif.

Un secteur vieillissant aux besoins nouveaux

La pyramide des âges ci-dessous révèle une faiblesse structurelle : **seulement 15 % des effectifs ont moins de 29 ans, contre 31 % de plus de 50 ans (12).**



Répartition par tranches d'âge (2022)

Source : GIFAS, Situation de l'emploi en 2023-2024 dans l'industrie aérospatiale

Les entreprises de l'A&D signalent qu'un pourcentage significatif de leurs ingénieurs et techniciens seniors sont à 5-10 ans de la retraite. Par exemple, dans les Hauts-de-France, région hautement industrialisée, plus de 43 % des techniciens et 36 % des ingénieurs et cadres devraient partir à la retraite d'ici 2030 (14). Ainsi, au-delà de remplacer les départs massifs à la retraite, il est nécessaire de créer de nouveaux emplois pour faire face à la montée en cadence du secteur, et permettre au secteur de s'adapter aux transformations technologiques, de la robotique avancée et du machine learning (ou l'IA). Cela crée une demande de travailleurs possédant de nouvelles compétences, et un écart entre les profils actuels et les besoins futurs.

Sans recrutements immédiats, les compétences des professionnels proches de la retraite, essentielles pour former les nouvelles générations, risquent de se perdre. Cette problématique est d'autant plus critique que les formations et certifications dans l'aérospatiale sont longues et complexes, dans un secteur où la sécurité constitue un enjeu vital.

Philippe DUJARIC, Directeur des Affaires sociales et de la Formation du GIFAS, partage cette inquiétude, notamment pour des projets de longue durée si fréquents dans l'aérospatiale : *"Il faut ainsi 5 à 7 ans, ou plus, pour former et certifier un mécanicien aéronautique. Les départs aggravent la pénurie de talents en créant une pénurie de compétences."*

Une attractivité limitée auprès des jeunes

Si certains diplômés d'écoles d'ingénieurs citent régulièrement des entreprises comme Thales ou Airbus parmi leurs employeurs idéaux, ce n'est pas le cas de tous les jeunes en recherche d'emploi. Ces derniers privilégient souvent les entreprises de la Tech, comme Microsoft ou Apple, ou du luxe, comme Hermès ou LVMH, qui bénéficient d'une forte valorisation sur les marchés et d'une image positive dans leur quotidien (15).

Ainsi, l'enjeu ne se limite pas à attirer les meilleurs ingénieurs : il s'agit de susciter une ambition collective, d'ouvrir l'industrie à tous les talents, de répondre aux tensions de recrutement et de valoriser l'ensemble de l'écosystème - PME, ETI, sous-traitants, filières professionnelles... Les besoins dépassent largement l'ingénierie, dans un contexte de concurrence accrue avec la Tech, l'IA ou les start-ups, perçues comme plus innovantes et attractives.

Des handicaps structurels à surmonter

L'industrie aérospatiale pâtit de plusieurs freins à son attractivité. Elle est souvent perçue comme peu innovante, moins "tendance" que la Tech, dotée d'une culture d'entreprise rigide, soumise à des cycles longs et à un impact écologique négatif, ce qui limite sa reconnaissance comme secteur d'avenir. Cette image est renforcée par une faible présence dans la culture populaire et sur les réseaux sociaux.

À cela s'ajoute une perception élitiste et intimidante, qui conduit de nombreux jeunes à s'auto-censurer. Beaucoup estiment ne pas avoir suivi le "bon parcours" ou ne pas posséder un profil suffisamment scientifique pour envisager une carrière dans ces métiers jugés spécialisés. Cela souligne l'importance de déconstruire les idées reçues sur les professions de l'aérospatiale et sur les entreprises qui les composent (16).

Plus de la moitié des jeunes considèrent ces métiers trop exigeants au regard de leurs priorités : salaire, équilibre vie professionnelle/vie personnelle et



Source : Attirer les talents dans l'aérien et l'aéronautique : défis, enjeux et recommandations, Les Carnets de la Chaire Pégase, 2025

bonnes conditions de travail. Seuls 41 % estiment que le secteur répond à ces attentes, et à peine 18 % le jugent respectueux de l'environnement. **Ces chiffres traduisent une crise d'attractivité structurelle, amplifiée par une méconnaissance des métiers** alors même que les entreprises ne recrutent pas uniquement des profils spécialisés et peinent à pourvoir leurs postes.

Pour que la passion de l'avion et des fusées s'éveille, le contact direct avec l'industrie est crucial. Avoir un membre de son entourage travaillant dans le secteur aérien, vivre à proximité d'un aéroport ou d'entreprises du secteur, et fréquenter régulièrement les voyages renforcent fortement l'intérêt des jeunes pour ces carrières.

Renaud BELLAIS, conseiller institutionnel du Président-directeur général de MBDA et docteur en sciences économiques, *"Nous faisons face à un réel problème d'identité et de représentation des secteurs aéronautique, spatial et de défense. Les jeunes talents manifestent un désintérêt croissant pour les carrières traditionnelles"*.

Méconnaissance généralisée et asymétrie des métiers et entreprises en tension

L'étude de la Chaire Pégase (MBS) révèle un paradoxe saisissant : seuls 24 % des jeunes interrogés envisagent une carrière dans l'aérien (14 % dans la construction aéronautique), tandis que **43 % des 18-34 ans se disent attirés par le secteur** et 22 % en rêvent.

Les métiers de la métallurgie, chaudronnerie et usinage représentent 40 % des besoins non pourvus du secteur, alertent le GIFAS et l'UIMM. Peu de jeunes connaissent l'étendue des métiers indispensables à l'industrie aérospatiale, qu'il s'agisse des métiers techniques - ajusteurs, monteurs, câbleurs, chaudronniers, usiniers, fraiseurs, techniciens et ingénieurs de production - ou des métiers de services et fonctions supports. Bien que cruciaux, ces métiers sont souvent moins visibles et moins directement associés aux avions ou aux passagers, ce qui contribue à l'**asymétrie entre les besoins de l'industrie et les perceptions des jeunes talents**.

Comme l'explique **Paul CHIAMBARETTO**, Professeur de Stratégie et Marketing à MBS School of Business et Directeur de la Chaire Pégase : *"Le manque d'attractivité ne vient pas d'un rejet, mais d'un déficit de visibilité, d'information et de représentation."*

De la même manière, si des entreprises comme Air France ou Airbus jouissent d'une forte notoriété auprès du grand public, la plupart des autres acteurs – tels que Thales, Safran ou Daher – restent largement méconnus, sauf auprès des passionnés. **Le maillage territorial de sous-traitants, PME et TPE, qui constitue la chaîne d'approvisionnement des grands groupes et concentre la majorité des postes de production aéronautique et spatiale, souffre d'une faible visibilité et rencontre donc davantage de difficultés de recrutement.**

Certaines entreprises, pourtant reconnues par toute personne intéressée par l'aéronautique ou ayant passé le BIA, comme Embraer, Latécoère ou même Safran, ne sont connues que par une minorité des 15-24 ans. Cette situation creuse une véritable fracture entre les PME - dont 83 % signalent des difficultés de recrutement - et les grands groupes, qui bénéficient d'une image rayonnante et sont perçus comme des choix plus attractifs et moins risqués.



Source : Attirer les talents dans l'aérien et l'aéronautique : défis, enjeux et recommandations, Les Carnets de la Chaire Pégase, 2025

Un écosystème mobilisé, des initiatives prometteuses à intensifier

La transformation des métiers, l'augmentation des cadences industrielles et les ambitions technologiques imposent une révision des stratégies de recrutement, de formation et de parcours professionnels. Il devient crucial de développer des formations ciblées sur les métiers en tension et de favoriser la flexibilité des emplois et des mobilités. Face à ces défis, de nombreux acteurs déploient des mesures structurantes.

Favoriser l'insertion dans le secteur

La formation constitue un levier central pour attirer et fidéliser les talents dans l'aéronautique et le spatial. Elle permet à la fois d'accompagner les réorientations professionnelles et de répondre aux tensions de recrutement. **Si de nombreux acteurs institutionnels se mobilisent déjà, l'écosystème actuel présente encore des limites freinant son plein potentiel.**

Le GIFAS joue un rôle clé dans la coordination de la filière, notamment à travers sa stratégie RH sectorielle et ses campagnes de communication, telles que "L'Aéro Recrute". Cette initiative vise à démocratiser l'accès aux métiers de la filière, y compris pour ceux qui ne possèdent pas encore toutes les compétences requises. Qu'il s'agisse d'une reconversion ou d'un début de carrière, bénéficier d'une formation spécialisée demeure indispensable, surtout dans un contexte où l'auto-censure constitue un frein majeur à l'entrée dans le secteur.

Sensibiliser et attirer les jeunes générations

Un autre levier pour revaloriser le secteur réside dans

la sensibilisation des jeunes générations. Les initier dès le plus jeune âge permet de susciter leur curiosité et de les orienter vers des métiers qu'ils connaissent peu. **Plusieurs instituts proposent des formations adaptées pour faciliter l'accès au secteur.** Par exemple, le lycée Airbus recrute chaque année plus de 5 000 élèves dans différentes filières, allant du Bac Pro Aéronautique au CAP, en passant par le BTS (17).

Pour découvrir l'aéronautique et le spatial, des stages et universités d'été sont également proposés. Parmi eux, Universpace, créé par le CNES, offre aux étudiants une première immersion dans des métiers souvent méconnus. De la même manière, "L'Avion des Métiers" permet de présenter 20 métiers phares de l'aéronautique, en partenariat avec près de 150 entreprises.

Philippe DUJARIC explique : "On [le GIFAS] a aussi fait un réel effort de communication, en investissant notamment dans des plateformes telles que My Job Glasses, ou en développant des partenariats avec les écoles."

Après le bac, de nombreuses opportunités restent ouvertes : les CFA de l'UIMM accueillent près de 7 000 alternants par an dans le secteur aéronautique et spatial, tandis que des écoles d'ingénieurs comme Supaero ou l'École de l'Air et de l'Espace forment les futurs ingénieurs. Cependant, malgré la création de nouveaux établissements comme l'Aérocampus d'Aquitaine, les capacités d'accueil de ces formations restent limitées, empêchant de nombreux jeunes motivés d'accéder à ces métiers.

Être au contact des candidats

Le Salon du Bourget connaît chaque année un succès notable, avec près de 300 000 visiteurs en 2025 (18) et près de 2 500 exposants venus de 48 pays, mais de nombreux visiteurs sont déjà des initiés, ce qui souligne la nécessité de le rendre plus attractif pour un public non spécialisé. La présence de France Travail illustre son rôle essentiel face aux enjeux liés à l'emploi, à la formation et à l'attractivité des métiers dans l'aéronautique, le spatial et la défense.

Certaines entreprises, comme Thalès ou Safran, développent des stratégies de recrutement ouvertes, permettant aux jeunes d'être accueillis et accompagnés par des salariés expérimentés, tout en valorisant des qualités humaines comme la curiosité, l'envie de se dépasser et de transmettre. La campagne "L'Aéro recrute" complète ces actions en mettant en avant différents métiers à travers des ambassadeurs disponibles pour échanger, un livret de fiches métiers et des événements tels que forums d'emploi, job dating, salons dédiés, formations et partenariats avec des entreprises.

Favoriser la diversité et l'inclusion

D'après le GIFAS, les femmes ne représentent que 24 % des effectifs dans la construction aéronautique et spatiale, un chiffre légèrement plus élevé dans les métiers des transports aériens et aéroportuaires mais en baisse, tandis qu'elles sont encore moins présentes dans les métiers techniques. Pour remédier à cette sous-représentation, des associations comme *Elles Bougent* (19) travaillent à féminiser ces métiers et les formations scientifiques.

Le contact avec des entreprises partenaires telles qu'Air France, Airbus, ArianeGroup, Dassault Aviation et d'autres ainsi qu'avec des marraines qui présentent leur métier aux jeunes filles, permet de dépasser les stéréotypes et d'inspirer des carrières jusque-là peu envisagées. EasyJet, partenaire de l'association depuis 2019, a mis en place un programme national pour encourager les jeunes filles à devenir pilotes. Depuis 2011, chaque collège ou lycée peut s'inscrire au Club des collèges et lycées, devenant partenaire pour promouvoir les métiers d'ingénieures et de techniciennes dans les secteurs industriels (automobile, ferroviaire, aéronautique, spatial, énergie).

Aérométiers (ex-Airemploi) cherche à accroître la mixité professionnelle dans l'industrie A&D et à montrer que tous les métiers sont accessibles aux femmes, notamment à travers son label "Féminisons les métiers de l'aéronautique et du spatial" et son concours éponyme. L'association met en relation des marraines avec de jeunes filles, qui sont ensuite chargées de promouvoir et valoriser la féminisation des métiers de l'aérospatiale. Les femmes représentent la

moitié de la population mais seulement un quart des travailleurs du secteur ; les sensibiliser est alors un point majeur dans la revalorisation des métiers de l'aérospatial (20).

Parallèlement, de nombreuses entreprises sont partenaires de l'association Hanvol, qui favorise, via la formation en alternance, l'inclusion des demandeurs d'emploi en situation de handicap dans les secteurs aéronautique, spatial et du transport aérien. Parmi ses membres figurent notamment Thalès, ArianeGroup et Airbus. L'inclusion constitue un enjeu stratégique pour ces entreprises afin d'attirer tous les talents, quels que soient leur profil ou leur parcours.

Faire face au changement climatique

De plus en plus de personnes choisissent leur lieu de travail en fonction de l'implication des entreprises face aux enjeux de durabilité, rendant certains métiers plus socialement attractifs. Le secteur aéronautique est concerné, et des entreprises mettent en place des actions pour répondre à ces attentes. Le groupe ISAE-Supaero présente les initiatives mises en œuvre par ses entreprises partenaires : Thalès vise une réduction de 40 % de ses émissions directes d'ici 2030, Dassault Aviation développe l'éco-conception, l'optimisation aérodynamique et l'amélioration des procédés industriels, et Airbus ambitionne d'atteindre zéro émission de CO₂ d'ici 2050 grâce à de nouvelles générations d'appareils électriques, dans le cadre du Fly Net Zero Commitment de l'IATA. Si ces actions démontrent un réel engagement environnemental, elles souffrent parfois d'un manque de coordination et de visibilité. Le développement à l'échelle nationale des initiatives locales à succès, ainsi que la valorisation des reconversions réussies, des PME et des artisans de l'aérospatiale, apparaît essentiel pour renforcer l'attractivité et l'impact de ces démarches.

L'énergie dépensée par le secteur aérospatial est réelle, mais souffre d'une absence de coordination et d'incarnation forte. Les actions à succès locales méritent de se développer à l'échelle nationale tandis que la communication doit permettre d'offrir de la visibilité aux reconversions réussies, aux PME et convaincre les artisans de l'aérospatiale de demain.



Inventer l'aérospatiale de 2050

Stratégie et Recommandations



4 leviers et 25 recommandations pour une attractivité durable

Le défi des talents dans l'aérospatial et la défense est également un enjeu de souveraineté et de résilience industrielle. **Notre stratégie "France Aéro 2050", ou plan TIDAS** (Talents Industrie de la Défense, de l'Aéronautique et du Spatial), **propose 4 leviers principaux et 25 recommandations concrètes** pour donner à l'Aérospatiale, française en premier lieu, l'accélération des talents dont elle a besoin et ouvrir la voie au reste de l'industrie dans les volontés actuelles de réindustrialisation.

Levier 1 : Renouer avec le rêve

Le rêve de voler est l'un des rêves humains les plus anciens et ambitieux. Décliné sous de multiples formes - d'Icare et Léonard de Vinci à Antoine de Saint-Exupéry ou à la conquête spatiale - **l'Ambition est une des caractéristiques fondamentales du secteur**. Ainsi, le premier levier pour accélérer la dynamique de recrutement dans l'aérospatial consiste à **relancer le rêve, à redonner une grande ambition, un objectif exceptionnel qui transcende les frontières**. Le miracle de l'aérospatiale réside dans la science et la capacité à repousser les limites humaines.

Le monde spatial européen doit viser Mars, inventer de nouvelles fusées et modes de propulsion, et créer de nouveaux usages, à l'instar des acteurs privés innovants du secteur. L'espace n'a jamais autant fait rêver que lorsque Neil Armstrong a marché sur la Lune, l'aéronautique que lorsque les frères Wright ont volé ou que le Concorde a franchi le mur du son.

Les objectifs ne manquent pas et doivent être clairs et identifiés, **avec pour ambition permanente de révolutionner le secteur**. Parmi les priorités :

1. **Mettre en avant des projets phares pour stimuler l'ambition et l'inspiration et redonner du souffle au rêve** : Aller sur Mars, inventer de nouveaux modes de propulsion, maîtriser l'hydrogène et décarboner l'aérien. Ces objectifs permettent non seulement de justifier l'activité croissante du secteur mais aussi de satisfaire aux exigences environnementales.
2. **La France, un des leaders de l'aéronautique, la défense et le spatial, mérite de se fixer de tels objectifs et ambitions**. Mettre en avant cette souveraineté dans la communication permet aux nouvelles générations comme aux professionnels expérimentés de défendre la fierté et la filière stratégique française, et de contribuer à la souveraineté et au savoir-faire du pays.

Levier 2 : Unir l'aérospatial autour d'une marque employeur commune

Depuis plusieurs décennies, il est évident que les entreprises sont d'autant plus résilientes qu'elles sont grandes, comme le montrent les nombreuses fusions, acquisitions et le développement de grandes firmes transnationales. Dans ce contexte, **l'industrie aérospatiale française gagnerait à coopérer, notamment pour attirer les talents essentiels, et particulièrement pour soutenir les PME qui constituent le cœur des chaînes de production**.

Ce deuxième levier identifié, décliné en sept recommandations, est orienté autour de la **création d'une marque employeur unique** pour l'ensemble de l'aérospatial français, incarnant un cap collectif : l'étape ultime de l'AéroRecrute, la marque "France Aéro" :

3. **La création d'une plateforme en ligne unique, accessible facilement**, permettant un co-branding entre grands groupes et PME dédié au recrutement. Pour les PME dont le lien avec l'aérospatial est moins direct, cette marque fournirait un point d'entrée commun et valoriserait les postes techniques, tout en respectant les spécificités des grands groupes et des postes cadres. La plateforme pourrait également proposer un **matching intelligent entre CV, compétences, zones géographiques et entreprises**, via IA et machine learning.
4. **La création d'un passeport de compétences reconnu par l'ensemble du secteur**, accompagné de cursus de formation partagés, de conseils personnalisés selon les objectifs, et de la standardisation des formations techniques pour toutes les PME ayant des activités similaires.
5. **Encourager les reconversions professionnelles vers l'aérospatial**. Il s'agirait de créer des passerelles adaptées au parcours initial des candidats, via des modules certifiants de 6 à 12 mois ou des alternances dédiées, permettant de valoriser des talents provenant de secteurs tels que l'automobile, l'énergie, la métallurgie ou d'autres domaines aux compétences transférables.
6. **Définir des parcours évolutifs clairs offrant des perspectives de carrière**. L'objectif est de transformer l'aérospatial en un véritable lieu de développement professionnel tout permettant aux nouveaux talents de se projeter dans l'avenir et de progresser : de l'opérateur au chef d'atelier, du technicien au pilote d'essais, de l'ingénieur au directeur des opérations.

7. **Créer un Erasmus Industriel pour l'aéronautique et le spatial** afin de favoriser la mobilité horizontale entre postes, entreprises - notamment les PME -, régions, et même pays en Europe, tout en donnant accès à des formations adaptées, pour décloisonner le secteur et offrir plus de flexibilité. S'inspirer des dispositifs comme les VIE ou des pratiques de télétravail d'autres secteurs permettrait de proposer un cadre de travail plus attractif.
8. **Mettre en place un programme de mentorat intergénérationnel intra- ou inter-entreprises** pour faciliter la transmission des savoirs critiques et la préservation des capacités industrielles dans un secteur vieillissant
9. **Lancer un plan choc pour les métiers critiques** avec des formations accélérées et des campagnes de recrutement ciblées afin de renforcer les filières les plus prioritaires

Levier 3 : Repenser la manière de vivre l'aéro et refonder l'image du secteur

Démocratiser l'aérospatiale au-delà de ses passionnés actuels est essentiel pour répondre aux besoins croissants de talents, ce qui constitue le troisième levier stratégique. Devenir technicien avionique ou ingénieur spatial ne se fait pas par hasard, mais en étant exposé à des modèles et à des récits inspirants. Les jeunes et les femmes, aujourd'hui minoritaires dans l'industrie, pourraient développer la même passion pour l'aérospatiale en repensant profondément l'image de cette discipline. Ce levier se décline en 14 recommandations concrètes.

Faire de l'aérospatiale une composante de la vie quotidienne et de la culture populaire

Développer une stratégie éditoriale cohérente pour associer l'aérospatiale aux conversations quotidiennes, susciter des vocations et favoriser l'appropriation des métiers.

10. **Co-produire ou soutenir des films, séries et jeux vidéo** en mettant à disposition des moyens techniques, comme le fait régulièrement l'armée américaine, ou en augmentant la visibilité via du cofinancement ciblé ou du placement de produit. Des œuvres comme *Interstellar* ou *Sully*, même sans objectif pédagogique principal, ont inspiré des vocations et démontrent le potentiel d'impact culturel. Encourager les productions en lien avec l'aéronautique ou l'espace permet de captiver le grand public et d'instaurer l'émerveillement.
11. **Orienter la communication institutionnelle afin de développer la notoriété de l'industrie et le rêve associé** : participer à repousser les limites de l'Homme, faire appel au sentiment de fierté.
12. **Créer une maison d'édition dédiée à l'aérospatiale**. La littérature peut transmettre la passion du secteur à travers des récits d'aventure, des classiques comme Saint-Exupéry, ou des biographies et trajectoires inspirantes de grandes figures du domaine.

13. **Cocréer un festival annuel de musique sur le thème de l'aérospatiale**, transformant le Bourget en événement festif. Les festivals, en tant qu'événements culturels et populaires, offrent une vitrine pour le secteur : stands interactifs, simulateurs de vol, expériences immersives, présentations métiers et animations musicales renforceraient la présence de l'aérospatiale dans l'imaginaire collectif.
14. **Financer ou construire un parc à thème ou une attraction dédiée à l'aéronautique et au spatial** pour éveiller les vocations dès le plus jeune âge. Une alternative moins coûteuse consiste à créer un escape game thématique, diffusé auprès des réseaux existants en France, permettant d'allier ludique et scientifique pour sensibiliser les jeunes à la filière, tout en valorisant le sentiment de fierté et l'idée de repousser les limites humaines

Renforcer la présence de l'aérospatiale sur les réseaux sociaux

15. **Accompagner et valoriser les créateurs de contenu centrés sur l'aérospatiale pour en faire de véritables ambassadeurs**. Les réseaux sociaux, capables de toucher instantanément des millions de personnes ciblées par centres d'intérêt, restent largement sous-utilisés par le secteur. Les formats visuels et interactifs - vidéos, stories, TikToks, Instagram - permettent de rendre l'aéronautique et le spatial plus concrets, accessibles et attractifs. Montrer le quotidien d'un pilote, d'un ingénieur d'essais en vol ou les coulisses d'une mission spatiale offre un aperçu unique qui capte l'attention d'un public qui n'aurait peut-être jamais poussé les portes d'un site industriel. Certains créateurs ont déjà su fédérer des communautés, tels qu'Elodie Brunot (@passionaero sur Instagram, suivie par plus 41 000 personnes). Elle assiste régulièrement à des événements et promeut sur ses réseaux la diversité des métiers de l'aérospatial.
16. **Encourager ce type de profils ou de contenus contribuant à montrer la diversité des parcours dans le secteur** aide à casser les stéréotypes, à démontrer que l'aéronautique et le spatial sont ouverts à tous, et à inspirer de nouvelles vocations.



Elodie BRUNOT, Ingénieure chez Safran et créatrice de contenu passionnée d'aéronautique, nous partage son opinion : *« La génération Z n'a pas les mêmes attentes que les précédentes. Elle a besoin de se sentir utile et de mesurer l'impact pour l'entreprise. Qui dit grands challenges dit grands changements. Il est donc crucial et urgent de repenser les stratégies de communication sur les réseaux sociaux pour rattraper le retard accumulé et mettre ces enjeux en avant. »*

- 17. Développer des partenariats avec des créateurs et vulgarisateurs de contenus scientifiques sur les réseaux sociaux.** Les campagnes ciblées peuvent promouvoir à la fois des offres d'emploi et de formation tout en les associant à des contenus inspirants. Par exemple, un post pour un poste de mécanicien aéronautique peut être accompagné d'une courte vidéo montrant les gestes techniques sur un moteur ou les étapes de préparation d'un avion avant son vol. Dans un marché où la concurrence pour attirer les compétences est intense, cette combinaison d'information et d'émotion devient un outil stratégique indispensable pour séduire les talents de demain.

"Aujourd'hui, c'est le contrat moral qui importe plus que le contrat juridique. Le schéma de management traditionnel ne correspond plus aux attentes des entrants sur le marché. Les jeunes privilégient des valeurs qui leur correspondent et ont besoin de challenges pour conserver ce sentiment d'engagement. Il est donc essentiel de valoriser à la fois les talents académiques et individuels." ajoute **Christophe BENAROYA**.

Sensibiliser dès le plus jeune âge les femmes aux sciences et à l'aérospatiale

Les jeunes filles ont souvent du mal à se lancer dans les métiers scientifiques, et encore plus techniques. Le manque de représentation en est une des causes principales. Les recommandations suivantes seraient aussi utiles à un public non exclusivement féminin.

- 18. Présenter des modèles féminins :** mettre les jeunes filles en contact avec des femmes exerçant des métiers à faible féminisation dès l'école primaire, à travers des jeux, expériences ou journées thématiques, afin qu'elles puissent se projeter dans ces carrières. Cela pourrait permettre de les diriger vers des options plus scientifiques quand le choix leur sera donné, plutôt que vers des métiers à connotation féminine car elles n'ont jamais vu de contre-exemple. Au lycée, il est souvent déjà trop tard. Cette démarche doit être initiée dès le plus jeune âge et maintenue.
- 19. Instaurer un mentorat dès le lycée entre des femmes de l'aérospatiale et des classes** pour offrir un point d'appui, des témoignages et des conseils aux jeunes filles inspirées. Si les sciences leur paraissent intéressantes il ne faut pas s'arrêter aux préjugés qui peuvent déjà exister, car elles seront les pilotes, les techniciennes, les soudeuses, opératrices, ingénieures de demain.
- 20. Construire un réseau de lycées de l'aérospatiale** (et dans la mesure du possible de collèges), du Bac Professionnel aux ingénieurs, spécialisés dans les métiers de l'aérospatiale dès le brevet ou avant. Ces lycées aux programmes spécifiques, financés et conduits par les grands acteurs de l'aérospatiale favoriseraient le développement des compétences
- nécessaires au secteur et permettraient la formation et la découverte des métiers notamment techniques, ainsi qu'une spécialisation dans les domaines en tension de recrutement.
- 21. Journées et concours dédiés aux femmes :** intensifier les visites de sites industriels, concours scientifiques et projets aéronautiques ou spatiaux 100 % féminins pour sensibiliser et démythifier les carrières techniques.
- 22. Instaurer des bourses d'excellence féminines :** financer les études supérieures des talents futurs de l'aéronautique et encourager leur engagement dans le secteur
- 23. Introduire une culture industrielle** dès le collège pour tous : interventions métiers, visites d'usines et de musées, documentaires et financement du BIA ou de parcours spécialisés pour créer un lien précoce avec le secteur et ses métiers.

Levier 4 : Mettre en oeuvre une gouvernance dédiée à la gestion de la feuille de la route

La mise en œuvre de ces initiatives nécessite une gouvernance spécifique, associant industriels et grands groupes de l'aéronautique, de la défense et du spatial, PME et sous-traitants, ainsi que l'État, les régions et, le cas échéant, l'Union européenne. Deux recommandations structurantes sont proposées :

- 24. La création d'un Comité TIDAS :** ce comité réunirait tous les acteurs du secteur à l'échelle nationale, avec des antennes régionales pour assurer un suivi local dans chaque bassin d'emploi et signer des pactes régionaux de souveraineté industrielle. Il serait chargé de :
- Définir et piloter une feuille de route partagée pour le développement des talents.
 - Mettre en place des indicateurs publics de suivi : emploi, mixité, satisfaction des jeunes entrants, fidélisation, reconversions, taux d'intérêt pour les métiers.
 - Adapter les efforts en fonction des résultats et des besoins locaux.
- 25. La création d'un fonds d'attractivité, le Fonds TIDAS,** alimenté par les industriels et l'État, ce fonds permettrait de développer la formation et l'attractivité du secteur, en coordination avec France Travail, et de mieux répartir les coûts liés à cette "révolution des talents".

Si ces mesures ont un coût, l'inactivité serait bien plus coûteuse pour l'industrie aérospatiale. Il s'agit de préparer l'avenir de l'aérospatiale française. D'autres secteurs, comme l'intelligence artificielle, n'hésitent pas à investir massivement dans leurs besoins futurs : seule cette démarche proactive permettra à l'industrie aérospatiale de retrouver sa place de repoussoir des limites de l'Humanité.

Urgence et Opportunités

Le secteur aérospatial traverse une phase de mutation intense, au carrefour d'enjeux géopolitiques, économiques, climatiques et technologiques. Cette dynamique, illustrée par la reprise post-Covid fulgurante du trafic aérien, un réarmement mondial accéléré et l'essor du New Space, se traduit par une demande massive et croissante en compétences.

Pourtant, cette croissance s'accompagne d'un paradoxe frappant : une **crise d'attractivité structurelle nourrie par le vieillissement des effectifs, le manque de diversité et une image souvent intimidante**. Entre déficit de représentation, méconnaissance des métiers techniques et de support ainsi que des départs massifs à la retraite, le secteur est confronté à un risque majeur de rupture dans le renouvellement humain.

Philippe DUJARIC souligne : *"Il est crucial de coopérer, de fonctionner en équipes renforcées, et de mettre en place des actions durables".*

Face à cette urgence, de nombreuses initiatives ont émergé pour recréer un lien entre les entreprises et les talents de demain :

- Renforcement de la formation initiale et continue.
- Ouverture plus large à la diversité des profils.
- Mobilisation de nouveaux canaux de communication.
- Ancrage territorial renforcé.

Ces leviers doivent être intensifiés pour répondre à l'ampleur du défi. De la féminisation à la sensibilisation des jeunes, **c'est toute la chaîne de l'orientation, de la formation et du recrutement qui doit être repensée.**

Le **Plan TIDAS**, articulé autour de 4 leviers et de 25 recommandations concrètes, se positionne comme une **politique nationale d'attractivité industrielle**. Son objectif dépasse le simple recrutement : il s'agit de **refonder un contrat collectif autour d'une industrie qui inspire, forme et épanouit**. L'industrie aérospatiale doit se transformer en **industrie de référence pour les talents de demain**, grâce à :

- De grandes ambitions partagées entre employeurs.
- Une marque employeur commune et fédératrice
- Une refonte de la manière de vivre et de percevoir l'aérospatiale.
- Une gouvernance adaptée à l'envergure du projet.

Ce que la filière doit offrir, ce n'est pas un simple emploi, mais une **contribution au destin collectif**.

Gwynne SHOTWELL, présidente de SpaceX : *"Le talent est notre carburant et le financement notre lanceur. Sans l'un ou l'autre, nous ne décollerons jamais".*



Références

1. *Soutien public à la filière aéronautique : des aides d'urgence efficaces, une transformation à accélérer*, Commission des Finances, Sénat, 2022
2. *Understanding the pandemic's impact on the aviation value chain*, IATA – McKinsey, 2022
3. *Secteur Aéronautique : Une Visibilité Exceptionnelle*, BENHAMOU Philippe, Le Revenu, 2024
4. *"Le Nombre de Voyageurs Dépassera les 5 Milliards" : Année Record En Vue En 2025 Pour le Transport Aérien*, GUILLEMARD Véronique, Le Figaro, 10 décembre 2024
5. *Global Outlook for Air Transport Highly Resilient, Less Robust*, IATA, 2023
6. *Airbus Global Market Forecast 2025-2044*, Airbus, 2025
7. *Pouvoir voler en 2050, Quelle aviation dans un monde contraint ?*, The Shift Project, 2021
8. *New Effectors – the response to the high-intensity warfare*, MBDA, 2025
9. *Pénurie de talents dans l'aéronautique et spatial : cap sur les jeunes et la formation*, ORTEGA Sabine, Aerocontact, 12 juillet 2024.
10. *2025 Aviation Talent Forecast*, CAE, 2025
11. *Pilot and Technician Outlook 2025-2044*, Boeing, 2025
12. *Situation de l'emploi en 2023-24 dans l'industrie aéronautique et spatiale*, GIFAS, 2024
13. *Emploi : l'aéronautique et le spatial séduisent 58% des 18-34 ans par leurs opportunités de carrière*, GIFAS - Yougov, 2025
14. *Talents et compétences dans l'Aérospatiale et la Défense : relever le défi générationnel*, PwC, 2025
15. *Et les entreprises préférées des jeunes sont...*, Les Echos, 2025
16. *Attirer les talents dans l'aérien et l'aéronautique : défis, enjeux et recommandations*, Les Carnets de la Chaire Pégase, 2025
17. lyceeairbus.com
18. aeroaffaires.fr
19. ellesbougent.com
20. salondesformationsaero.fr

Bibliographie

- *The Right Stuff*. New York: Farrar, WOLFE Tom, Straus and Giroux, 1979
- *Mettre Ingénieurs, Ouvriers, Techniciens, Commerciaux... Comment L'aéronautique Massifie Ses Embauches*, EPITROPAKIS Roman, Les Echos, 2024.
- *L'Aéro Recrute*, SIAE, 2025
- *Fréquentation Record Au Salon du Bourget*, GUILLEMARD Véronique, Le Figaro, 2023
- *Aviation : Les Compagnies Aériennes Mondiales S'engagent À "Zéro Émission Dette de CO2" D'ici À 2050*, DELMAS Jean-Loup, 20 Minutes, 2021
- *Toulouse. Aerospace Valley : Vers une Innovation Accélérée et une Transition Écologique de L'aéronautique et de L'espace*, ALINAGHI Dorian, Entreprises Occitanie, 2025
- *Le Soutien Public À la Filière Aéronautique*, Cour des Comptes, 2022
- *Formations pour un métier dans l'industrie aéronautique et spatiale*, GIFAS, 2024
- *Rapport sur la coopération entre la recherche académique et la filière industrielle aéronautique et spatiale*, GIFAS, 2024
- *Impact de la transition écologique sur les métiers et les compétences de l'industrie*, L'Observatoire compétences industries (OPCO 2i), 2022
- *Emmanuel Macron Annonce 2,1 Milliards D'euros D'investissements Pour Décarboner la Filière Aéronautique*, La Tribune, 2023
- *Pour Toulouse et l'ex-région Midi-Pyrénées, l'importance de l'aérospatiale a triplé en 40 ans*, LABAYE Bruno, INSEE, 2025
- *Comité stratégique de la filière aéronautique. Contrat 2024-2027*, Direction générale des Entreprises - Conseil national de l'industrie, 2023
- *Ambition Pour L'industrie | Dossier de Presse*, Ministère du Travail, de la Santé, des Solidarités et des Familles, travail-emploi.gouv.fr, 2024
- *Étude prospective des besoins en recrutement dans la Métallurgie à horizon 2030-2035*, Observatoire paritaire de la Métallurgie, 2024
- *La Grande Crainte de la Filière Aéronautique : La Fuite des Talents*, POMMIER Sébastien, L'Express, 2020
- *Comment Réussir la Transition des Compétences Dans un Monde Digital ?*, PwC, Mars 2020
- *The Talent Gap: The Value At Stake For Global Aerospace And Defense*, McKinsey & Company, 2024
- *Nouvelle-aquitaine - "New Space", la Nouvelle Conquête Spatiale*, WUNSCH Jennifer, Les Échos Judiciaires Girondins, 2022



Jordan PRIGENT

ELISA AEROSPACE

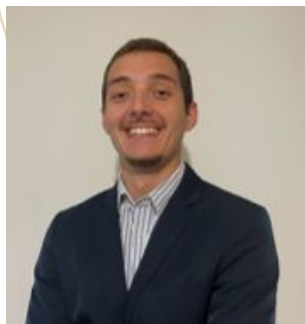
The son of a military officer, I grew up with a strong awareness of defense and sovereignty issues. This background instilled in me a sense of discipline, service, and strategic thinking, values I now apply in my final year of engineering studies at ELISA Aerospace, where I specialize in missiles and space systems.

Passionate about space and industrial strategy, I am particularly interested in the connections between innovation, economics, and sovereignty.

My academic path reflects a desire to contribute to the growth of the European space sector by combining strategic vision with technical understanding.

As a continuation of this journey, I aim to complete a final-year internship at the crossroads of space strategy and business development, ideally within the Toulouse ecosystem.

Alongside my studies, I volunteer for the Téléthon and practice running, which provides daily motivation and perseverance.



Dorian HILT

ELISA AEROSPACE

Having spent part of my childhood in French Guiana, witnessing Ariane 5 launches and growing up surrounded by science fiction sparked an early passion for space. Coming from a military family and having completed the French Navy's preparatory training program, I developed a strong sense of discipline and commitment to service.

Naturally, I pursued studies in aerospace engineering, specializing in space systems and missile technologies. Now in my final year, I aim to contribute to France's space sovereignty by undertaking a final internship in pyrotechnic testing, ideally in the Bordeaux area.

Alongside my studies, I serve as a lifeguard and team leader at the Civil Protection of Gironde. A dedicated athlete in running and swimming, I nurture discipline, perseverance, and teamwork through my sporting practice.

PROJET

ASTRES

Apprentissage Scientifique et Technologique
pour la Recherche et l'Éducation Spatiale

Avec le soutien de :



MBDA



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE ET
DE LA JEUNESSE

ananeGROUP

L'ATELIER
PRINT



Le projet ASTRES en quelques mots ...

ASTRES vise à désacraliser le spatial en l'introduisant dès le plus jeune âge, via les centres de loisirs. C'est un **projet éducatif** qui fédère les structures locales, industriels et institutions autour de la culture spatiale. Il propose des **outils partagés, des formats pédagogiques** testés et approuvés, et un cadre accessible à tous. Déjà testé auprès de plus de 100 enfants issus de divers contextes (rural, handicap, quartiers prioritaires), il a été salué pour son impact et sa répliquabilité par des acteurs comme Airbus Defence & Space, ArianeGroup ou la mairie de Toulouse. ASTRES allie accessibilité sur le terrain et ambition durable, en construisant un dispositif ouvert, évolutif et inclusif.

Le plus grand défi spatial est ici, sur Terre

► *Le paradoxe d'un secteur stratégique mal connu*

Alors même que le secteur spatial connaît une accélération historique, il reste frappé par une invisibilité sociale persistante. Une enquête menée par l'Agence Spatiale Européenne révélait en 2019 que **63 % des citoyens européens ignoraient les missions concrètes de l'ESA**, et encore plus les métiers du spatial [1].

Ce déficit de connaissance n'est pas anecdotique : il alimente un désintérêt structurel, freine les vocations scientifiques, et nuit à l'adhésion citoyenne nécessaire pour soutenir les budgets publics et les ambitions industrielles.

Pourtant, les perspectives économiques sont claires. Selon un rapport de McKinsey, l'économie spatiale mondiale pourrait atteindre **1 800 milliards de dollars d'ici 2035**, soit une croissance annuelle de l'ordre de **8 %** [2].

À l'échelle européenne, les investissements publics sont en forte hausse : **Galileo, Copernicus, Ariane 6** illustrent la volonté de construire une **souveraineté technologique partagée** [3].

► *Un secteur concentré géographiquement*

En Europe, la France concentre à elle seule **près de 40 % des emplois spatiaux**, grâce à ses pôles de Toulouse, Paris, ou Bordeaux. À l'inverse, certains pays comme la Slovaquie, le Portugal ou la Bulgarie sont quasiment absents du paysage spatial industriel. L'ambition d'un espace stratégique européen unifié se heurte donc à une fracture entre pays contributeurs et pays périphériques, source d'inégalités d'opportunités. [4]

Cette polarisation se retrouve à l'intérieur même du territoire français. Selon l'INSEE, plus de **75 % des salariés** du spatial se concentrent en **Occitanie**, **Île-de-France** et **Nouvelle-Aquitaine**, laissant d'autres territoires, comme la **Corse**, la **Bourgogne-Franche-Comté** ou les **DROM** (hors Guyane), sans industrie ni relais éducatif. Ces zones sont donc moins exposées à la culture spatiale. [5]

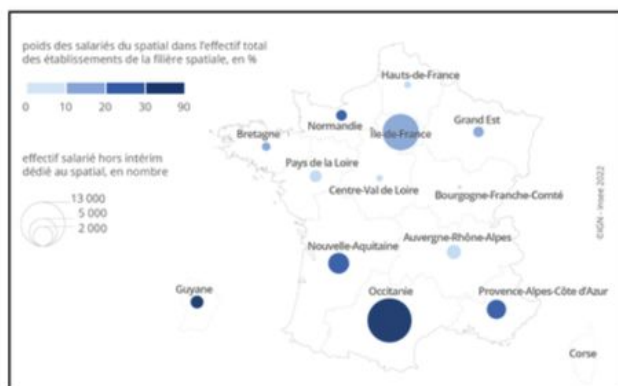


Figure 1 : Effectif du spatial en 2020 selon la région [5]

► *Un déficit éducatif et une opportunité sous-exploitée*

Ce manque de visibilité a un impact direct sur les jeunes générations. D'après une enquête récente menée auprès de **200 élèves post-bac**, **55 % d'entre eux n'avaient jamais entendu parler du spatial avant le lycée**, et seuls 16 % citaient l'école comme source d'information. [6]

L'école ne peut pas, à elle seule, combler ce vide. Ses contraintes de programme, de temps et de moyens limitent sa capacité à explorer certains domaines émergents comme le spatial, surtout dans les établissements les plus éloignés des bassins d'activité concernés.

Ce constat révèle une faille plus large dans notre approche éducative : celle de ne pas avoir encore trouvé les bons relais pour stimuler l'imaginaire scientifique dès le plus jeune âge.

Résultat : le spatial reste souvent réservé à une minorité déjà familière du secteur, issue des mêmes territoires ou des mêmes milieux sociaux.

Cette inégalité touche aussi les questions de genre : les femmes représentent seulement environ 20 % des effectifs du secteur spatial en Europe, avec une présence particulièrement faible dans les métiers à dominante technique.

► *Un frein structurel à la croissance*

Le lien entre déficit éducatif et tensions économiques est désormais évident. En 2023, **86 % des entreprises du spatial déclaraient des difficultés de recrutement**, contre 78 % l'année précédente. Cette pénurie de compétences freine l'innovation, ralentit des projets, et pousse de plus en plus d'acteurs à recruter à l'international, accentuant la dépendance technologique de l'Europe. [7]

Sur le terrain, certaines offres restent ouvertes pendant des mois, faute de profils qualifiés. Les ambitions industrielles sont là, les financements aussi... mais **il manque les femmes et les hommes** pour les concrétiser.

Face à ces tensions, il devient évident que la question des compétences ne peut être traitée uniquement à l'entrée dans l'enseignement supérieur.

Les **vocations scientifiques ne surgissent pas** par hasard à **18 ans** : elles se construisent bien plus tôt, au fil des années, à travers des expériences marquantes, des découvertes concrètes, et le sentiment que ces univers leur sont accessibles.

Miser uniquement sur les formations post-bac reviendrait à ignorer une réalité essentielle : c'est **dans l'enfance que se forment les premières curiosités**, les premières projections, les premières envies d'apprendre.

Et c'est là, précisément, que se joue l'avenir du spatial.

► *Un signal politique encourageant*

L'arrivée à la tête du ministère de l'Éducation Nationale de Madame BORNE, ancienne polytechnicienne, marque une inflexion importante. Son engagement en faveur de la culture scientifique, notamment dans les premières années du parcours scolaire, ouvre une fenêtre d'opportunité rare.

Dans un contexte où l'Éducation Nationale cherche à renouer avec sa mission de sens et de transmission, les projets éducatifs comme ASTRES trouvent une résonance nouvelle à condition d'être structurés, accessibles et ancrés dans les réalités du terrain.

► L'éducation comme levier de démocratisation

Démocratiser le spatial, c'est permettre à chaque enfant, quel que soit son milieu ou son territoire, de comprendre à quoi sert un satellite, ce qu'est un lanceur, ou comment l'espace influence notre quotidien. C'est **semmer une graine d'intérêt le plus tôt possible**, pour que les talents de demain ne soient pas seulement une élite technique, mais une génération diverse, engagée et préparée à relever les défis d'un secteur stratégique.

Mais il ne s'agit pas de transformer chaque enfant en futur ingénieur ou astronaute. **L'objectif n'est pas la spécialisation, mais la familiarisation**. Car dans une société où l'espace joue un rôle croissant (climat, télécoms, ...) il est essentiel que chacun dispose d'un minimum de culture spatiale pour comprendre les enjeux du monde qui l'entoure.

Tous les enfants ne travailleront pas dans le spatial. Mais **tous doivent pouvoir en comprendre les enjeux. Il est temps d'en faire une culture commune.**

Le maillon manquant de la démocratisation spatiale

► Un paysage d'initiatives riches mais fragmenté

Depuis plusieurs années, diverses initiatives visent à rapprocher les jeunes du secteur spatial : la **Cité de l'espace à Toulouse**, les programmes de **Planète Sciences**, ou encore des projets pédagogiques menés avec engagement par des enseignants, comme au **lycée Paul Riquet de Saint-Orens (31)**, que nous avons pu rencontrer.

Plusieurs entreprises de l'industrie aéronautique s'impliquent également à travers des dispositifs ciblés, comme l'association **AGIT**, fondée par des collaboratrices d'**ArianeGroup**, le programme "Ingénieur pour l'école" d'**Airbus Defence & Space**, ou encore le Spatiobus du **CNES**, qui parcourt la France pour proposer des ateliers itinérants autour de l'espace. Il existe également des ressources en ligne, telles que le site *Les Métiers du Spatial*, qui permettent de mieux faire connaître les carrières du secteur.

Cependant, malgré cette richesse, un constat s'impose : **ces initiatives**, bien que précieuses, souffrent d'un **manque de coordination** et de cohérence à l'échelle nationale. Trop souvent, elles reposent sur des dynamiques locales, des financements ponctuels ou la motivation de quelques personnes-clés. En l'absence d'une stratégie partagée et d'un maillage territorial structuré, leur impact reste limité et inégal. La culture spatiale ne touche qu'une partie des jeunes : ceux qui ont la chance d'être scolarisés dans un établissement engagé, de vivre près d'un centre urbain ou de bénéficier d'un environnement social favorable.

« Les outils sont là, mais le défi reste de les inscrire durablement dans les mœurs. »

Mme BOURDEAU, Chargée de mission pour le site Les Métiers du Spatial - rencontrée le 25/07/2025

C'est précisément ce déficit d'ancrage culturel que le projet ASTRES souhaite combler.

Ce qui manque aujourd'hui, ce n'est pas la passion mais une **architecture éducative structurée**, capable d'atteindre tous les enfants, bien en amont du lycée ou des filières spécialisées. La plupart des dispositifs actuels s'inscrivent dans un cadre scolaire ou périscolaire, ce qui, à lui seul, ne suffit plus. Trop d'enfants échappent encore à ces initiatives pour diverses raisons.

Pour réellement démocratiser l'accès au spatial, il faut aller à la rencontre des enfants **dans leurs espaces de vie, de jeu et de découverte**.

C'est là qu'intervient pleinement la vocation du projet ASTRES : tisser une continuité éducative ancrée dans les territoires, **inclusive et durable**, dès le plus jeune âge.

« Le 1er degré est très important et est un vrai levier utile. Il est nécessaire de proposer des actions de culture scientifique, car cela peut dès à présent influencer leur orientation. »

M. HAVART, Direction générale de l'enseignement scolaire (DGESCO) - rencontré le 21/07/2025

Comprendre ASTRES : un projet éducatif d'un nouveau genre

► Un autre espace pour apprendre

Le projet ASTRES repose sur une conviction fondatrice : les **centres de loisirs** représentent aujourd'hui **le plus grand levier encore largement inexploité** pour éveiller les jeunes aux sciences spatiales. Ces structures **accueillent chaque semaine des centaines de milliers d'enfants** dans un cadre ouvert, ludique et accessible, loin des contraintes du système scolaire classique. Contrairement à l'école, les centres de loisirs ne reposent pas sur des programmes normés, ni sur une logique d'évaluation ; ils offrent **un environnement propice à l'expérimentation, à l'imaginaire, et à la coopération**.

Cette opportunité éducative prend tout son sens dans un contexte où les centres de loisirs sont en plein essor. Depuis la pandémie de Covid-19, leur fréquentation ne cesse d'augmenter : entre 2022 et 2024, le nombre d'enfants encadrés a **progressé de 3,3 %**, confirmant leur **rôle croissant** comme lieux d'apprentissage informels mais efficaces. Ces structures accueillent par ailleurs une **grande diversité** d'enfants, tant sur le **plan social** que territorial, favorisant naturellement la **mixité** dès le plus jeune âge.[8]

Une étude publiée dans la *Revue française de pédagogie* souligne d'ailleurs que les temps de loisirs bien structurés peuvent, dans certains cas, favoriser un engagement plus actif, une meilleure mémorisation et une autonomie renforcée, en comparaison au cadre scolaire. [9]

Pourtant, les centres de loisirs restent largement **ignorés par les grands acteurs du spatial et de l'aéronautique**, qui concentrent encore, comme exprimé précédemment, l'essentiel de leurs actions sur les lycées, les collèges ou les espaces muséaux.

C'est dans ce contexte que le projet ASTRES déploie ses actions. Loin d'envisager les centres de loisirs comme de simples lieux d'animation, ASTRES les considère comme **le cœur stratégique d'une pédagogie de la curiosité et de la découverte**, où la science se vit comme une aventure et non comme une matière scolaire.

► Une offre pédagogique en évolution

ASTRES se décline aujourd'hui en plusieurs formats pensés pour s'adapter aux besoins des structures et aux réalités de terrain :

La journée immersive, déjà testée et approuvée, constitue une première approche accessible et marquante. Elle repose sur une narration engageante, autour d'une mission spatiale fictive, d'un défi collectif ou d'un scénario d'exploration scientifique. Ce format permet de créer un moment fort, déclencheur de vocations et d'imaginaires. L'essence de ces journées repose sur l'accompagnement assuré par des professionnels du secteur.

Les séjours à thème, en cours de conception, permettront à terme de proposer des expériences sur plusieurs jours, avec une **trame narrative approfondie**, une **progression pédagogique structurée** et un **renforcement des compétences** en lien avec l'univers spatial.

Les **kits d'animation clé en main**, actuellement en cours d'enrichissement, ont pour vocation de **diffuser le dispositif ASTRES à l'échelle nationale**. Chaque kit comprendra une lettre d'intention, un scénario narratif structuré, des supports immersifs, l'ensemble des fiches d'activités accompagnées de leurs objectifs pédagogiques, ainsi que des illustrations explicatives et des conseils pratiques pour la mise en œuvre.

Conçus pour être **accessibles et autonomes**, ces kits permettront à tout centre de loisirs, y compris les plus isolés ou modestement équipés, de s'approprier facilement le programme, sans nécessiter la présence de l'équipe ASTRES sur place.

Concevoir, animer, transmettre : les journées ASTRES

► Du concept à l'action : une mise en œuvre concrète

Conscients qu'un projet éducatif ne peut se construire sans confrontation au terrain, nous avons fait le choix de **tester le dispositif ASTRES**.

Ce dispositif a été pensé pour être entièrement **autonome**, permettant à des structures d'animation d'organiser les journées immersives sans dépendre constamment de spécialistes externes. Pour cela, un **travail collaboratif** a été mené avec des **professionnels de l'animation**, afin d'adapter les contenus et supports aux réalités du terrain et aux contraintes des équipes.

Pour structurer l'ensemble du dispositif, un **dossier** complet d'environ **vingt pages** a été élaboré, faisant également office de **première ébauche** pour les kits pédagogiques.

Afin de renforcer l'impact éducatif et émotionnel des journées pilotes, plusieurs supports complémentaires ont été développés :

- un **livre illustré** d'une vingtaine de pages, imprimé en partenariat avec *l'Atelier Print*, reprenant des thèmes classiques du domaine (système solaire, fusées, satellites, etc.) ;



Figure 2 : Extrait du livre ASTRES

- **deux modèles de diplômes**, conçus par tranche d'âge, pour valoriser la participation des enfants au fil de la journée ;



Figure 3.: Diplômes délivrés à la suite des journées ASTRES

- **une planche de stickers**, réalisée en partenariat avec l'Atelier Print, représentant un panel de métiers du spatial.



Figure 4.: Stickers de métiers réalisés par l'équipe ASTRES

- des **goodies officiels** offerts par l'**Agence Spatiale Européenne** (stickers, badges, flammes) spécialement fournis pour ces journées pilotes, viennent enrichir l'expérience en y ajoutant une dimension unique et authentique.

Ces supports ont ainsi permis de **contacter une trentaine de centres de loisirs**, principalement en zones rurales, afin d'évaluer leur intérêt et leur disponibilité.

Les retours ont été extrêmement encourageants : plusieurs structures ont exprimé leur volonté d'accueillir une journée immersive ASTRES. Ces échanges ont **confirmé la pertinence du format proposé** ainsi que **l'intérêt concret** des acteurs de terrain.

Deux journées pilotes ont alors été organisées, chacune pensée comme un laboratoire grandeur nature du dispositif.

Le dispositif a également été testé au sein de l'**ADIAPH** (Association pour le Développement, l'Insertion, l'Accompagnement des Personnes Handicapées), renforçant ainsi sa portée inclusive.

► La première mission **ASTRES** à Hostens (33)

Le **28 juillet 2025**, 56 enfants âgés de 6 à 17 ans, ont participé à cette journée immersive co-animée avec l'équipe d'animation de l'**ALSH** (Accueil de Loisirs Sans Hébergement) d'Hostens.

Après un premier lancement de fusées à eau réalisé le matin à titre de démonstration, les missions de la journée ont été expliquées aux enfants. Chacun a ensuite reçu le livre **ASTRES** permettant d'explorer les notions scientifiques essentielles, présentées dans un langage clair et illustré.

Ensuite, la journée s'est structurée autour des animations présentées dans le **tableau 1**, qui ont servi de fil conducteur pédagogique tout au long de la journée.

En parallèle, l'après-midi a prolongé l'expérience à travers des jeux collectifs, des quiz interactifs, des ateliers d'écriture de lettres aux astronautes de demain, ainsi que des lancements de fusées, qui ont animé cette seconde partie de la journée.

Cette expérience s'est conclue par la remise de **diplômes personnalisés** et de **goodies officiels estampillés ESA**, soulignant la participation active de chacun et renforçant le sentiment d'accomplissement individuel et collectif.



Figure 5 : Photos d'activités encadrées durant la journée

Âge	Activités	Enjeux pédagogiques
6-8 ans	Réalisation de maquettes du système solaire, allant de reconstitutions fidèles à des créations libres.	Découverte ludique du système solaire, développement de la créativité, apprentissage par le jeu
8-11 ans	Personnalisation des fusées à eau.	Développement de la motricité fine, appropriation du projet, engagement dans un projet concret
11-17 ans	Construction de structures de lancement intégrant différentes contraintes comme la stabilité ou l'étanchéité	Initiation à l'ingénierie, travail collaboratif, compréhension des principes mécaniques et de conception

Tableau 1 : Détails des activités et de leurs enjeux en fonction des tranches d'âge

► La deuxième mission ASTRES : immersion à Verdélais (33)

Le **8 août 2025**, l'équipe ASTRES a proposé sa journée immersive aux 36 enfants âgés de 3 à 11 ans, ainsi qu'à leurs 5 animateurs, du CVLV (Centre de Vacances et de Loisirs Verdélaisien).

Cette seconde édition a également été un véritable succès, salué non seulement par les enfants et les animateurs, mais aussi par les parents rencontrés en fin de journée.

Pour cette fois, l'organisation a été repensée afin de tester une nouvelle approche : chaque animateur **animait un atelier fixe** dans un espace dédié de la structure, tandis que les enfants circulaient librement d'un atelier à l'autre pour découvrir toutes les activités.

Ainsi, ils ont pu participer à des expériences variées, telles que :

- la **création** d'une **maquette** fidèle du **système solaire** ;
- l'écriture de **lettres** aux astronautes ;
- un **parcours d'obstacles** avec charges pour simuler une gravité différente
- la décoration de **fusées à eau** ;
- le visionnage d'un documentaire scientifique.



Figure 6 : Résultats des ateliers de la journée au CVLV

Comme lors de la première session, la journée s'est conclue par le **lancement des fusées** conçues par les enfants. Juste avant leur départ, chacun a reçu des souvenirs de l'événement : diplôme, planche de stickers, porte-clés et livre.

À l'initiative du directeur du CVLV, passionné par le domaine spatial, cette journée a même dépassé nos attentes.

*« C'est une journée dont ils se souviendront toute leur vie. »
M. HAVERT, Directeur du CVLV - rencontré le 08/08/2025*

Dans le cadre de notre démarche de démocratisation de l'éducation au spatial et afin d'élargir la portée de notre message, nous avons contacté un **journal départemental**, qui nous a fait l'honneur de couvrir l'événement pour en **publier un article**.

► L'engagement inclusif d'ASTRES avec l'ADIAPH : une collaboration élargie

Cette capacité d'adaptation à la diversité des publics et des contextes s'est particulièrement illustrée lors de notre collaboration avec l'ADIAPH. Bien que ce public ne soit pas la cible première de notre projet, nous sommes convaincus que la culture scientifique et la sensibilisation au spatial doivent pouvoir toucher **tout le monde**, sans exception.

Cette démarche inclusive vise à offrir à chacun, quels que soient ses besoins ou ses capacités, la possibilité de s'informer, de s'émerveiller et de se familiariser avec les enjeux et les merveilles de l'exploration spatiale. Ainsi, notre collaboration avec l'ADIAPH reflète notre volonté profonde de rendre accessible le savoir et la passion du spatial, en adaptant nos outils et méthodes pour garantir une expérience riche et adaptée à tous.

« Bien que ce projet vise à promouvoir les métiers de l'aéronautique et du spatial auprès des futures générations, il a su s'adapter à différents publics, notamment ceux sans projet professionnel.

Ce projet a permis à des personnes en situation de handicap de participer à des activités adaptées, qui ont éveillé leur intérêt pour le domaine spatial.»

Mme DIMANCHE, monitrice éducatrice - rencontrée le 27/06/2025

► Leçons tirées et évolutions envisagées

Ces premières expériences ont permis de confronter le projet à la réalité du terrain et d'en tirer de précieux enseignements.

Un constat majeur est la **richesse du potentiel** suscité : l'enthousiasme des enfants, même sans connaissances préalables, a été immédiat et durable. L'immersion narrative, la manipulation concrète et le thème spatial ont joué un rôle clé dans leur engagement.

Les retours des animateurs ont été tout aussi positifs : plusieurs ont découvert des notions scientifiques en participant, confirmant l'**impact intergénérationnel** du dispositif. Le projet agit ainsi comme une passerelle de vulgarisation scientifique pour tous.

Des ajustements sont toutefois jugés nécessaires. Le format d'une journée, bien qu'impactant, limite l'approfondissement des contenus. C'est ce qui a motivé l'idée de formats prolongés à l'avenir, sous forme de séjours thématiques. De même, certaines activités ont été adaptées pour mieux correspondre aux capacités cognitives des plus jeunes (par exemple en réduisant la densité des explications techniques).

Plusieurs centres de loisirs ont d'ores et déjà exprimé leur intérêt pour réutiliser les activités proposées, soit de manière autonome à l'aide des kits pédagogiques en cours de développement, soit dans le cadre de futures interventions menées par l'équipe ASTRES. Le dossier complet a été unanimement salué pour sa clarté, sa souplesse d'utilisation et sa richesse de contenu.

Avec plus d'une **centaine d'enfants sensibilisés** et des retours unanimes sur la qualité et l'impact du projet, ASTRES a démontré sa pertinence sur le terrain. Mais surtout, ces premières expérimentations ont mis en lumière un potentiel d'approfondissement encore largement sous-exploité.

ASTRES en orbite : déploiement et perspectives

► Structurer l'ambition

À la suite de plusieurs échanges avec des référents de l'Éducation Nationale habitués à accompagner des projets similaires, nous avons pu identifier les délais et leviers habituels de déploiement pour ce type d'initiative. En nous inspirant de ces retours d'expérience, nous avons **structuré un calendrier de développement** réaliste et progressif. Cette cohérence permet de maximiser les synergies avec les politiques publiques, tout en facilitant l'intégration d'ASTRES dans les dynamiques institutionnelles existantes.

Pour soutenir cette stratégie ambitieuse, il était essentiel de **construire un modèle économique** cohérent, stable, et indépendant des ressources locales. C'est pourquoi un **business plan complet a été élaboré sur dix ans**, intégrant les besoins humains, pédagogiques, logistiques et territoriaux. [10]

Ce plan prévoit un budget global de **1 071 200 €**, pour un chiffre d'affaires estimé à **1 257 600 €**, soit un bénéfice net projeté de **186 400 €**, intégralement réinvesti dans le développement du projet.

► Phase 1 : Lancement local (2025 – 2026)

La première phase du projet consistera à ajuster le format pédagogique actuel en conditions réelles. Grâce au soutien de la mairie et de la Cité Éducative, une expérimentation continue sera menée dans les centres de loisirs de quatre à cinq quartiers prioritaires de la métropole toulousaine, notamment au Mirail et à la Reynerie.

“Ce projet s’inscrit pleinement dans la volonté de la mairie de développer la culture scientifique, notamment chez les jeunes filles.”

Mme LALANE DE LAUBADERE, 1ère adjointe au maire de Toulouse - rencontrée le 08/07/2025

Grâce à ce dispositif, les contenus pourront évoluer en temps réel, tout en nourrissant les supports en développement avec Airbus Defence and Space et ArianeGroup.

“Ce type d’initiative est exactement ce que nous cherchons à soutenir dans notre stratégie d’ouverture vers les jeunes publics.”

Mme BARRAULT, RH Développement, ArianeGroup - rencontrée le 17/07/2025

De plus, un appui scientifique et logistique du CNES (Centre National d’Études Spatiales) est en cours de sollicitation, avec une réponse attendue suite aux premiers échanges.

D’un point de vue financier, cette phase est optimisée pour rester légère :

- Le **coût d’une journée** immersive est estimé à **239 €**, incluant le matériel (60 €), la logistique (150 €), et l’impression de supports (29 € pour 50 livres).
- Pour la période 2025–2026, 30 journées sont programmées, avec 320 kits vendus, chacun destiné à sensibiliser en moyenne 50 enfants, soit un total estimé de 16 000 enfants sur deux ans.



Figure 7 : Répartition des enfants sensibilisés

► Phase 2 : Changement d'échelle (2026 – 2030)

Après validation du format sur le terrain, ASTRES pourra se déployer dans l'ensemble de la métropole toulousaine, puis dans deux régions pilotes comme **la Corse** et **la Bourgogne-Franche-Comté**. Ce choix vise à tester la répliquabilité du dispositif dans des territoires éloignés des bassins spatiaux traditionnels.

Plutôt que de salarier de nouveaux intervenants, nous établirons **des partenariats territoriaux** avec des structures éducatives ou scientifiques (associations, centres de formation, collectivités) capables de mettre en œuvre le dispositif localement. Ces structures seront accompagnées par l'équipe centrale dans un objectif de qualité et de cohérence pédagogique.

Sur cette période, les kits pédagogiques continueront à être diffusés, avec une montée en charge régulière :

- De 480 kits en 2027 à 2 240 kits en 2030,
- De 35 à 110 journées ASTRES par an,
- Pour un impact cumulé de plus de 240 000 enfants sensibilisés entre 2026 et 2030.

Côté financier, cette montée en charge repose sur un modèle équilibré :

- Prix de vente d'un kit : 60 € TTC, pour un coût de revient d'environ 35 €, soit une marge nette unitaire de 25 €,
- Le soutien accru des partenaires devient essentiel pour garantir la pérennité logistique et éditoriale du programme.

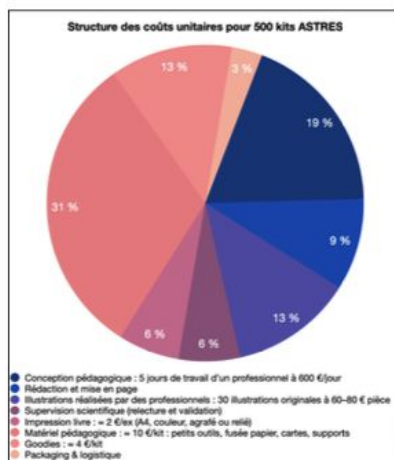


Figure 8.: Détails des coûts unitaires pour 500 kits ASTRES

► Phase 3 : Rayonnement national (2030 – 2035)

À l'horizon 2030, le dispositif pourra être déployé dans chaque académie, y compris en Outre-mer, en s'appuyant sur la plateforme nationale **ADAGE** (Application Dédiée À la Généralisation de l'Éducation artistique et culturelle). Cette interface, développée par le ministère de l'Éducation nationale, permet de référencer et d'intégrer des projets pédagogiques reconnus dans les établissements scolaires et périscolaires.

L'équipe d'ADAGE nous a d'ailleurs déjà contactés à la suite de nos premières démarches, témoignant d'un intérêt concret pour une future intégration du programme. Le format ASTRES aura d'ici là fait ses preuves, les ressources seront mutualisées, et les partenaires engagés dans la durée.

L'objectif est de faire d'ASTRES un **référentiel éducatif reconnu**, en s'appuyant sur les résultats mesurés, la qualité pédagogique, et l'implication de partenaires structurants comme le **CNES**. L'équipe centrale continuera d'assurer la coordination nationale, tandis que la mise en œuvre pourra être confiée à un réseau de partenaires locaux.

Entre 2030 et 2035, les ambitions visées sont :

- 135 à 190 journées ASTRES par an,
- 2 880 à 4 800 kits diffusés par an,
- Et un total de **plus de 1 million d'enfants sensibilisés** sur dix ans, une première à cette échelle dans le domaine spatial.

► Intentions en devenir

En complément de ce développement, un **concours national de fusées exclusivement** destiné aux **filles** pourrait être organisé en collaboration avec **ArianeGroup**. L'objectif de ce concours est de stimuler les vocations scientifiques féminines dans un domaine encore caractérisé par de fortes inégalités. Chaque équipe serait accompagnée par une « marraine » : une collaboratrice volontaire d'ArianeGroup engagée dans cette initiative.

Par ailleurs, l'organisation d'**ateliers pédagogiques** à destination des jeunes enfants visitant le **Salon du Bourget** a été envisagée. Dans cette optique, une phase de prospection est en cours auprès du **GIFAS** (Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales) afin d'anticiper et préparer la participation d'ASTRES à une prochaine édition du salon.

Enfin, le **Brevet d'Initiation Spatiale (BIS)** sera parallèlement déployé dans plusieurs collèges pilotes, avec un contenu validé par nos partenaires industriels. Destiné prioritairement aux élèves de 3e et de 2de, ce certificat vise à leur offrir une première formation structurée dans le domaine spatial, en approfondissant les notions scientifiques, techniques et culturelles abordées en classe. Conçu pour s'intégrer naturellement au service des enseignants volontaires, il ne génère aucun coût supplémentaire pour les établissements ni pour ASTRES. **L'encadrement pédagogique suivra un fonctionnement comparable à celui du BIA** (Brevet d'Initiation à l'Aéronautique), déjà existant.

► Un cadre juridique nécessaire

Afin d'accompagner ce développement progressif, nous avons entamé une **réflexion approfondie sur la forme juridique** la plus adaptée à chaque phase du projet. L'association loi 1901 constitue une structure simple et efficace pour lancer ASTRES, notamment pour accéder au mécénat et aux subventions.

Toutefois, à mesure que le projet se professionnalise, une transition vers une **SAS** (Société par Actions Simplifiée) ou une **SCIC** (Société Coopérative d'Intérêt Collectif) pourrait être envisagée pour sécuriser la gestion, accueillir de nouveaux partenaires dans la gouvernance, ou proposer des prestations payantes tout en conservant l'intérêt général du dispositif.

Année	Nombre de journées	Nombre de kit vendus	Coût total annuel pour ASTRES (journées + production kits) (€)	CA	Bénéfices
2025	10	80	5 600 €	4 800 €	800 €
2026	20	240	14 400 €	14 400 €	0 €
2027	35	480	27 600 €	28 800 €	1 200 €
2028	50	960	50 400 €	57 600 €	7 200 €
2029	80	1 600	83 200 €	96 000 €	12 800 €
2030	110	2 240	116 000 €	134 400 €	18 400 €
2031	135	2 880	147 600 €	172 800 €	25 200 €
2032	160	3 520	179 200 €	211 200 €	32 000 €
2033	180	4 160	209 600 €	249 600 €	40 000 €
2034	190	4 800	237 600 €	288 000 €	50 400 €
Total 10 ans	970	20 960	1 071 200 €	1 257 600 €	186 400 €

Tableau 2 : Résumé de la projection financière sur 10 ans [10]

L'empreinte d'ASTRES : vers un changement durable

► Des retombées sur les prochaines décennies

Le projet ASTRES a été conçu avec une ambition forte d'impact rapide, en ciblant dès aujourd'hui les générations qui construiront le monde de demain. En agissant sur les **enfants âgés de 6 à 14 ans**, le projet anticipe un effet à double temporalité : à court terme pour les plus âgés, qui seront susceptibles d'entrer dans la vie professionnelle d'ici une dizaine d'années ; à moyen terme pour les plus jeunes, qui atteindront leur sortie d'études longues aux alentours de 2045. Cette projection temporelle permet de mesurer **l'influence potentielle du projet sur les trajectoires d'orientation**, les compétences acquises et la perception générale du secteur spatial dans la société.

L'un des effets attendus du projet ASTRES est une montée en compétences scientifiques et techniques dès le plus jeune âge. En initiant les enfants à des notions liées à l'espace, à la physique, à l'ingénierie ou encore à la coopération scientifique, le programme s'inscrit dans une **logique d'éveil et de préparation à des disciplines** qui seront centrales dans les métiers de demain. Cette montée en compétences ne se limite pas à la transmission de savoirs : elle passe également par le développement de l'esprit critique, de la curiosité, de la rigueur et de la créativité.

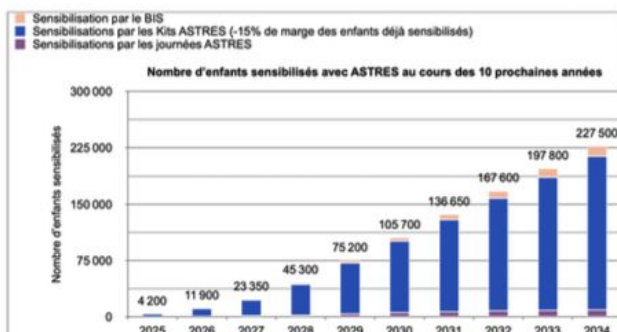


Figure 9 : Projection du nombre d'enfants sensibilisés sur la prochaine décennie

ASTRES participe aussi à une **réduction des inégalités d'accès à l'innovation**. En choisissant d'intervenir dans des structures souvent situées en milieu rural ou périurbain, et en s'adressant à tous les enfants sans distinction de niveau scolaire ou d'origine sociale, le projet lutte contre la concentration des initiatives culturelles et scientifiques dans les grands centres urbains ou les établissements prestigieux. Il offre ainsi à chacun, quelles que soient ses conditions de départ, la possibilité de se projeter dans des univers souvent perçus comme inaccessibles.

Au-delà de l'aspect éducatif, le projet contribue au **renforcement du vivier pour l'industrie spatiale**. Il vise à nourrir un écosystème global où chacun, à sa manière, pourra un jour interagir avec le secteur spatial : en tant que chercheur, technicien, communicant, décideur, ou simplement citoyen informé et intéressé. Cette **diversification des profils et des vocations** est essentielle pour garantir l'innovation, la pertinence et l'ancrage démocratique des choix technologiques de demain.

Un autre objectif fondamental d'ASTRES est de **créer un imaginaire collectif positif autour de l'espace**. L'espace est encore souvent perçu comme un domaine froid, technique, réservé à une élite brillante et lointaine. En mobilisant la narration, le jeu et la participation active, ASTRES cherche à rendre l'espace désirable, accessible, stimulant, et porteur d'un horizon commun. Il ne s'agit pas d'endoctriner ou d'imposer une voie, mais simplement de **rendre ce champ de pensée plus présent dans les esprits des enfants d'aujourd'hui, et des adultes de demain**.

Il est donc important de souligner qu'il n'est ni attendu ni souhaité que tous les enfants intègrent demain l'aéronautique ou le spatial. L'objectif est avant tout de **rendre ces secteurs attractifs**, au sens premier du terme. Selon le Larousse, « *est attractif ce qui plaît, séduit, ou captive* ». Si les enfants se sentent un jour appelés par ces univers, ce sera une victoire. Mais même s'ils n'y travaillent jamais, le simple fait d'y avoir été sensibilisés leur permettra de mieux comprendre les enjeux associés, d'avoir un regard plus nuancé sur ces domaines souvent caricaturés dans le débat public, et de soutenir des politiques plus éclairées.

Cette évolution des mentalités collectives est en elle-même un levier majeur d'impact. Un **public mieux informé**, capable de saisir la complexité des enjeux, sera en mesure **d'influencer** de manière constructive les **décisions** commerciales, industrielles et politiques à long terme. Il n'est donc pas utopique de penser qu'en sensibilisant dès aujourd'hui les esprits curieux de demain, on ouvre la voie à un **cercle vertueux**, où l'espace devient à la fois un terrain d'innovation, un vecteur de rêve, et un domaine mieux compris, mieux soutenu, et plus prospère.

ASTRES : L'enfance comme point de départ

ASTRES propose une nouvelle approche de la culture scientifique : concrète, accessible, au plus près des enfants, dans les centres de loisirs, là où l'école ne va pas toujours. Il ne vend pas de rêves préfabriqués, mais suscite des déclics, des curiosités, des envies d'explorer.

Son impact se mesure dans la qualité des échanges, l'enthousiasme des enfants, l'implication des animateurs. Il ouvre des espaces de découverte où chacun peut poser des questions, imaginer, comprendre, sans pression scolaire. C'est là sa force : instaurer un lien simple et vivant avec le spatial.

ASTRES ne cherche pas à conquérir l'espace, mais à le rendre proche, compréhensible et concret. Il ouvre ainsi la voie à une culture spatiale partagée dès l'enfance, capable de nourrir les réflexions et les choix d'un monde en transition.

« L'éducation est l'arme la plus puissante que l'on puisse utiliser pour changer le monde »

Nelson Mandela

Bibliographie

- [1] **European Space Agency (ESA)**. (2019). Enquête d'opinion européenne sur le spatial.
- [2] **McKinsey & Company**. (2023). Space: The \$1.8 Trillion Opportunity.
- [3] **Commission européenne**. (2024). Portail Espace.
- [4] **European Space Agency (ESA)**. (2024). Report on the Space Economy 2024.
- [5] **INSEE**. (2022). La filière spatiale en France. Insee Première, n°1919.
- [6] **ASTRES**. (mars 2025). Enquête menée auprès de 214 élèves de collèges et lycées.
- [7] **INSEE**. (décembre 2023). L'aéronautique et le spatial : une filière en reprise.
- [8] **La Gazette des Communes**. (s.d.). Accueils collectifs de mineurs : les accueils de loisirs retrouvent des couleurs.
- [9] **Revue française de pédagogie**. (2010). L'éducation hors école, une autre voie d'apprentissage, n°171.
- [10] **ASTRES**. (juillet 2025). Business Plan – Version complète (10 pages).

Table des tableaux

- Tableau 1 : Description des activités et de leurs objectifs selon les groupes d'âge pour la journée à l'ALSH d'Hostens.
Source : ASTRES, juillet 2025
- Tableau 2 : Aperçu des prévisions financières à dix ans pour le projet ASTRES.
Source : Business plan du projet ASTRES, juillet 2025

Table des figures

- **Figure 1 :** Effectif salarié au 31 décembre 2020 dédié à la filière spatiale selon la région [5]

Source : INSEE. Dans la filière spatiale en France, 1 650 sociétés diversifiées et une soixantaine de pure-players. Insee Première n°1919, septembre 2022.

- **Figure 2 :** Extrait du livre ASTRES de vingt pages, réalisé en partenariat avec l'imprimeur L'Atelier Print.

Source : ASTRES, juin 2025

- **Figure 3 :** Planche de stickers de métiers du spatial, réalisé en partenariat avec l'imprimeur L'Atelier Print.

Source : ASTRES, juin 2025

- **Figure 4 :** Diplômes de fin de journée, réalisé en partenariat avec l'imprimeur L'Atelier Print.

Source : ASTRES, juin 2025

- **Figure 5 :** Photo de la journée d'animation ASTRES à l'ALSH d'Hostens, réalisée le 28 juillet 2025.

Source : ASTRES, 28 juillet 2025

- **Figure 6 :** Réalisations des enfants lors de la journée d'animation ASTRES CVLV, réalisée le 8 août 2025.

Source : ASTRES, 8 août 2025

- **Figure 7 :** Répartition des enfants sensibilisés par les journées et les kits pédagogiques ASTRES.

Source : Business plan du projet ASTRES, juillet 2025

- **Figure 8 :** Détails des coûts unitaires pour la conception de 500 kits ASTRES.

Source : Business plan du projet ASTRES, juillet 2025

- **Figure 9 :** Projection du nombre d'enfants sensibilisés sur la prochaine décennie grâce au projet ASTRES.

Source : Business plan du projet ASTRES, juillet 2025



Mehdi MOKEDDEM
IPSA

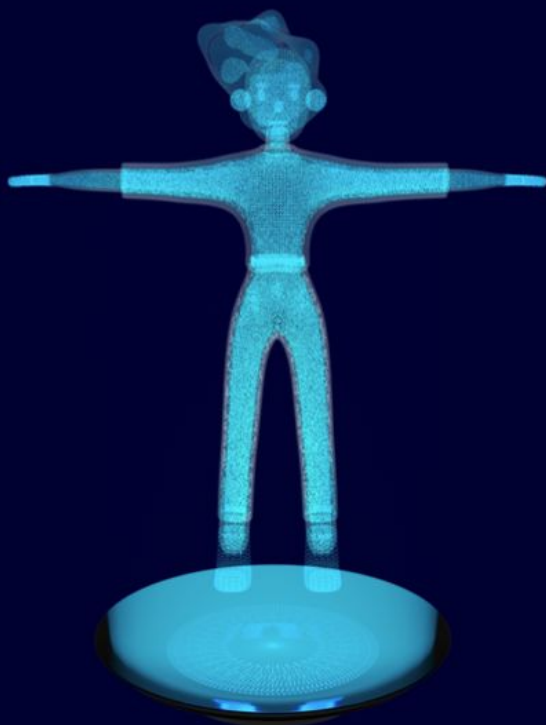
I am a fifth-year aerospace engineering student at IPSA, and I will graduate in 2026. I spent a semester abroad at Nanjing University of Aeronautics and Astronautics in China, where I will also complete my final-year internship on controlling light-matter interaction with photonic time crystals.

Passionate about space exploration and innovation, I aspire to become a systems engineer, airline pilot and ESA astronaut. I hold the Aeronautical Initiation Certificate (BIA) and I am currently training for my Private Pilot Licence (PPL), with 12 flight hours completed so far.

After my studies, I also intend to join the French Air and Space Force Reserve to gain valuable military experience. I am deeply committed to inspiring young people to pursue careers in aerospace and to contribute meaningfully to the advancement of this field.

Comment l'industrie aérospatiale
pourrait-elle accroître son attractivité
dans les prochaines décennies ?

Chargement ...



Overview



Life



GNC



Power



Coms



Airlock
Wing
Communications
Cabin Mics

Connected
Connected
Connected
Recording



- Hologramme
- CONFIDENTIEL
- Vainqueur USAIRE 2025
- Journal de bord
- EVA_Gateway.mp4
- Photos_Terre
- Mission_Log_Jupiter.pdf
- Méditation



Jour 0 : Introduction



« 1, 2, 1, 2. Ça enregistre ? » Alors, cher journal de bord, je suis le Dr Thomas Clervoy, ingénieur opérationnel sur Mars, actuellement à bord du Dragon X-27 dans le cadre de la mission Aurora. Nous sommes le 17 juillet 2050, et je souhaitais prendre le temps de raconter comment nous en sommes arrivés là. Comment l'industrie aéronautique est-elle devenue l'un des secteurs les plus dynamiques et attractifs du XXI^e siècle ? Car je suis persuadé qu'afin de décoder les secrets de cette industrie si spéciale, il est nécessaire d'effectuer une rétrospection sur notre passé et d'analyser ce qui a été propice à cette évolution.

Rêver. Ce simple mot porte en lui l'essence de l'humanité. On a tous cette chance de pouvoir rêver, et gratuitement en plus. L'être humain désire ce qu'il n'a pas, et c'est ce qui lui a permis d'atteindre l'inatteignable. Une quête insatiable qui nous a amenés là où nous en sommes aujourd'hui. Neil Armstrong, Edmund Hillary, Valentina Terechkova, Marco Polo. Tous ont ce point en commun qu'est d'avoir été des pionniers dans leurs domaines. Des rêveurs qui sont nés avec ce sentiment d'exploration et se sont battus pour accomplir un rêve fou. Que ce soit gravir l'Everest, marcher sur la Lune, traverser la Manche à la nage, devenir ingénieur, monter une start-up... Chacun porte en lui un rêve. C'est en alliant persévérance sans faille et ambition déraisonnable que nous avons réalisé ce qui paraissait encore impossible il y a 30 ans. Ce que je décris ici n'est pas anodin, ça a un lien intrinsèque avec cette question d'attractivité. En effet, on verra par la suite comment cette démarche de rêve est primordiale et fait office de boussole stratégique.

Mais rêver ne suffit pas. Encore faut-il comprendre comment ce rêve s'est construit, choix après choix, échec après échec. Si aujourd'hui je me trouve ici, sur Mars, c'est parce qu'une industrie entière s'est métamorphosée. Cette transformation ne s'est pas faite par hasard. Étape après étape, elle a su s'adapter de manière à répondre à tous les défis dont elle a fait face.

Pour raconter cette histoire, j'aimerais structurer ma réflexion en cinq temps. D'abord, dresser un état des lieux du secteur aéronautique tel qu'il était au tournant des années 2020, ses crises, ses enjeux et ses tensions. Ensuite, explorer la dynamique d'innovation et la vision long terme qui a guidé les grandes révolutions technologiques. Puis, je m'attarderai sur l'importance de l'humain, des talents, de la diversité et de l'inclusion. Dans un quatrième temps, je reviendrai sur l'essor du New Space et les nouvelles formes de coopération entre acteurs publics et privés. Enfin, je proposerai une feuille de route, comme un message adressé à celles et ceux qui, aujourd'hui encore, rêvent de rejoindre cette aventure étoilée.

Car l'attractivité de cette industrie ne tient pas seulement à ses fusées ou ses avions : elle réside dans sa capacité à fédérer les passions et à répondre aux défis du siècle.



Overview



Life



GNC



Power



Coms



Jour 1 : Etat des lieux



Si toute l'histoire de la Terre était retranscrite dans un livre de 1000 pages, l'histoire de l'Homme représenterait seulement les 3 dernières lignes. Ce que nous avons accompli n'est que le début d'une aventure qui nous dépasse. Né d'un optimisme infini, je crois en un progrès scientifique illimité.

Je me souviens qu'en 2025, l'industrie aérospatiale semblait à la croisée des chemins. La crise du COVID-19 avait mis à l'arrêt nos chaînes d'assemblage, perturbé l'approvisionnement en semi-conducteurs et menacé les emplois de milliers de pilotes, d'ingénieurs et de techniciens. Pourtant, grâce aux plans de relance, 15 milliards d'euros en France, et des fonds NextGenerationEU à l'échelle européenne de 800 milliards d'euros, nous avions assisté à une résurgence spectaculaire. Les ventes de la filière repassaient au-dessus des niveaux d'avant-pandémie et l'aérien reprenait presque 97% de son trafic de 2019. L'attractivité d'un secteur se construit d'abord par des investissements proportionnels à ses ambitions.

Je me souviens qu'au fil des décennies, le Salon du Bourget est resté une étape incontournable de notre industrie. Chaque année, il attirait plus de 300 000 visiteurs : professionnels aguerris, investisseurs en quête d'idées neuves, passionnés et simples curieux. Dans les années 2020, on y voyait des démonstrations en vol spectaculaires et des stands de présentation des technologies émergentes. À mesure que le temps passait, le Bourget s'est modernisé : visites virtuelles en réalité augmentée dès 2030, conférences holographiques avec des ingénieurs en orbite, et un « Startup Village » numérique permettant de lancer des partenariats en direct depuis n'importe quel continent. Ce rendez-vous annuel révélait immanquablement les grandes tendances, fédérait les talents et suscitait de nouvelles vocations. Véritable vitrine grand public et carrefour professionnel, il a longtemps catalysé l'enthousiasme et orienté les ambitions de notre secteur vers les défis de demain.

Au même moment, la pression climatique devenait un impératif. L'aviation, responsable de 2,5% des émissions mondiales de CO₂, en 2019, était pointée du doigt. Sous l'égide des gouvernements et de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI), l'Europe lançait ses programmes « Fit for 55 » et « ReFuelEU Aviation », imposant 70% de carburants d'origine durable (SAF) d'ici 2050. Les coûts initiaux étaient vertigineux, mais de cette contrainte naquirent les moteurs à hydrogène, l'optimisation trajectoire par IA et des matériaux ultra-légers directement inspirés de la recherche spatiale. C'est ainsi que l'Europe devint la première région climatiquement neutre, un pari gagné avant même 2050.

Dans le même esprit, la compagnie aérienne Emirates annonça en 2026 son projet de relancer le programme A380 neo, s'engageant à verser plus de 20 milliards de dollars à Airbus. Convaincue que le futur du transport long-courrier passait par de très gros porteurs, la compagnie exigeait une version plus sobre : moteurs compatibles SAF, ailes rétractables pour accéder à un plus grand nombre d'aéroports, structures en composites comme sur le B787 et l'A350. Ce choix audacieux soulignait l'attractivité retrouvée de l'aéronautique. Même un géant technologique historique se réinventait pour répondre aux enjeux écologiques et opérationnels.

Pourtant, ce boom portait aussi son lot de défis : les débris spatiaux menaçaient de transformer nos orbites en véritable décharge cosmique. En 2024, l'Agence spatiale européenne (ESA) estimait à plus d'un million les fragments supérieurs à 1cm, et le syndrome de Kessler devenait une perspective redoutée. Les premières initiatives, technologies de capture active et de désorbitation, jetaient les bases d'une gestion durable de l'espace.

Les enjeux géopolitiques cristallisaient les stratégies. Face aux tensions Est-Ouest et aux rivalités Chine-États-Unis, chaque grande puissance relocalisait ses productions critiques et sécurisait ses satellites de communication afin de garder cette souveraineté essentielle. L'Europe, en réponse, lançait son programme stratégique « GALILEO » et augmentait massivement son budget spatial.

En 2025, le Congrès américain a adopté le fameux « One Big Beautiful Bill », une loi monumentale qui débloquent plus de 10 milliards de dollars pour l'exploration spatiale, juste après le « cut » des budgets par Donald Trump envers la NASA. Toutefois, ce n'était plus un chèque en blanc. Les budgets, désormais soumis à des délais stricts, des bilans réguliers et des exigences de rentabilité, devaient produire des résultats concrets, sous peine de voir leurs crédits robotés l'année suivante. Cette impulsion redonnait à l'agence un peu d'oxygène et rassurait ses partenaires internationaux et passionnés du spatial, tout en soulignant que l'exploration spatiale restait, même en 2025, un enjeu stratégique, industriel et diplomatique de premier plan.

Part minimale de carburant durable pour l'aviation (SAF) à mettre à disposition dans les aéroports de l'UE



Overview



Life



GNC



Power



Coms



Jour 2 : Révolution technologique



Dans un second temps, on retrouve ce phénomène d'attractivité dans le progrès technologique. Du premier appareil de Clément Ader en 1903, qu'il nommait alors « Avion », jusqu'à aujourd'hui, l'innovation n'a jamais cessé de se parfaire. L'aérospatiale a su, au fil des années, converger du bon côté. Tout a commencé grâce à la course de l'air où les ingénieurs du monde entier ont accompli l'inimaginable : voler. Ils ont réussi là où même Léonard de Vinci a échoué avec ses petites esquisses de parachutes et d'appareils en forme de chauve-souris.



Qui sera maître des airs, sera maître du monde.

-Clément Ader



Cette frénésie d'une époque où voler n'était plus seulement un mythe mais une réalité a été rendue possible notamment grâce à tous les ingénieurs qui sont morts pour l'aviation.

Puis est venue la course à l'espace, née d'un objectif clair : être la meilleure nation. Cette compétition née de la guerre froide a été bénéfique. En 70 ans, on a réussi à atteindre la Lune grâce aux missions Apollo. L'aérospatial dispose d'une histoire riche ; grâce à notre esprit de compétition et à un soupçon de rêve, l'innovation fut propulsée vers de nouveaux horizons. Les agences spatiales avaient alors une vision claire du futur qu'elles espéraient construire. Il a fallu anticiper très tôt la demande des futures missions spatiales. Cette période est marquée par une effervescence technologique importante. En Europe, afin de garder une souveraineté dans ce secteur, il fut essentiel de disposer des technologies nouvelle génération. Que ce soit en aéronautique, avec le système de combat aérien du futur (SCAF), ou dans le spatial avec la présence d'une Agence spatiale européenne (ESA), il a fallu rester compétitif. Je me rappelle avoir lu un papier en 2025 sur les ambitions que l'ESA avait. Cette vision se projetait à 2040.



La R&D de l'ESA a toujours été guidée par l'audace, l'innovation sans relâche et la curiosité inflexible.

-Dietmar Pilz, Directeur Technologie Spatial de l'ESA



Cette curiosité et audace sont nécessaires. Se projeter et visualiser le monde de demain nous permettront d'avancer de manière à répondre aux défis futurs. Un futur connecté, sûr et durable. On peut aussi mettre en avant ce processus de visualisation qui est, à mon sens, un élément important à souligner. De la même manière que les fameux pilotes de la patrouille acrobatique de la Marine américaine « Blue Angels » ou les athlètes de haut niveau, nous avons compris qu'il était capital de manifester son futur pour le voir se réaliser.

Prenons l'exemple d'Airbus qui a dû répondre aux défis majeurs auxquels l'aéronautique faisait face depuis un certain temps : la décarbonation. Pour cela, ils ont conçu les avions de demain. Fin des années 2030, ZEROe, un avion fonctionnant à 100 % à l'hydrogène, a fait son premier vol avec des passagers. Il s'agissait alors d'une révolution dans les vols commerciaux. Cette accélération du développement a permis l'émergence de designs plus performants en un temps record. L'électrification a donné naissance aux eVTOL, ces taxis volants urbains capables de décoller et d'atterrir à la verticale, et autrefois dignes de la science-fiction. CityAirbus NextGen fut un pionnier, alors encore en prototypage dans les années 2020. Il s'agissait d'un eVTOL 100 % électrique à 4 places. Ces engins ont concrétisé notre rêve de mobilité urbaine avec des appareils silencieux et zéro émission. Avec une portée de 80 km et une vitesse de 120 km/h de croisière, ils ont ouvert la possibilité de navettes médicales d'urgence et de tourisme éco-responsable.



Overview



Life



GNC



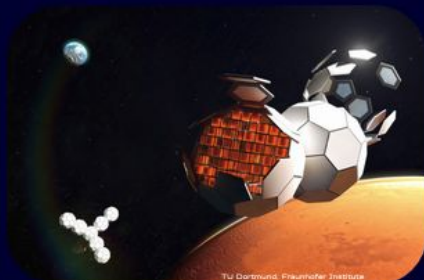
Power



Coms



À l'époque, on parlait déjà d'une économie spatiale circulaire et durable, qui ne laissait aucune trace de débris derrière elle. De nouveaux véhicules naviguaient avec une précision chirurgicale. Les structures spatiales ne venaient plus de la Terre, elles étaient construites directement dans le vide, assemblées en orbite. Contrairement à la Station spatiale internationale, qui a mis plus de 20 ans à être construite à la suite de multiples décollages depuis la Terre. Afin de tendre vers l'autosuffisance et d'espérer établir une présence pérenne, ce processus de travail est essentiel. De nos jours, nous ne sommes plus limités par les dimensions d'un objet spatial. Grâce à la conception directement in situ, en orbite ou sur d'autres planètes, nous pouvons imaginer des structures géantes. Une équipe du MIT s'est penchée sur le sujet et a développé une station spatiale autonome capable de s'auto-assembler module par module, comme des LEGO. Ce système, devenu commun aujourd'hui, a été inspiré par le travail d'astronautes qui ont observé que les protéines se synthétisent différemment en microgravité.



TU Dortmund, Fraunhofer Institute



Station Spatiale du MIT, TESSERAE

Mi-2040, on voyait pour la première fois sur la Lune et sur Mars des équipes mixtes de robots et d'humains qui exploraient de nouveaux territoires et extrayaient des ressources. L'homme arrivait à vivre de manière autonome dans un environnement aussi extrême que l'espace. On parlait alors d'« Oasis spatial ». Le développement technologique était sans fin : matériaux intelligents ; combinaisons spatiales d'augmentation physique avec exosquelettes intégrés ; conceptions et architectures biophiliques pour réduire le stress, améliorer le bien-être et la santé mentale des astronautes dans des milieux fermés pendant de longues périodes ; robots d'assistance capables de détecter, contrôler et prévenir des contaminations.

De même, l'IA générative a révolutionné la conception des avions : un avion se dessinait deux fois plus vite qu'auparavant. Ces modèles étaient capables de simuler des millions de configurations pour optimiser l'efficacité aérodynamique, réduire la consommation de carburant et renforcer la sécurité. Les ingénieurs pouvaient ainsi explorer des solutions innovantes sans dépendre uniquement d'essais physiques coûteux et chronophages.



L'intelligence artificielle atteindra le niveau humain vers 2029. Et plus loin, disons pour 2045, nous aurons multiplié l'intelligence, l'intelligence biologique et artificielle de notre civilisation, par un milliard.

— Ray Kurzweil, 1999



Au fur et à mesure des années, ce que l'on accomplissait dépassait notre vision initiale et le champ des possibles ne faisait que s'élargir. Le progrès était présent partout. Les technologies de détection étaient tellement plus évoluées et couvraient tout le spectre électromagnétique. On disposait de capteurs ultra-large bande et multifréquences. On maîtrisait la détection quantique. Les systèmes devenaient de plus en plus intelligents.



Overview



Life



GNC



Power



Coms

Un internet spatial reliait l'ensemble du système solaire. Les satellites devenaient essentiels à la 6G, à l'observation climatique en temps réel et à la navigation ultra-précise. Chaque satellite, chaque station, chaque vaisseau étaient pensés dans une logique écologique et responsable. Par ailleurs, ils n'avaient plus besoin d'être contrôlés grâce à une autonomie complète. Les lanceurs d'aujourd'hui sont tous réutilisables. Les technologies solaires de pointe et les innovations en propulsion permettaient de voyager plus loin, plus vite. C'était un nouveau chapitre de notre histoire. L'espace n'était plus un simple objectif lointain. Il était devenu un foyer.

Travailler dans l'aérospatial, c'était désormais toucher à l'intelligence artificielle, aux matériaux avancés, à la robotique, à la physique quantique ou encore à la biologie. Une multidisciplinarité fascinante qui attirait les esprits les plus curieux. Cette croissance, malgré ses défis, offrait non seulement des perspectives de carrière longues et stimulantes, mais aussi des salaires plus attractifs que dans d'autres industries.



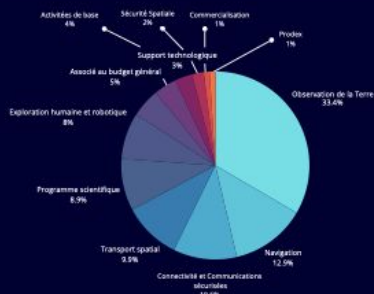
Jour 3 : Stratégies éducatives et inclusives



Pour augmenter l'attractivité de l'aérospatial, il est essentiel d'être transparent avec le grand public et d'expliquer clairement ce que l'on fait de leur argent. Il faut être précis sur les raisons pour lesquelles nous allons dans l'espace.

Souvent perçu comme un domaine élitiste et prestigieux, le spatial souffre encore de l'image de la « course à la Lune » héritée de la guerre froide, où l'on plantait un drapeau pour asseoir sa suprématie. Aujourd'hui, il est crucial de montrer que nous agissons pour l'humanité tout entière, pas simplement pour une démonstration de puissance, mais pour établir une présence humaine durable, faire avancer la science et bâtir l'avenir.

En 2025, le budget de l'ESA s'élevait à plus de 7,68 milliards d'euros, soit environ 16 € par habitant européen et par an. Cela équivaut à votre abonnement Netflix... mais pour financer toute l'Agence spatiale européenne pendant un an ! À titre de comparaison, la guerre en Irak a coûté près de 3000 milliards de dollars aux contribuables américains. Remis en perspective, le budget spatial européen ne représente que 0,23 % des dépenses publiques, et il finance notamment les satellites d'observation de la Terre, de navigation, de télécommunications et les missions habitées (8 % du budget). Ces chiffres doivent être partagés pour convaincre les plus sceptiques que l'exploration spatiale est un investissement bien plus modeste qu'on ne le croit, et qu'elle a des retombées immenses. Certes, il y a des problèmes importants à affronter sur Terre, comme le réchauffement climatique, la pauvreté et les famines dans les pays du Tiers-Monde, les guerres, ... Cependant, je crois qu'il ne faut pas hypothéquer le futur pour les problèmes du présent. Ne pas mettre tous nos œufs dans le même panier a été une décision essentielle.



→ Répartition du Budget de l'Agence Spatiale Européenne en 2025



Overview



Life



GNC



Power



Coms

“

Il est dans notre nature d'explorer, de tendre la main vers l'inconnu. Le seul véritable échec serait de ne pas explorer du tout.

— Ernest Shackleton, explorateur

”

On peut faire un parallèle avec Christophe Colomb, pionnier d'un Nouveau Monde, qui a ouvert la voie à des échanges et à des découvertes sans précédent. D'abord des pionniers un peu fous, puis des explorateurs courageux, ensuite les plus fortunés, avant que le grand public puisse enfin y accéder. Que ce soit pour la découverte de l'Amérique, l'avènement de l'aviation ou aujourd'hui le tourisme spatial, l'histoire a toujours fonctionné ainsi.

Par ailleurs, il est crucial d'être transparent sur les efforts de décarbonation engagés par les agences spatiales et les compagnies aériennes. Il ne faut pas tomber dans la facilité de culpabiliser en pointant du doigt de soi-disant responsables : c'est la dernière des choses à faire. Il faut au contraire montrer au public la multitude d'applications concrètes et bénéfiques issues de l'aérospatial. La Station spatiale internationale (ISS) nous a permis d'acquérir une connaissance scientifique en exploitant les propriétés de l'impesanteur. Que ce soit en médecine, science des matériaux, biologie, agriculture, robotique, physique fondamentale, etc. Par exemple, on s'est rendu compte que les virus étaient plus virulents et résistants à bord de l'ISS. Ces découvertes ont conduit au développement de cibles thérapeutiques et de vaccins. Par ailleurs, des projets comme Neuronix explorent des thérapies géniques en microgravité permettant de tester de nouveaux traitements contre la maladie d'Alzheimer plus rapidement et de manière plus fiable qu'en laboratoire terrestre. Rappelons que l'objectif numéro 1 des agences spatiales concerne la protection de la planète Terre. Les satellites d'observation monitorent depuis des années l'évolution du réchauffement climatique, ce qui nous a permis d'avoir un jeu gigantesque de données exploitables et nécessaires. Une multitude d'applications concrètes pour convaincre le grand public de croire en l'exploration spatiale.

Thomas Pesquet, lors de ses missions vers l'ISS, a parfaitement illustré cela en partageant sur les réseaux sociaux son quotidien d'astronaute et des images de la Terre vue de l'espace, soulignant ainsi sa fragilité et l'importance de la préserver. Ce travail de pédagogie est indispensable, car le spatial reste pour beaucoup un domaine flou et complexe. Cette vulgarisation est d'autant plus essentielle auprès des jeunes générations, en les inspirant et en les faisant rêver.

L'espace possède ce potentiel de rêve qu'il faut cultiver pour inciter les jeunes talents à embrasser des carrières scientifiques. Il faut également encourager les filles à ne pas se limiter par la peur de l'échec, car elles ont autant de potentiel que les garçons. La parité dans l'aérospatial progresse, comme le montrent les taux de candidatures aux sélections d'astronautes de l'ESA et de la NASA au fil des ans. On voit la même évolution chez les pilotes de ligne ou les pilotes militaires, avec une féminisation progressive et des carrières qui deviennent accessibles à tous. En 2022, les femmes représentaient 45,5 % de l'effectif de la compagnie Air France. La flotte bleue blanc rouge a aussi mis en place des initiatives telles que l'événement « Féminisons les métiers de l'aéronautique et du spatial » et a signé des partenariats avec des établissements de l'enseignement supérieur. Cela a permis de mettre en avant des valeurs comme l'égalité des chances, l'éducation, l'accompagnement et le mentorat, afin de garantir à chaque talent un parcours réussi et épanouissant, quels que soient leur genre ou origine.

Le secret, c'est de faire rêver les gens grâce à tout ce que l'espace représente : l'infiniment grand, l'exploration, le progrès scientifique et technologique. Il faut montrer que l'espace n'est pas réservé à des superman ou superwoman, mais qu'il est ouvert à celles et ceux qui osent rêver et travailler dur. Ce récit est un hommage aux passions, car ce sont elles qui nous poussent à nous dépasser.



Overview



Life



GNC



Power



Coms

“

Fais de ta vie un rêve, et d'un rêve, une réalité.
-Antoine de Saint-Exupéry

”

L'inclusion et la diversité sont des valeurs fondamentales pour rendre l'aérospatial plus attractif. Il faut offrir aux jeunes des opportunités concrètes, par exemple à travers des programmes éducatifs. L'ESA avait mis en place le Student Trainee Program, qui permettait aux jeunes diplômés de bénéficier de stages avec des expériences concrètes ; le défi européen Astro Pi offre aux jeunes l'incroyable opportunité de mener des recherches scientifiques dans l'espace en écrivant des programmes informatiques exécutés sur des ordinateurs Raspberry Pi à bord de l'ISS ; OSE InGÉ, un dispositif d'ouverture sociale proposé par l'école ISAE-SUPAERO ; le concours USAIRE Student Awards invite chaque année des étudiants du monde entier à proposer une réflexion innovante sur un thème lié à l'aérospatial, à la défense ou aux technologies avancées. Leur donner les moyens de réussir, c'est construire un monde prometteur et ambitieux.

Concernant l'inclusion, je me souviens de la sélection d'astronautes de l'ESA en 2022 qui, pour la première fois, a accepté des candidatures de personnes en situation de handicap, sous conditions. Cela changeait par rapport aux années précédentes, où seulement une certaine portion de la population pouvait candidater.

“

J'ai eu tellement de plaisir à participer à l'ESA Astro Pi Mission Zero cette année ! C'est la deuxième fois que j'ai réussi à envoyer un programme que j'ai codé aux astronautes à bord de la Station Spatiale Internationale !
-Liz, 9 ans

”

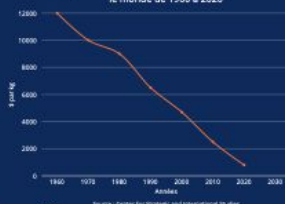


Jour 4 : Coopération internationale et New Space

Un tournant fut la démocratisation radicale menée par des visionnaires et des startups audacieuses. SpaceX et ses lanceurs réutilisables ont divisé les coûts des lancements par dix de 2010 à 2020.

Soudainement, l'espace est devenu accessible. Des constellations comme Starlink ont connecté le globe. Blue Origin et d'autres ont ouvert le tourisme spatial. Des entreprises ont rêvé de minage astéroïdal ou de la microgravité pour la pharma. Ce « NewSpace » a créé un écosystème frénétique : des financements, des startups disruptives comme Relativity Space, imprimant des fusées en 3D, ou Rocket Lab avec ses micro-lanceurs. Intuitive Machines fut la première compagnie à faire atterrir un rover sur la Lune. Honda, le constructeur automobile japonais, s'est également lancée dans cette course en développant son propre lanceur réutilisable. Ce « Startup Heaven » a convaincu des milliers de jeunes entrepreneurs de tenter leur chance dans ce secteur. Le nombre d'emplois ne faisait qu'augmenter. Une analyse, faite il y a presque 30 ans, en 2022, par Citigroup, prédisait que l'industrie spatiale atteindrait 1 000 milliards de dollars de revenus dans les années 2040. Ils ont visé juste. Avec les coûts des lancements qui ont chuté de 95 %, nous avons pu multiplier nos activités. Les investissements fusaient de tous les côtés.

Coût par Kilogramme pour les lanceurs spatiaux dans le monde de 1950 à 2020



Overview



Life



GNC



Power



Coms

Je me souviens qu'au début du siècle, le modèle de tarification « coût-plus » dictait chaque lancement : on additionnait les frais de fabrication et d'exploitation, puis on ajoutait une marge fixe. Mais très vite, ce système s'est avéré trop rigide face à l'explosion de la demande. Alors nous sommes passés à une tarification axée sur la valeur : on ne facture plus le simple coût de revient, mais l'avantage stratégique et opérationnel que chaque lancement apporte, c'est-à-dire que chaque client paie en fonction de ce qu'il gagne en rapidité, en flexibilité et en fiabilité. Grâce à cette transition, l'espace est devenu un véritable marché dynamique. Cette agilité économique, pionnière du NewSpace, a rendu notre secteur plus compétitif, plus innovant et absolument incontournable.

Au milieu des années 2010, SpaceX affichait un credo simple : « fail fast, learn fast » (« échouer vite, apprendre vite »). Chaque prototype de lanceur qui explosait en vol, chaque moteur détruit lors d'un test devenaient des leçons indispensables pour avancer plus vite. Cette culture de l'expérimentation rapide a créé un véritable aimant à talents : jeunes ingénieurs, entrepreneurs et investisseurs étaient attirés par la promesse d'un terrain de jeu où l'échec n'était pas puni, mais valorisé comme moteur d'innovation. En repoussant sans cesse les limites, SpaceX montrait que l'aérospatial pouvait être à la fois audacieux et efficace, un message qui, selon moi, a profondément renforcé l'attractivité du secteur.

Il me semble important de parler de coopération internationale, car c'est un élément majeur dans ce tournant aérospatial.

En grandissant, je me suis souvent demandé quelle était la solution pour converger vers un futur sain entre la coopération et la compétition. Puis, je me suis rendu compte qu'il ne s'agissait pas de trancher entre les deux, mais de les « orchestrer ». On parlera alors de coopération. En effet, il est nécessaire d'utiliser la coopération pour construire une base de confiance en mutualisant les ressources, puis la compétition pour accélérer l'innovation et tester les limites, avant de revenir à la coopération pour intégrer les meilleurs résultats. C'est ce va-et-vient qui peut nous faire converger vers un futur durable et propice à la créativité. L'open source en est un bon exemple : les contributeurs rivalisent pour proposer la meilleure fonctionnalité, mais tout le monde bénéficie de la bibliothèque finale.

Enfin, un tournant décisif fut l'émergence de nouveaux acteurs comme la Chine, l'Inde et les Émirats arabes unis. Cette dimension internationale a renforcé, auprès du grand public et des investisseurs, l'image d'un secteur ambitieux, prometteur et fédérateur. Cette pluralité des visages, des cultures et des ambitions a transformé l'image de l'aérospatial, qui n'était plus réservé à quelques nations riches, mais devenait un terrain de jeu mondial porteur d'espoir. Investisseurs, jeunes ingénieurs, scientifiques... tous ont commencé à voir dans l'aérospatial non seulement un défi technologique, mais un projet collectif où chaque pays, chaque individu pouvait désormais rêver d'avoir sa place parmi les étoiles.

“

Seul on va plus vite, ensemble on va plus loin.

”

L'ISS est le fruit d'une coopération sans précédent entre des ingénieurs venus des quatre coins du monde, parlant des langues variées, vivant dans des fuseaux horaires différents et porteurs de cultures distinctes. Pendant vingt ans, ils ont assemblé, module après module, cet incroyable vaisseau de métal et de promesses, qui file à 28 000 km/h à quelque 400 km au-dessus de la surface terrestre, résistant aux conditions extrêmes du vide spatial et, comme sorti tout droit d'une œuvre de science-fiction, défiant l'imagination. Pendant longtemps, elle est restée l'édifice le plus complexe jamais construit par l'homme.



Overview



Life



GNC



Power



Coms



Jour 5 : Trajectoire vers l'attractivité - ce que nous avons bien fait

Si j'avais la possibilité de faire une liste de propositions au monde des années 2020 pour augmenter l'attractivité de l'aérospatial, voici ce que je leur proposerais via ce qui a marché pour nous :

1

Nous avons misé sur la jeunesse. En modernisant notre image, en ouvrant les données spatiales et en finançant hackathons, concours et stages internationaux pour inspirer une génération de talents. Nous avons permis aux jeunes de découvrir les vols paraboliques à très bas prix afin de faire germer en eux un rêve aérospatial. Nous avons offert un accès immersif à l'espace depuis la Terre. Grâce à la réalité virtuelle et à des expériences sensorielles dans les écoles et musées, chacun a pu « marcher » sur Mars et regarder la Terre depuis l'orbite. En parallèle, nous avons ajouté, dès la primaire, la matière « Aérospatial ».

2

Nous avons ouvert l'industrie à de nouveaux types de capitaux, avec des instruments financiers modernes décentralisés, facilitant l'investissement dans le spatial. Nous avons instauré un « Space Tech Index » mondial, un indice réunissant les entreprises spatiales les plus performantes, offrant aux investisseurs lisibilité, crédibilité et soutien à la croissance du secteur.

3

Création d'un terreau entrepreneurial spatial aussi fertile qu'aux États-Unis, en important ce système en Europe. Valoriser cette culture entrepreneuriale dès l'école avec des programmes de simulation : « Lance ta startup spatiale en 48h », incluant des cours obligatoires de pitch, de levée de fonds, d'explications du cadre juridique et des possibilités d'évolution. Mettre en place des incitations fiscales fortes pour les investisseurs qui soutiennent les jeunes pousses spatiales, directement inspirées du modèle américain SBIR et du capital-risque privé. De même, simplifier les formalités administratives et instaurer une exonération fiscale temporaire.



Mon Coup de Cœur



À partir des années 2030, nous avons compris que l'espace ne pouvait plus être confiné aux centres de recherche ultra-techniques et aux bases de lancement perdues dans des zones désertiques. Pour rendre l'aérospatial attractif, il fallait le rapprocher des talents, des idées et des écosystèmes vivants. Alors, nous avons implanté des incubateurs spatiaux au cœur des grandes capitales mondiales. Ces campus spatiaux internationaux étaient de véritables « Silicon Valley de l'espace » où étudiants, startups, ingénieurs, investisseurs et artistes cohabitaient dans cet environnement ultra-immersif. Des startups spatiales y développaient des micro-lanceurs, des plateformes d'observation ou des modules de survie pour la Lune. Des étudiants et des chercheurs y accédaient : à des FabLabs pour prototyper, à des simulateurs de mission ou à des bases de données ouvertes issues de satellites. Des designers, philosophes et artistes y étaient aussi invités pour inventer de nouveaux récits, formes de vie ou manières d'habiter l'espace. Des juristes et économistes travaillaient sur les nouveaux cadres réglementaires de l'espace commercial ou lunaire.

Une philosophie d'ouverture où il n'était plus besoin d'être un ingénieur spatial pour participer. Il suffisait d'avoir une idée concrète et une envie d'agir. En 2050, ces lieux ont fait naître des centaines d'entreprises et de projets à impact, souvent hybrides, toujours passionnants. Ils ont démocratisé le rêve spatial tout en lui donnant des racines économiques solides. Et ils ont prouvé que l'avenir de l'aérospatial ne se construirait pas dans les étoiles, mais bien au cœur des villes, entouré de diversité, d'idées folles et de collaborations inattendues.



Overview



Life



GNC



Power



Coms



Proposez un projet spécifique et concret avec un business case ...

@Usaire

500 k de vues · il y a 1 an



Paris Airshow 2025: vos perspectives sur le salon.

@Usaire

40 M de vues · il y a 2 ans



Quelle aviation pour le monde de demain ?

@Usaire

1,2 M de vues · il y a 4 ans



Jour 6 : Conclusion



Aujourd'hui, en 2050, nous avons fait de l'aérospatial un domaine accessible et inspirant. Les talents viennent de tous les horizons, portés par la passion plus que par le prestige. Nous avons su transformer l'espace en un projet collectif, un rêve qui appartient à l'humanité entière. Et c'est cette vision, née de la transparence, de la coopération et de l'inspiration, qui a fait toute la différence. Si j'avais cette chance de pouvoir passer un message à l'humanité des années 2020, ce serait de rêver grand et d'être optimiste pour le futur.

L'humanité a su transformer ses plus grands défis, tels que l'urgence climatique, les tensions géopolitiques et les limites technologiques, en leviers d'une renaissance spectaculaire. L'aérospatial est devenu attractif car il incarne l'avenir : un avenir technologique, un avenir économique, un avenir humain. Il a su séduire les investisseurs par son potentiel, les ingénieurs par ses défis techniques vertigineux et le grand public par l'immensité du rêve qu'il porte.

J'espère vous avoir convaincu qu'il faut croire en l'aérospatial. Car y croire, c'est déjà 50 % du chemin parcouru.



Je n'ai jamais été aussi près des hommes que lorsque j'étais seul dans le ciel.
-Romain Gary



Cette phrase de Romain Gary résonne toujours. Ici, dans le silence du Dragon X-27, à des millions de kilomètres de tout, je me sens profondément connecté à cette humanité qui a osé rêver plus grand, plus haut, plus loin. Voilà l'étoffe dont sont faits les rêveurs qui nous ont menés là où nous en sommes. Et cette aventure, cher journal, ne fait que commencer.

Fin de l'enregistrement.



Romain Gary

Base de Données :

Chargement ...

X

Sejal Akre, [Rapport d'étude de marché sur l'avionique aérospatiale](#)

Gouvernement du Québec, [STRATÉGIE QUÉBÉCOISE DE L'AÉROSPATIALE](#)

BlueDocker, [Recruter dans l'Industrie aérospatial](#)

France Science, [L'émergence et le développement du New Space aux États-Unis](#)

AIAC, [Budget fédéral de 2023](#)

ESA, [Technology 2040: a vision for the european space agency](#)

INSEAD, [Les Conférences INSEAD 06/02/2025](#)

Air France au Bourget 2025 : [cap sur les talents et les métiers d'avenir](#)

TEDx, [How to Build in Space — for Life on Earth, Ariel Ekblaw](#)

Nasa, [The Brain in Microgravity](#)

CNBC, [Investing in Space](#)

Le Journal de l'Espace

Commission Européenne, [Plan de relance pour l'Europe](#)

Plane Curious, [Emirates Wants The A380neo - But There's A Catch](#)

Astronomy, [Congress adds Artemis funding to Trump's "One Big Beautiful Bill," backing NASA's Moon return plans](#)

Entrepreneurfacile, [SpaceX : Le modèle économique innovant qui transforme l'industrie des lancements spatiaux](#)

[Le Podcast de l'Aviation](#)



Lucas DESPORTES

IPSA

I'm in my final year of a Master's Degree at IPSA, driven by a strong passion for aerospace and the ambition to contribute to this field. My goal has always been to deepen my technical knowledge while exploring innovative applications for the industry.

Alongside my studies, I've developed a strong interest in finance and the world of investing. That curiosity led me to discover cryptocurrencies - and beyond their market aspect, the fascinating technology behind them: blockchain.

Bringing together these two interests – aviation and blockchain – inspired the creation of Fly Chain.

Outside of academics, I enjoy climbing, badminton, and especially hiking in the mountains.



Dylan SANSAS

IPSA

I've always been drawn to physics and the challenge of learning new things, which is what led me to aerospace engineering. I am now in my final year of a Master's Degree at IPSA, where I'm specializing in Cybersecurity, Data, and AI.

I also spent time as an intern at Hammock Helicopter in Malaysia, where I focused on 3D modeling for various parts and tools.

I'm looking forward to finish my degree and to see what comes next. I really enjoy my specialization and I'm excited to find a role where I can keep learning.

Outside of my studies, I spend most of my free time climbing, diving, or playing the piano.

USAIRE STUDENT AWARDS 2025

Comment améliorer l'attractivité du secteur aérospatial durant les prochaines décennies ?



AÉROCAMPUS

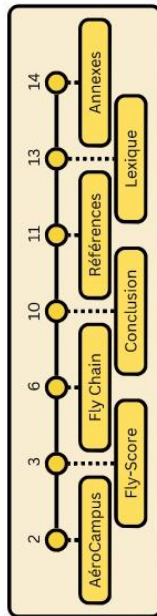
FLYSCORE

FLY CHAIN

Les piliers d'une aviation durable et innovante

1 | 13

Sommaire



Introduction

Le secteur aéronautique et spatial, pilier stratégique de la mobilité mondiale et de l'innovation technologique, se trouve aujourd'hui à la croisée des chemins. Malgré ses avancées, il souffre encore de lacunes : un manque de clarté sur ses **performances environnementales**, des difficultés persistantes à **attirer et former les talents de demain**, et une gestion des données **fragmentée** reposant sur des systèmes encore **vulnérables**. Ces insuffisances freinent l'atteinte des objectifs climatiques, limitent l'attractivité du secteur auprès des jeunes générations et ralentissent l'efficacité opérationnelle de la filière.

Chiffres clés

- 30 % des postes d'ingénieurs aéronautiques en France n'ont pas été pourvus en 2023. [\[1\]](#)
- 25 % des émissions mondiales de CO₂ proviennent du transport aérien. [\[2\]](#)
- 7 700 pièces aéronautiques suspectées d'être non conformes ou falsifiées en 2024, certaines intégrées aux appareils en service. [\[3\]](#)

Pour y remédier, nous avons imaginé trois solutions complémentaires :

➔ **Aérocampus** : un réseau mondial de formation intégrant réalité virtuelle, intelligence artificielle et doubles diplômes technologiques, afin d'attirer, former et fidéliser une nouvelle génération de professionnels

➔ **Fly-Score** [\[4\]](#) : un indicateur environnemental unique et transparent, inspiré du Nutri-Score, qui évalue les vols sur plusieurs critères (pas seulement le CO₂) pour offrir aux passagers, compagnies et décideurs un langage commun pour la transition écologique



Fly Chain : une blockchain aéronautique sécurisée et interopérable, pour assurer la traçabilité des données, faciliter la certification numérique et optimiser les échanges dans la supply chain

Nous voyons ces trois projets comme les piliers d'une **même vision** : préparer une aviation plus durable, plus inclusive et plus innovante d'ici 2040.



Note méthodologique

Nos propositions ne sont pas le fruit du hasard, mais le résultat d'une réflexion orientée par un double objectif : apporter des solutions concrètes aux enjeux identifiés, tout en démontrant leur faisabilité par des prototypes fonctionnels.



Pour le **Fly-Score**, nous avons choisi de développer une **application**. Ce format permet de tester en conditions réelles notre **système de notation**, de simuler **différents scénarios** (type d'aéronef, carburant utilisé, conditions de vol) et de rendre immédiatement visibles les écarts de **performance environnementale**. L'application répond ainsi à deux besoins : valider notre méthodologie de calcul et offrir un outil pédagogique capable de sensibiliser passagers, compagnies et régulateurs



Pour **Fly Chain**, nous avons développé une **blockchain** de ce nom, ainsi qu'un **site web** permettant de l'explorer. L'objectif est de rendre tangible la notion de **traçabilité**, en permettant à l'utilisateur de créer un « **jumeau numérique** » d'un avion ou d'une pièce, d'**enregistrer** des opérations, et de **consulter** leur historique. Plutôt qu'un schéma théorique, cette approche démontre concrètement comment la blockchain peut fluidifier les échanges, sécuriser les données et améliorer la confiance entre acteurs de la filière.

Nous avons privilégié ces approches visuelles et interactives car elles permettent de présenter des concepts complexes de manière claire, tout en constituant une base technique exploitable pour un déploiement ultérieur à grande échelle.

« La blockchain [...] a un rôle important à jouer dans l'engagement du secteur aéronautique à atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. » [\[5\]](#)

Todd Siena, CEO de Block Aero Technologies

Aérocampus : Former, Inspirer et Fidéliser les talents

2 | 13

Un secteur en manque de talents

L'aéronautique est un secteur passionnant et en constante évolution. Cependant, il fait face à un vrai défi : attirer assez de jeunes talents et leur donner les compétences adaptées aux besoins d'aujourd'hui et de demain. Aujourd'hui, les formations spécialisées s'appuient sur des partenariats solides, tels que l'ISAE-Supaero avec Airbus, Boeing et Dassault. Safran, ou les programmes développés par Airbus, Boeing et Dassault.

Ces initiatives restent **fragmentées, inégalement accessibles** et souvent centrées sur des **approches traditionnelles**. Pour relever les défis des prochaines décennies, il faut **élargir la base de talents, moderniser les méthodes d'enseignement et créer un véritable écosystème mondial de formation**.

Former le futur : Aérocampus

Dans le cadre de cette étude, nous avons imaginé **Aérocampus**, un réseau mondial regroupant un réseau d'universités et écoles spécialisées.

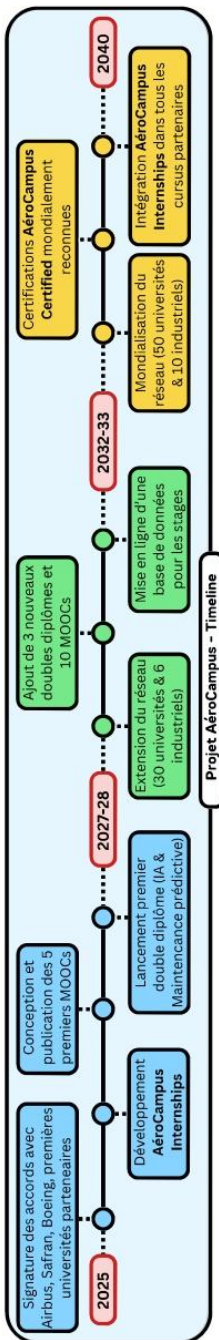
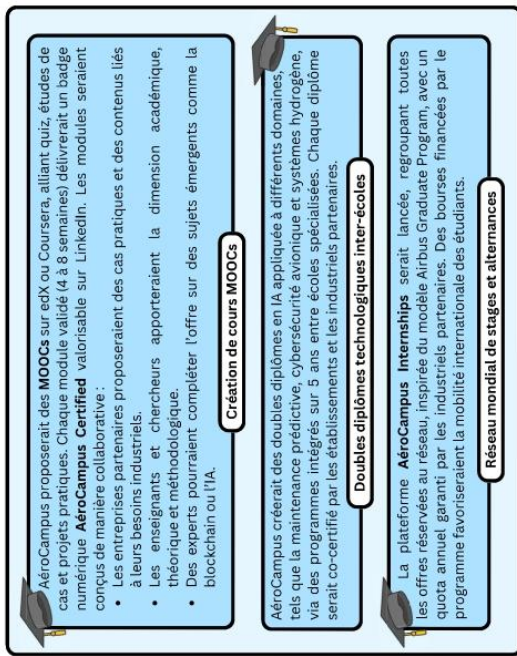


Notre solution

L'objectif est de créer un environnement d'apprentissage sans frontières, où les compétences sont **reconnues et transférables** à l'échelle internationale. Ce campus virtuel permettrait d'harmoniser les standards de formation, de faciliter les échanges entre établissements et de renforcer l'intégration avec l'industrie. Cela permet de préparer une nouvelle génération de professionnels capables de relever les défis technologiques et environnementaux de l'aéronautique.

Pour dépasser les limites des approches théoriques traditionnelles, **Aérocampus** intégrerait la **réalité virtuelle** dans ses programmes. Grâce à des simulateurs immersifs, les étudiants pourraient **concevoir, assembler et entretenir** des aéronefs dans un environnement virtuel réaliste, sans contrainte matérielle ni logistique. Les futurs

ingénieurs pourraient ainsi réaliser des diagnostics moteurs, simuler des opérations de maintenance ou tester de nouvelles configurations aérodynamiques comme s'ils étaient dans un hangar ou en vol.



Le Fly-Score : une métrique innovante pour une aviation durable

3 | 13

Un secteur clé, mais polluant

L'aviation est un pilier de la mondialisation, reliant les économies et les cultures. Cependant, cette mobilité a un **coût environnemental** considérable qui ne cesse de croître. Selon les dernières études, le secteur aérien représente environ **2.5 %** des émissions mondiales de CO₂, que l'on peut comparer aux émissions annuelles d'un pays comme l'Allemagne. Lorsque nous prenons en compte l'ensemble des effets climatiques, y compris les traînées de condensation et les émissions d'oxydes d'azotes (NOx), l'impact global de l'aviation atteint près de **3.8 %** du forçage radiatif anthropique [6].

Malgré ces constats alarmants, le trafic aérien continue sa progression avec une croissance annuelle oscillant entre **3 et 5 %** [7]. Les projections de l'IATA anticipent un doublement du nombre de passager d'ici 2035 [8]. Cette expansion fulgurante, si elle n'est pas accompagnée de mesures visant à la freiner, fera décoller l'impact environnemental du secteur, **compromettant** ainsi les objectifs internationaux de lutte contre le **changement climatique**.

Les lacunes des outils d'évaluation existants

Les solutions actuelles pour mesurer l'empreinte environnementale de l'aviation présentent des **limites** évidentes. Les calculateurs d'émissions proposés par les compagnies aériennes se concentrent presque **exclusivement** sur le CO₂. Cette approche ne prend pas en compte les effets "Non-CO₂" comme les émissions de NOx ou encore les traînées de condensation. Pourtant, selon le GIEC, ces effets représentent environ deux tiers du forçage radiatif total de l'aviation et peuvent multiplier par deux à quatre fois l'impact climatique selon l'EASA [9] [10].

A cela s'ajoute l'ignorance quasi-totale d'autres **impacts environnementaux** documentés comme le **bruit** qui a été reconnu par l'OMS comme facteur de risque cardiovasculaire [11], ou les **émissions de particules fines** issues de la combustion du kérosène qui sont nocives pour la santé respiratoire. [12]

Le problème est amplifié par l'absence de standardisation dans le secteur : chaque secteur applique sa propre méthodologie, ce qui empêche toute comparaison fiable entre compagnies [13].

La difficulté d'accessibilité des données environnementales

Au-delà des limites méthodologiques, le secteur aérien souffre d'un **déficit structurel de transparence**. Les données précises sur la performance environnementale des appareils et des compagnies sont rarement publiées et, lorsqu'elles le sont, restent souvent **fragmentaires, non comparables**, ou soumises à des **clauses de confidentialité**.

Ce manque de transparence concerne autant le grand public que les régulateurs : même l'OACI reconnaît que l'accès aux données exhaustives est **limité**, ce qui complique l'évaluation des politiques environnementales. En l'absence d'harmonisation, il est impossible pour les passagers, les investisseurs ou les décideurs politiques de comparer **objectivement** les performances environnementales des différents acteurs du secteur. Cette situation freine également l'adoption de mesures incitatives ou réglementaires efficaces.

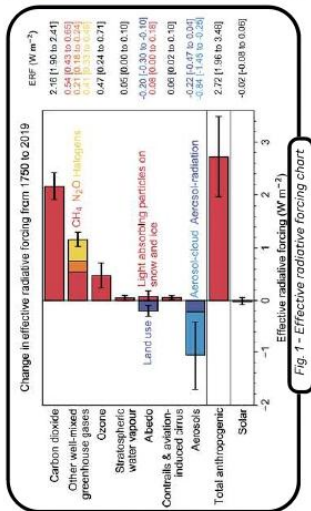


Fig. 1 – Effective radiative forcing chart.

FLYSCORE

Notre solution

Face à ces lacunes, il devient urgent de disposer d'un outil d'évaluation **complet et standardisé**. Cet outil doit intégrer l'ensemble des dimensions environnementales du transport aérien : émissions de CO₂ et de polluants atmosphériques, nuisances sonores, et utilisation de carburants alternatifs comme le SAF. Mais pour être efficace, un tel instrument doit être **accessible et compréhensible** pour l'ensemble des parties prenantes.

Au-delà du suivi, il doit servir de **levier stratégique**, en orientant les choix technologiques et opérationnels vers une aviation alignée avec les objectifs climatiques internationaux. C'est précisément l'ambition du **Fly-Score** : proposer un **indicateur global, transparent** et scientifiquement **fiable**, capable de rendre compte de la performance environnementale réelle de chaque vol et de stimuler une concurrence vertueuse dans le secteur.

Le Fly-Score : une métrique innovante pour une aviation durable

4 | 13

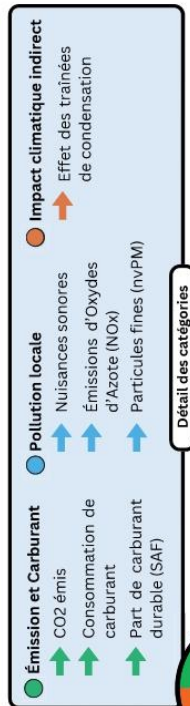
Qu'est-ce que le Fly-Score ?

Le Fly-Score est une **note environnementale** simple (de A à E) à l'image du Nutri-Score. Son objectif est de rendre l'information accessible aux voyageurs, compagnies aériennes et régulateurs pour encourager une aviation plus durable.

Comment fonctionne le Fly-Score ?

Le score repose sur **sept critères** clés, définis à partir de travaux scientifiques et de recommandations d'organismes internationaux (ICAO, IATA, NASA, DGAC). Ces critères couvrent trois dimensions (**Émissions et carburant**, **Pollution locale**, et **Impact climatique indirect**) pour évaluer précisément l'impact environnemental d'un vol.

La pondération attribuée à chaque catégorie reflète l'importance relative des impacts mesurés. Les émissions et la consommation de carburant dominent avec **60%** du score car le CO₂ issu de la combustion de kérosène est le principal contributeur climatique et l'efficacité énergétique en détermine la réduction. La pollution locale (**30%**) regroupe **NOx**, **particules fines** et **nuisances sonores** qui ont des effets sanitaires avérés. Quant aux impacts climatiques indirects, nous leur avons attribué un poids de **10%** car, bien que leur **effet radiatif** puisse dépasser celui du CO₂ à court terme, leur durée de vie est bien plus brève, ce qui justifie une pondération inférieure dans un indicateur global. De plus, leur évaluation reste incertaine : les traînées de condensation peuvent à la fois accentuer l'effet de serre ou, au contraire, réfléchir une partie du rayonnement solaire, rendant leur impact global difficile à prédire avec précision.



Comment est calculé le Fly-Score ?

Le calcul du Fly-Score suit un processus en trois étapes :

1 Normalisation

Pour chaque indicateur, nous nous intéressons à la valeur donnée. Lorsqu'elle est meilleure que la moyenne, la valeur est normalisée relativement à la moyenne et les meilleures performances du secteur. Si la valeur est pire que la moyenne, la normalisation se fait par rapport aux pires performances possible. On obtient ainsi une note de 0 à 100, afin de garantir la compatibilité entre avions et vols.

2 Pondération

Chaque note est ensuite multipliée par un coefficient reflétant l'importance de ce critère dans l'impact environnemental global.

3 Comparaison

Le score final est confronté à une base de données de 500 vols similaires, permettant de situer la performance relative de celui-ci (exemple : "Ce vol est **plus performant** que 85% des vols de sa catégorie"). À noter que, faute d'accès gratuit à des bases de données réelles, cette base a été générée de façon aléatoire dans des intervalles réalistes.

Notre solution

Le **Fly-Score** est un outil innovant au service de la **transition écologique** du transport aérien. Il propose une analyse environnementale complète par le biais d'un indicateur unique, clair et **compréhensible par tous** : une lettre de **A à E** associée à un code couleur.

En intégrant **sept critères** qui couvrent les principaux impacts environnementaux, il dépasse les limites des calculateurs actuels centrés seulement sur le CO₂. Grâce à sa méthodologie **rigoureuse** et **transparente**, le **Fly-Score** établit un langage commun entre passagers, compagnies et régulateurs, rendant l'impact environnemental des vols **visibles, comparable**, et **actionnable**.

Le Fly-Score : une méthode innovante pour une aviation durable

5 | 13

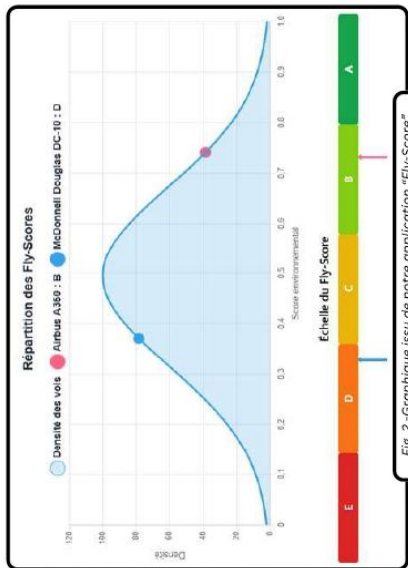
Cas pratique : Comparaison de deux avions - l'A350 et le Douglas DC-10

Pour illustrer concrètement l'utilité du **Fly-Score**, nous avons développé une **application** interactive permettant de calculer et comparer l'impact environnemental des vols en temps réel. Afin d'illustrer son fonctionnement, nous avons choisi la comparaison de deux avions - l'A350 et le Douglas DC-10 - comme cas pratique. Cette analyse compare deux configurations : un **appareil moderne** utilisant du carburant d'aviation durable et un **avion plus ancien** fonctionnant exclusivement au kérosène fossile.

Cas 1 : Airbus A350	
Type de Vol : Long-courrier	
Consommation de carburant (L/100 pax-km) : 2,5	
Emissions CO ₂ (g/pax-km) : 80	
Niveau de bruit (dB) : 82	
Emissions NOx (g/kg de carburant) : 11	
Carburant durable (SAF, %) : 40	
Particules fines (g/kg de carburant) : 0,02	
Traînées de condensation (W/m²) : 0,08	

VS

Cas 2 : McDonnell Douglas DC-10	
Type de Vol : Long-courrier	
Consommation de carburant (L/100 pax-km) : 5,1	
Emissions CO ₂ (g/pax-km) : 75	
Niveau de bruit (dB) : 86	
Emissions NOx (g/kg de carburant) : 8	
Carburant durable (SAF, %) : 0,1	
Particules fines (g/kg de carburant) : 0,045	
Traînées de condensation (W/m²) : 0,18	



Note méthodologique

Les données présentées dans ce rapport proviennent d'un **prototype** élaboré en **trois mois**. En l'absence d'accès aux API professionnelles, nous nous sommes appuyés sur des bases publiques et avons calculé à titre d'exemple. L'objectif à ce stade est de **démontrer** la méthodologie et le **potentiel** du **Fly-Score** et non de fournir des valeurs certifiées.

Note finale

Cet exemple démontre l'efficacité du **Fly-Score** : en un coup d'œil, il met en lumière l'écart environnemental entre deux vols comparables, révélant l'impact concret des choix technologiques et énergétiques. Là où les chiffres bruts peuvent perdre le lecteur, le Fly-Score **synthétise** l'information en un indicateur **unique, clair et universel**, rendant les comparaisons immédiates et actionnables. Cette capacité à transformer une analyse complexe en un outil **simple et fiable** en fait un levier puissant pour accélérer la transition vers une **aviation plus durable**.

Voir, Comprendre, Agir - C'est toute la promesse du Fly-Score.

Fly Chain : Transformer l'aéronautique par la blockchain

6 113

Une gestion des données actuellement fragmentée

Dans l'aéronautique, la fiabilité, la traçabilité et la sécurité des données sont essentielles. Pourtant, le secteur repose encore sur une **multitude de systèmes numériques propriétaires**, souvent fermés et peu interopérables. Cette fragmentation complique les échanges entre constructeurs, compagnies aériennes, fournisseurs, autorités de régulation et acteurs du MRO. Elle entraîne des **coûts supplémentaires**, des **retards logistiques** et un risque accru de **non-conformité**. Les audits sont ralentis par le manque de visibilité en temps réel, tandis que les documents papier ou PDF restent largement utilisés et vulnérables à la **falsification**. En parallèle, la digitalisation croissante expose le secteur à des **cyberattaques** de plus en plus fréquentes, ciblant notamment les systèmes de maintenance, les documents techniques et les outils de gestion de flotte.

Dans ce contexte, la **blockchain** offre une solution technologique robuste et décentralisée. Le marché mondial de la blockchain liée à l'aviation était estimé à environ **687 millions de dollars en 2023** et devrait être multiplié par près de cinq d'ici le début des années 2030 [14]. Elle permet de garantir l'intégrité des données, de fluidifier les échanges, d'automatiser certains contrôles et de renforcer la traçabilité documentaire. La suite de cet article détaillera les éléments clés pour concevoir une blockchain adaptée aux besoins aéronautiques et **corriger les limites actuelles**. Vous pourrez ensuite découvrir notre solution Fly Chain, utilisable via notre site web.

Comprendre le fonctionnement d'une blockchain

La blockchain est une technologie de stockage et de transmission d'informations, **transparente, sécurisée**, et fonctionnant **sans organe central de contrôle** [15]. Elle permet d'enregistrer des transactions ou événements dans des **blocs** liés entre eux de façon chronologique et immuable. Contrairement à une base de données traditionnelle centralisée, la blockchain est répliquée sur un ensemble de **nœuds (ordinateurs)** du réseau, ce qui garantit sa résilience et sa transparence. Concrètement, chaque bloc contient trois éléments fondamentaux :



➡ Un **horodatage** précis

➡ Un ensemble de **données ou transactions** (opération de maintenance, émission d'un certificat, transfert d'une pièce)

➡ Son **hash** cryptographique et celui du bloc précédent, agissant comme une **empreinte unique liant les blocs**. Toute modification ultérieure des données change le hash, rendant l'altération immédiatement détectable par le réseau.

La sécurité de la blockchain repose principalement sur des **algorithmes cryptographiques**. Les transactions sont souvent validées par un mécanisme de consensus, c'est-à-dire une méthode pour faire accepter une transaction à l'ensemble du réseau. Le mécanisme **PBFT** (Practical Byzantine Fault Tolerance) est généralement utilisé dans les **blockchains privées** (type de blockchain le plus pertinent pour notre usage, pour un contrôle strict des participants et de leur droits d'accès). Il permet à un réseau de se mettre d'accord de façon fiable, en partant du principe qu'au minimum 2/3 des participants au réseau sont honnêtes, rendant cet algorithme très utilisé à un niveau industriel (IBM Blockchain, Hyperledger Fabric, Quorum sont parmi les infrastructures les plus utilisées avec PBFT). Nous choisissons préférentiellement cet algorithme car il demande une **faible consommation énergétique** (réduction de plus de 99 % en comparaison du Proof of Work, utilisé par Bitcoin [16]).

Qu'est-ce qu'un algorithme cryptographique ?

C'est une **méthode mathématique** permettant de transformer les données en empreintes uniques. Trois mécanismes principaux assurent la sécurité d'une blockchain :

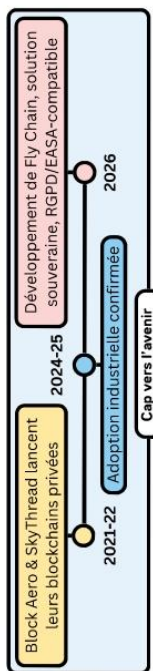
- Le **chiffrement** de données, afin de garantir la confidentialité
- Le **hachage** de données, afin de garantir leur intégrité
- La **signature** des données, afin de garantir leur authenticité

Dans une blockchain publique, n'importe qui peut **participer au réseau et lire l'historique des transactions**. À l'inverse, les blockchains privées (plus pertinentes ici) restreignent l'accès à un ensemble d'acteurs préalablement identifiés. Ces modèles permettent de mieux **contrôler les droits d'écriture, lecture, et validation**, tout en conservant les avantages d'une architecture distribuée et sécurisée.

FLY CHAIN

Notre solution

- Infrastructure technique : **Hyperledger Fabric** retenu pour sa modularité, sa gestion des permissions octroyant de nombreuses options et son intégration naturelle avec **PBFT**.
- Données chiffrées en **AES-256** (norme internationale particulièrement rapide)
- Bloc hashés en **SHA-3** (très bon rapport vitesse/sécurité)
- Données signées en **EdDSA** (signatures légères et adaptées à l'aéronautique)



Fly Chain : Transformer l'aéronautique par la blockchain

7/13

Des bases de données centralisées

La majorité des acteurs utilisent encore des systèmes de gestion de maintenance assistée par ordinateur (GMAO) basés sur des bases de données relationnelles classiques (MySQL, Oracle, SQL Server). Ces systèmes gardent les **données centralisées**, sans réelle interopérabilité, et les échanges — souvent via formats rigides ou PDF envoyés par email — entraînent des délais et un risque accru d'erreurs humaines. La **chaîne d'information peut également être compromise**, passant par de nombreuses installations différentes.

Il apparaît essentiel de créer une blockchain décentralisée, permettant aux acteurs de communiquer **directement entre eux**. Cela élimine le besoin d'intermédiaire et simplifie la transmission d'informations, selon un modèle **pair-à-pair** (P2P). Dans ce type d'architecture, chaque participant dispose d'une **copie** complète ou partielle du registre et peut échanger directement avec les autres, sans passer par un **serveur central**. Les données circulent ainsi de manière distribuée, chaque nœud jouant à la fois le rôle de client et de serveur. Ce fonctionnement renforce la résilience du réseau : même si un nœud rencontre un quelconque problème, les autres continuent de fonctionner et d'assurer la disponibilité des informations. Toutefois, dans ce modèle, la structure même de la blockchain peut ralentir l'accès aux données lorsqu'un volume très important d'informations y est stocké. Cela nécessite une architecture optimisée pour un usage à grande échelle.



De cette manière, les échanges documentaires sont **instantanés, inviolables et vérifiables**. Tous les acteurs se réfèrent aux **mêmes standards**, et les documents sont automatiquement vérifiés lorsque leur lien est ajouté sur la blockchain. Ces liens stockés via un **hash unique**, rendant toute falsification détectable immédiatement : Toute modification d'un document entraîne la génération d'un nouveau hash. Cela permet également à l'ensemble du réseau d'être certain de visionner le **document source**.

FLY CHAIN

Notre solution

- **Décentralisation** : Mises à jour en temps réel, visibles par tous les acteurs autorisés (doublons impossibles)
- Accès aux **données externes** par le biais d'**API** directement intégrées à la blockchain

Des standards d'échange peu intégrés et peu automatisés

Historiquement, l'industrie a tenté d'unifier les échanges avec des standards comme **SPEC2000** [\(17\)](#) pour les transactions logistiques, ou **S1000D** [\(18\)](#) pour la documentation technique. Bien que ces standards soient utilisés par les grands acteurs, leur **complexité technique** et leur **manque d'automatisation** en temps réel limitent leur adoption chez les acteurs plus petits.

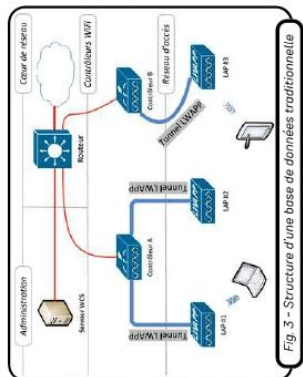


Fig 3 - Structure d'une base de données traditionnelle

De plus, la transmission des certificats de navigabilité, comme le **Form 1 (EASA)** ou le **FAA 8130-3** [\(19\)](#), se fait encore très souvent sous format PDF scanné, avec des signatures manuscrites ou numériques qui ne garantissent pas l'authenticité ni l'origine de manière **inviolable** [\(20\)](#). En cas de maintenance, de vente ou de transfert d'avion, la traçabilité documentaire devient un processus long, fastidieux et peu fiable.

Il est possible de **tokeniser un actif réel** (par exemple un composant aéronautique ou un appareil complet), en le liant à un **actif virtuel** [\(21\)](#). Ensuite, l'actif est chiffré dans la blockchain, et seul un **acteur autorisé** sera en capacité d'ajouter un nouveau bloc modifiant le statut de cet actif (maintenance, pièce retirée, certification EASA délivrée...). Les informations sont ainsi **certifiées** :



Cas d'usage

Lorsqu'un **certificat est émis**, son empreinte numérique (hash) peut être inscrite sur la blockchain avec une signature cryptographique qui garantit **l'authenticité et l'origine**.

FLY CHAIN

Notre solution

- **Tokenisation** de chaque actif réel via un **NFT** — Jeton **unique et infalsifiable**. Ainsi, toutes les informations liées à un actif sont mises à jour via ce "jumeau numérique".
- Stockage des fichiers PDF via **Clever Cloud**, un hébergeur français au chiffrement fort, conforme RGPD, et permettant une intégration simple avec les **API**.
- Utilisation de **smart contracts**. Permet de **valider automatiquement une opération** uniquement si tous les certificats requis sont bien enregistrés et valides.

A noter que Fly Chain n'a pas vocation à remplacer les normes actuelles, telles que l'ISO 9001, mais à les compléter. Les normes fixent le cadre qualité, tandis que Fly Chain assure la traçabilité et l'intégrité documentaire pour faciliter la conformité.

Fly Chain : Transformer l'aéronautique par la blockchain

8 113

Des difficultés de traçabilité



Le suivi complet d'une pièce aéronautique, de sa fabrication à son retrait du service, implique souvent plus de 5 à 7 intervenants différents. Selon une étude de Sift, 63% des organisations rencontrent des blocages liés à la traçabilité et la gestion des données [22].



La capture des événements tout au long du cycle de vie d'une pièce ou d'un appareil peut être automatisée. Chaque étape – fabrication, tests, transport, installation, opérations de maintenance, retrait – génère un enregistrement numérique enrichi d'informations contextuelles : horodatage précis, position GPS, identifiant de l'opérateur et paramètres techniques relevés par les capteurs.

➔ Historique continu pour une vision complète du parcours de chaque composant

➔ Détection des anomalies en temps réel

FLY CHAIN

Notre solution

- **Horodatage** précis des opérations (via NTP ou GPS)
- Données collectées via des **dispositifs IoT** (RFID, NFC, capteurs environnementaux) ou des systèmes de **suiti industriel** (MES)
- Informations ensuite envoyées **directement** sur la blockchain

Une cybersécurité parfaite



Enfin, l'augmentation du volume de données échangées et la montée en puissance des solutions numériques exposent les acteurs à des risques accrus de cyberattaques. Le dernier rapport de Thalès (juin 2025) [23] sur la cybersécurité révèle une **augmentation de 600%** des cyberattaques dans le secteur aéronautique entre janvier 2024 et avril 2025. 71% de ces attaques impliquent la **vol** ou l'**accès non autorisé** à des **systèmes critiques** (dont notamment les plateformes MRO et la documentation).

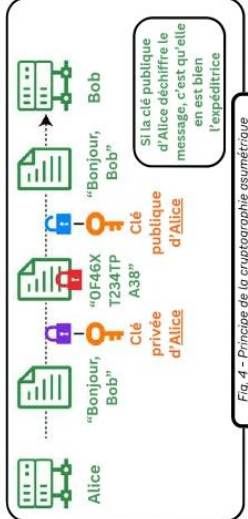


Fig. 4 - Principe de la cryptographie asymétrique

Cela permet de détecter immédiatement toute tentative d'introduction d'un élément frauduleux. Les données sont immuables une fois validées, ce qui empêche toutes manipulations sans qu'elles ne soient détectées. Les mécanismes de **consensus** et de **cryptographie** assurent que seuls les blocs validés et autorisés sont ajoutés au registre. Ainsi, toute tentative de piratage est soit bloquée, soit **immédiatement visible**.

L'architecture **décentralisée** de la blockchain réduit considérablement la surface d'attaque : il n'existe pas de serveur central unique à compromettre, et chaque nœud du réseau détient une copie vérifiée du registre.

Chaque lot, composant ou certificat est lié à un identifiant unique et vérifiable, tandis que chaque acteur possède une **clé privée** qui lui est propre.

Cas d'usage

SITA et **ILS** ont déployé une solution blockchain de traçabilité des pièces aéronautiques. Les acheteurs du marketplace ILS peuvent consulter **l'origine, l'état et l'historique** complet des propriétaires d'une pièce avant de l'acquérir. Ce système garantit une chaîne de confiance entre fournisseurs, compagnies et autorités, améliorant ainsi la transparence.

FLY CHAIN

Notre solution

- **Cryptographie asymétrique** : Chaque acteur possède une **clé privée** lui permettant de créer une **signature numérique**. Les autres membres du réseau vérifient ensuite cette signature à l'aide de leur **clé publique**.
- **Données croisées** avec les systèmes de contrôle qualité et les bases de référence réglementaires.

Fly Chain : Transformer l'aéronautique par la blockchain

9 | 13

Une adoption croissante des cryptomonnaies



Enfin, que serait un article sur la blockchain sans évoquer les **cryptomonnaies** ? En Europe, le téléchargement d'applications de trading crypto a bondi de 94 % au premier trimestre 2024 [25], signe d'un engouement croissant qui pourrait bien trouver sa place dans le secteur aéronautique. En permettant l'**achat direct** de billets d'avion en cryptomonnaies, les compagnies aériennes pourraient toucher un public plus large, comme les voyageurs internationaux souhaitant éviter les frais de change et les délais bancaires.

De plus, l'utilisation de cryptomonnaies améliorerait l'expérience client en intégrant des **programmes de fidélité tokenisés**. Ces jetons, utilisables pour des services additionnels (bagages, surclassements, salons), offriraient plus de flexibilité que les points traditionnels.

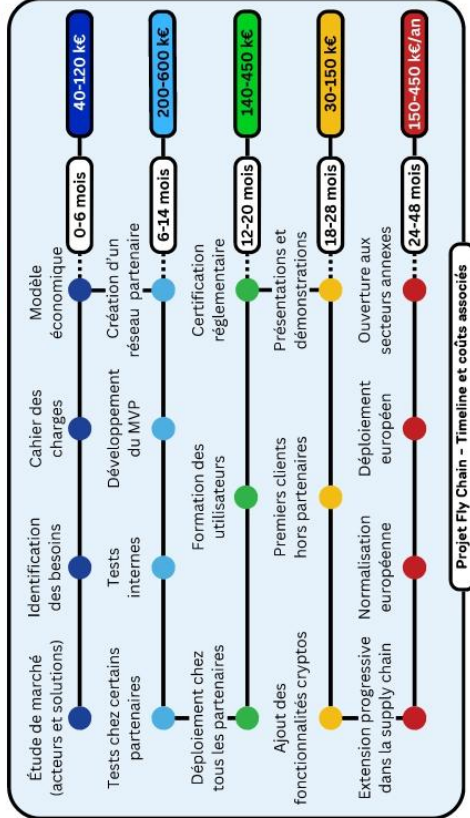
Depuis août 2023, Lufthansa propose une application mobile basée sur une blockchain permettant aux passagers de scanner leur billet pour obtenir des NFTs échangeables contre des avantages, avec déjà plus de 20 000 utilisateurs et 200 000 cartes émises [26].

FLY CHAIN

Notre solution

- Programme de **fidélité tokenisé** : création de **jetons ERC-20** ou équivalents, utilisables dans l'écosystème de la compagnie.
- **Conversion en temps réel** : conversion automatique cryptomonnaie vers monnaie fiduciaire pour limiter l'exposition à la volatilité.
- **Passerelle de paiement** : intégration d'un processeur compatible (BitPay, Coinbase Commerce) relié au système de réservation.

Fly Chain : Notre solution en 5 étapes



Note méthodologique

Les éléments présentés reposent sur une analyse documentaire et des hypothèses techniques réalistes (blockchain privée Hyperledger, consensus PBFT, intégration API...). En l'absence de développement complet et d'accès aux systèmes industriels, les durées et coûts sont estimés à partir de projets comparables (SITA, SkyThread, Block Aero). L'objectif est de démontrer la faisabilité technique, réglementaire et économique de Fly Chain et de proposer une feuille de route pour une adoption européenne d'ici 2028-29, puis son expansion dans les décennies suivantes.

Note finale

Nous avons débuté le développement de Fly Chain, qui ambitionne d'être la **première solution française** de blockchain dédiée à l'aéronautique. À ce stade, il s'agit encore d'un prototype opérationnel : la blockchain est fonctionnelle et permet de **créer des copies digitales d'aéronefs et de leurs pièces**, ainsi que de **rechercher les modifications** effectuées sur ces éléments selon différents critères. Un **site web [27]** dédiée donne accès à ces fonctionnalités, permettant à l'utilisateur d'interagir directement avec la blockchain.

Tracer, Sécuriser, Partager les données – C'est toute la promesse de Fly Chain.

Bilan et perspectives

10 113

FLYSCORE

Le **Fly-Score** s'appuie sur un calcul multi-critère qui évalue l'impact environnemental d'un vol à partir de données reconnues par l'ICAO, l'IATA, la NASA et la DGAC. Chaque indicateur est noté sur 100 en le comparant à des valeurs de référence du secteur, puis pondéré selon son importance dans l'empreinte écologique globale.

Les données utilisées proviennent de **compagnies aériennes**, **constructeurs** ainsi que de **organismes publics**. Ainsi, elles peuvent être mises à jour régulièrement pour refléter les performances réelles.

Le processus est **simple** : les informations sur le vol sont collectées, vérifiées, normalisées, pondérées, puis transformées en un score final. Ce score peut ensuite être **affiché** sur des sites de réservation, dans des rapports, ou intégré à des comparateurs de vols.

Notre **objectif pour 2040** est le suivant : que **80%** des vols internationaux affichent leur **Fly-Score** au moment de la réservation, permettant ainsi de réduire les émissions de CO2 par siège de **10 à 15%**, grâce à plus de transparence et à de meilleures décisions opérationnelles.

Pour rappel : nous avons développé le **Fly-Score** sous forme de **prototype** en seulement trois mois, en nous appuyant sur des données publiques. Sans accès aux API professionnelles, notre objectif n'était pas d'atteindre la précision maximale mais de **montrer qu'un indicateur unique et multi-critères** pour l'aviation est possible. Ce premier essai prouve déjà qu'on peut rendre l'impact environnemental des vols **clair, comparable et utile** pour agir.

En réunissant **Fly-Score**, **AéroCampus** et **Fly Chain**, nous proposons une solution globale où la conscience environnementale, la formation et la traçabilité de la chaîne aéronautique s'articulent pour répondre aux défis actuels de la filière. AéroCampus prépare tout d'abord les **talents de demain**. Puis, Fly Chain offre à ces personnes un cadre de travail dans lequel chaque pièce, chaque appareil et chaque donnée circulent de façon **sécurisée et transparente**, tout en permettant des **transactions simplifiées** entre tous les acteurs de la chaîne. Le Fly-Score se charge ensuite d'apporter des indicateurs clairs pour mesurer et améliorer **l'empreinte carbone** des aéronefs. Ces trois piliers permettent ensemble d'améliorer l'attractivité du secteur aéronautique par leur complémentarité. Cela ouvre la voie à une aviation plus innovante, responsable et fiable dans les prochaines décennies.

"Plus que jamais, anticiper et se transformer devient, pour l'aviation [...], un enjeu de survie dans le monde bas carbone de demain"

- The Shift Project & Supaéro Décarbo [28]

AÉROCAMPUS

Aérocampus vise à devenir une référence mondiale en termes de formation aéronautique en réunissant universités et écoles spécialisées autour d'un réseau **certifié et interopérable**. Sa structure repose sur **trois piliers** :

● **Des parcours académiques standardisés et internationaux** avec des doubles diplômes intégrant l'IA, cybersécurité, et maintenance prédictive. Ces programmes seraient certifiés par les établissements et les partenaires industriels, garantissant leur reconnaissance mondiale.

● **Des outils pédagogiques immersifs** tels que la réalité virtuelle permettant aux étudiants de concevoir, assembler et entretenir des aéronefs dans des environnements simulés réalistes et sans contrainte matérielle.

● **Une plateforme mondiale de stages et d'alternances** inspirée de l'Airbus Graduate Program, centralisant toutes les offres réservées au réseau et facilitant la mobilité internationale par le biais de bourses dédiées.

Notre **objectif pour 2040** est le suivant : **+50%** d'inscriptions dans les filières aéronautiques partenaires et un minimum de **30%** de présence féminine.

Aérocampus ne se contente pas de combler le manque de talents : il prépare une génération de professionnels qui seront **opérationnels** dès leur arrivée sur le marché. Ce projet pose les bases d'une aviation plus **inclusive, compétitive** et **écologique** face aux défis des prochaines décennies.

FLY CHAIN

À son déploiement, **Fly Chain** se présente techniquement comme une **blockchain** privée, hébergée en France via **Cleaver Cloud**, utilisant le protocole **PBFT** sur **Hyperledger Fabric**.

Les blocs sont hachés en **SHA-3** et les données sensibles sont chiffrées en **AES-256**, avec signature **EdDSA** (**Ed25519**). Chaque pièce ou appareil possède une **empreinte numérique unique** (hash, numéro de série, référence constructeur, date de certification chiffrés). Notre réseau inclut **fournisseurs, compagnies aériennes, autorités réglementaires et centres de maintenance**, avec chacun des accès à certaines données spécifiques en fonction de leur besoin.

Les documents sont stockés et chiffrés hors chaîne sur **Cleaver Cloud** et référencés par un hash. Des **smart contracts** gèrent la certification, l'installation, les alertes de maintenance et les anomalies. Des **API** sécurisées permettent l'intégration avec **MES** et autres systèmes industriels. Chaque actif est tokenisé en **NFT**, et des dispositifs **IoT** (RFID, NFC, capteurs environnementaux) connectés aux MES assurent la collecte et la mise à jour automatique des cycles de vie.

Pour rappel : **Fly Chain** est actuellement une blockchain permettant d'enregistrer des éléments correspondant à des aéronefs ou à leurs pièces, d'accéder à l'historique des opérations et d'effectuer des **recherches** ciblées dans ces données. À terme, notre ambition est de déployer cette solution à l'échelle européenne, afin de constituer une **infrastructure de référence** pour la traçabilité, la certification et l'échange sécurisé de données dans l'ensemble de la filière aéronautique.

En réunissant **Fly-Score**, **AéroCampus** et **Fly Chain**, nous proposons une solution globale où la conscience environnementale, la formation et la traçabilité de la chaîne aéronautique s'articulent pour répondre aux défis actuels de la filière. AéroCampus prépare tout d'abord les **talents de demain**. Puis, Fly Chain offre à ces personnes un cadre de travail dans lequel chaque pièce, chaque appareil et chaque donnée circulent de façon **sécurisée et transparente**, tout en permettant des **transactions simplifiées** entre tous les acteurs de la chaîne. Le Fly-Score se charge ensuite d'apporter des indicateurs clairs pour mesurer et améliorer **l'empreinte carbone** des aéronefs. Ces trois piliers permettent ensemble d'améliorer l'attractivité du secteur aéronautique par leur complémentarité. Cela ouvre la voie à une aviation plus innovante, responsable et fiable dans les prochaines décennies.

Références Bibliographiques (sites et pages web)

11 | 13

- [1] : 20 % d'experts, <https://www.aerocontact.com/actualite-aeronautique-et-spatiale-aeronautique-et-spatiale-recrute-30-d-ingenieurs-25-de-techniciens-et-20-d-experts>
- [2] : Our World in Data. Global aviation emissions, <https://ourworldindata.org/global-aviation-emissions>
- [3] : SasSofia. With over 7700 suspect parts, EASA faces uphill battle to regulate the aviation supply chain, <https://sassofia.com/blog/with-over-7700-suspect-parts-easa-faces-uphill-battle-to-regulate-the-aviation-supply-chain>
- [4] : **Fly-Score. Application de calcul et de comparaison de l'impact écologique des avions**, <https://fly-score.onrender.com>
- [5] : IATA. Blockchain technology today, <https://airlines.iata.org/2022/sponsored-blockchain-technology-today>
- [6] : AirportWatch. The challenge of tackling the non-CO₂ impacts of aviation explained by Carbon Brief, <https://www.airportwatch.org.uk/2017/03/the-challenge-of-tackling-the-non-co2-impacts-of-aviation-explained-by-carbon-brief>
- [7] : Ministère de la Transition Écologique. Statistiques du trafic aérien, <https://www.ecologie.gouv.fr/statistiques-du-traffic-aerien>
- [8] : IATA. Global outlook for air transport – June 2025, <https://www.iata.org/en/publications/economics/reports/global-outlook-for-air-transport-june-2025>
- [9] : ScienceDirect. Contrail cirrus and their climate impact, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231020305689>
- [10] : EASA. Updated analysis of non-CO₂ climate impacts of aviation, https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/201119_report_com_ep_council_updated_analysis_non_co2_climate_impacts_aviation.pdf
- [11] : OMS World Health Organization. How much does environmental noise affect our health? WHO updates methods to assess health risks, <https://www.who.int/europe/news/item/04-08-2024-how-much-does-environmental-noise-affect-our-health-who-updates-methods-to-assess-health-risks>
- [12] : EASA. Aviation environmental impacts, <https://www.easa.europa.eu/en/domains/environment/eaer/aviation-environmental-impacts>
- [13] : IATA. Beginner's guide to airline sustainability reporting, avril 2024, <https://www.iata.org/contentassets/77ec9a8c8a864daaa00bdb7f5de02902/beginners-guide-to-airline-sustainability-reporting-april2024.pdf>
- [14] : A4Tech. Blockchain in aviation – Transparency & efficiency 2025, <https://www.aatech.aero/blockchain-aviation-transparency-efficiency-2025/>
- [15] : CNIL. Définition : Blockchain, <https://www.cnil.fr/fr/definition/blockchain>
- [16] : GrilloApp. Proof of Work vs Proof of Stake – Detailed comparison, <https://grilloapp.net/28096/proof-of-work-vs-proof-of-stake-detailed-comparison-198341>
- [17] : ATA e-Business Program. Spec 2000, <https://ataebiz.org/spec-2000/>
- [18] : Aircraft IT. Early adaptors – \$10000, <https://www.aircraftit.com/articles/early-adaptors-s10000/>
- [19] : HRD Aero Systems. What is an 8130 form?, <https://www.hrd-aerosystems.com/blog/what-is-an-8130-form/>
- [20] : Aviation Supply Chain Integrity. Recommended actions – Documents traceability verification, <https://aviationsupplychainintegrity.com/recommended-actions/documents-traceability-verification>
- [21] : Village de la Justice. Tokenisation des actifs du monde réel – Problématiques juridiques, <https://www.village-justice.com/articles/tokenisation-des-actifs-monde-reel-problematiques-juridiques-51325.html>
- [22] : PR Newswire. Report reveals data infrastructure becoming major bottleneck in aerospace development, <https://www.prnewswire.com/news-releases/report-reveals-data-infrastructure-becoming-major-bottleneck-in-aerospace-development-302310149.html>
- [23] : EASA. Cybersecurity, <https://www.easa.europa.eu/en/domains/cybersecurity>
- [24] : SasSofia. With over 7700 suspect parts, EASA faces uphill battle to regulate the aviation supply chain, <https://sassofia.com/blog/with-over-7700-suspect-parts-easa-faces-uphill-battle-to-regulate-the-aviation-supply-chain/>
- [25] : TechRound. Cryptocurrency comeback in Europe, <https://techround.co.uk/cryptocurrency/cryptocurrency-comeback-europe>
- [26] : NFT Now. Lufthansa airline group introduces NFT loyalty program "Uptrip", <https://nftnow.com/news/lufthansa-airline-group-europe-introduces-nft-loyalty-program-uptrip-aqo>
- [27] : **Fly Chain. Plateforme blockchain aéronautique**, <https://bit.ly/47YUG1>
- [28] : The Shift Project. Pouvoir voler en 2050 – Synthèse, février 2025, <https://theshiftproject.org/app/uploads/2025/02/Pouvoir-voler-en-2050-Shift-Project-Synthese.pdf>

Références Bibliographiques (figures)

12 | 13

- **Figure 1 :** Effective radiative forcing chart, https://www.researchgate.net/publication/391650070_Green_respiratory_healthcare_what_really_matters/figures?lo=1
- **Figure 2 :** Graphique issu de notre application Fly-Score, <https://fly-score.onrender.com>
- **Figure 3 :** Structure d'une base de données traditionnelle, https://igm.univ-miv.fr/~dr/XPOSE2009/resaux_80211_architecture_centralisee/archi_centra.html
- **Figure 4 :** Principe de la cryptographie asymétrique, <https://www.geeksforgeeks.org/computer-networks/blockchain-private-key-cryptography/>

- **AES-256** : Algorithme de chiffrement symétrique utilisant une clé de 256 bits, considéré comme l'un des plus sûrs et utilisé pour protéger les données sensibles.
- **Algorithme cryptographique** : Suite d'instructions mathématiques servant à chiffrer, déchiffrer ou signer numériquement des données.
- **API (Application Programming Interface)** : Interface permettant à différentes applications ou systèmes de communiquer et d'échanger des données de manière structurée et sécurisée.
- **Bloc** : Unité de données dans une blockchain, contenant un ensemble de transactions ou d'enregistrements, reliée aux blocs précédents par un hash.
- **Blockchain** : Base de données distribuée et immuable, organisée en blocs liés entre eux, permettant d'enregistrer et de valider des informations sans autorité centrale.
 - **Blockchain privée** : accès et validation réservés à des participants autorisés.
 - **Blockchain publique** : ouverte à tous, validation décentralisée sans permission préalable.
- **Capteurs environnementaux** : Dispositifs mesurant des paramètres comme température, humidité, vibrations ou pression pour surveiller l'état d'un équipement.
- **Chiffrement** : Processus de transformation de données en un format illisible sans la clé adéquate, afin d'en garantir la confidentialité.
- **Clé privée** : Suite de caractères secrète utilisée par un acteur pour chiffrer ses données : Cela devient alors sa signature numérique. Peut également être utilisée pour déchiffrer des données ayant été chiffrée avec la clé publique de cette même personne. Doit rester confidentielle.
- **Clé publique** : Suite de caractères associée à une clé privée, utilisée dans trois cas précis : vérifier que la signature numérique est authentique, que les données n'ont pas été modifiées, et chiffrer des données destinées au détenteur de la clé privée.
- **Cryptographie asymétrique** : Méthode utilisant une paire de clés (publique et privée) pour le chiffrement, le déchiffrement et la signature numérique.
- **EdDSA (Ed25519)** : Algorithme de signature numérique basé sur des courbes elliptiques, offrant rapidité, sécurité et faible consommation de ressources.
- **ERC-20** : Standard technique de la blockchain Ethereum qui définit comment créer et gérer des jetons interchangeables. Dans un programme de fidélité tokenisé, ces jetons peuvent représenter des points, miles ou avantages, échangeables dans l'écosystème de la compagnie. Cela garantit leur compatibilité avec tout l'écosystème Ethereum (portefeuilles, échanges, smart contracts).
- **Hash / Hachage** : Fonction mathématique transformant des données en une empreinte unique et de longueur fixe, utilisée pour garantir l'intégrité.
- **IoT (Internet of Things)** : Réseau d'objets physiques connectés capables de collecter et d'échanger des données via Internet.
- **MES (Manufacturing Execution System)** : Système informatique qui contrôle et suit la production industrielle en temps réel.
- **MOOC (Massive Open Online Course)** : Formation en ligne ouverte à tous, souvent gratuite, accessible via Internet.
- **MVP (Minimum Viable Product)** : Version initiale d'un produit contenant les fonctionnalités essentielles pour valider un concept auprès des utilisateurs.
- **NFT (Non-Fungible Token)** : Jeton unique et non interchangeable enregistré sur blockchain, servant à prouver l'authenticité et la propriété d'un actif.
- **Noeud** : Ordinateur participant au réseau blockchain, stockant tout ou partie du registre et validant les transactions.
- **NTP (Network Time Protocol)** : Protocole synchronisant les horloges d'ordinateurs sur un réseau avec une référence horaire fiable.
- **PBFT (Practical Byzantine Fault Tolerance)** : Algorithme de consensus optimisé pour réseaux privés, tolérant jusqu'à 1/3 de nœuds malveillants, rapide et économe en énergie.
- **Proof of Origin** : Mécanisme attestant l'authenticité et la provenance exacte d'un bien ou document.
- **RFID (Radio Frequency Identification)** : Technologie utilisant des ondes radio pour identifier et suivre des objets via des puces électroniques.
- **SHA-3** : Algorithme de hachage cryptographique standardisé (Keccak), offrant une sécurité renforcée et pensé pour résister aux attaques futures (comme celles à venir avec l'informatique quantique).
- **Signature numérique** : Valeur calculée à partir d'un message et d'une clé privée, permettant de vérifier l'intégrité et l'authenticité des données.
- **Smart contract** : Programme autonome exécuté sur une blockchain, déclenchant automatiquement des actions lorsque des conditions prédéfinies sont remplies.
- **Tokenisation** : Conversion d'un actif physique ou numérique en jeton blockchain pour en faciliter l'échange et la gestion.

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

