

Stratégie de carrière et analyse prospective pour le *Data Engineer / Data Scientist industriel* dans l'écosystème *aéronautique / aérospatial toulousain*

Le secteur de l'aéronautique et de l'aérospatiale, fleuron de la région toulousaine, traverse une phase de mutation structurelle où la donnée est le carburant essentiel de l'innovation, de la sécurité et de la décarbonation. Ce rapport, conçu pour structurer mon projet personnel professionnel, analyse les dynamiques de marché, les spécificités des métiers de Data Engineer et Data Scientist industriel, et la trajectoire optimale pour s'insérer dans ces filières.

1) Analyse du marché du travail

La filière *aéronautique / spatiale* en France est portée par un carnet de commandes qui atteint des sommets historiques. En 2024, le secteur a non seulement retrouvé, mais largement dépassé son niveau d'emploi d'avant-crise, atteignant un effectif total de 222 000 salariés, soit une croissance de 5,4 % sur une seule année.¹ Cette dynamique vise à répondre à la demande croissante de transport aérien tout en relevant le défi de la transition écologique.

a) Chiffres clés et perspectives de recrutement

Pour l'année 2025, le Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales (GIFAS) avait des objectifs de recrutement massifs.

Indicateur de l'emploi aéronautique et spatial	Valeur / Prévision 2025
Prévisions d'embauches totales en France	25 000 ¹
Part des jeunes dans les recrutements totaux	Env. 33 % ¹
Renouvellement des effectifs depuis 2022	> 30 % ¹
Effectif total de la filière fin 2024	222 000 ¹

Le secteur demeure le premier employeur d'ingénieurs en France, avec une demande accrue pour les compétences numériques capables d'accompagner la transformation digitale des usines et des produits.¹

b) L'impulsion stratégique du plan France 2030

L'avenir du secteur est indissociable du plan d'investissement "France 2030", qui mobilise 54 milliards d'euros pour transformer les filières stratégiques de l'économie française.² Pour un futur ingénieur de l'ENSEEIH, ce plan définit les thématiques prioritaires sur lesquelles les investissements de R&D seront concentrés, garantissant ainsi des opportunités de carrière pérennes et technologiquement stimulantes.

Objectif France 2030	Montant / Cible	Impact pour l'ingénieur Data/HPC
Produire le premier avion bas-carbone	1,2 Md€ d'ici 2030	Optimisation des trajectoires et consommation via le Big Data
Digitalisation et décarbonation des mobilités	570 M€ ³	Développement de systèmes de transport intelligents et connectés ³
Devenir leader de l'hydrogène vert	2 gigafactories en 2030 ⁴	Simulation numérique massive pour les piles à combustible ⁴
Maîtrise des technologies numériques souveraines	Axe transverse ²	Besoin de Cloud et IA souverains (ex: Thales, Safran) ⁵

Le secteur des transports, au sens large, est également concerné par une révolution numérique. La stratégie nationale vise à optimiser, sécuriser et décarboner les transports via des initiatives comme le "Réseau ferroviaire 4.0" ou la "Logistique 4.0", où la gestion des flux de données massifs est le principal levier de performance.³

c) L'ancrage territorial : Toulouse, capitale européenne de l'aéronautique

Pour un étudiant basé à Toulouse, l'écosystème local constitue un avantage comparatif majeur. La région Occitanie concentre à elle seule 40 % des effectifs nationaux de la filière aérospatiale, avec 83 000 emplois directs et plus de 800 entreprises.⁶

La présence des sièges sociaux de leaders mondiaux tels que Airbus, ATR, et de grands équipementiers comme Safran et Thales, crée une densité d'opportunités unique au monde.⁶ De plus, l'écosystème est soutenu par le pôle de compétitivité Aerospace Valley, qui accompagne plus de 100 projets d'innovation par an et fédère plus de 850 membres, dont de nombreuses PME et startups innovantes dans le domaine de l'IA et de la donnée.⁷

2) Le métier visé : Data Engineer / Data Scientist en environnement industriel

Dans l'industrie aéronautique et spatiale, les métiers de la donnée s'inscrivent dans un environnement de "systèmes critiques" où la sécurité des vols, la fiabilité des composants et la conformité réglementaire sont les priorités absolues.

a) Le Data Engineer Industriel : L'architecte des pipelines de confiance

Le Data Engineer en environnement industriel a pour mission de construire et de maintenir l'infrastructure technique permettant de collecter, de stocker et de traiter des volumes de données massifs issus de sources extrêmement hétérogènes. À la différence d'un Data Engineer classique, il doit gérer des données provenant de capteurs embarqués, de bancs de tests au sol, de rapports de maintenance textuels et de données de fabrication.⁸

Les responsabilités clés incluent :

- **Conception de pipelines de données robustes** : Assurer l'ingestion en temps réel ou en temps différé de téraoctets de données générés par les essais en vol ou l'exploitation des flottes.⁹
- **Maîtrise des plateformes spécialisées** : Utilisation de solutions comme Skywise (Airbus/Palantir), qui centralisent les données de production et de vol pour offrir une vision globale du cycle de vie de l'appareil.¹⁰
- **Optimisation HPC** : Le traitement de données massives pour la simulation numérique ou le traitement de signaux complexes nécessite des compétences en calcul parallélisé.

b) Le Data Scientist Industriel : L'hybridation entre statistiques et physique

Le Data Scientist industriel transforme la donnée brute pour les ingénieurs métiers (mécaniciens, aérodynamiciens, qualitatifs). Sa valeur ajoutée réside dans sa capacité à intégrer des connaissances physiques dans ses modèles statistiques.

Cas d'usage industriel	Méthodologie Data Science	Impact métier
Maintenance Prédictive (PHM)	Régression et classification sur la durée de vie résiduelle (RUL)	Réduction des coûts et augmentation de la disponibilité des flottes ⁸
Optimisation de la combustion	Analyse de données de capteurs haute fréquence via Deep Learning	Réduction des émissions de CO2 et consommation de carburant
Contrôle Qualité Vision	Convolutional Neural Networks (CNN) pour l'inspection des aubes de turbines ⁴	Détection de micro-fissures indétectables à l'œil nu avec une précision accrue
Optimisation des trajectoires	Algorithmes d'optimisation sous contraintes météo et trafic	Réduction de l'impact environnemental des vols ⁵

c) Le Jumeau Numérique

Le concept de "Jumeau Numérique" (Digital Twin) consiste à créer une réplique virtuelle d'un objet physique (un moteur, un satellite, un avion complet) qui évolue en temps réel grâce aux données collectées en service.

Cela signifie que la simulation numérique traditionnelle (souvent gourmande en ressources HPC) est désormais alimentée par des flux de données massifs (Big Data). Cette synergie permet de prédire les défaillances avant qu'elles ne surviennent ou de tester virtuellement des modifications de conception sans passer par des prototypes physiques coûteux.⁸

3) Spécificités de l'IA et de la donnée dans les systèmes critiques

L'un des principaux défis pour un professionnel de la donnée est de garantir que les algorithmes sont "explicables" et "certifiables". On ne peut pas confier la sécurité d'un vol à une "boîte noire" algorithmique dont on ne comprend pas le raisonnement.

a) L'approche TrUE AI de Thales

Thales a défini une charte éthique et technologique baptisée "TrUE AI", qui pose les fondements de ce que doit être l'intelligence artificielle dans les systèmes critiques :

- **Transparence** : Les règles par lesquelles les algorithmes opèrent doivent être compréhensibles par l'humain.⁵
- **Responsabilité** : L'humain doit rester au centre de la décision, l'IA agissant comme un "copilote numérique" pour augmenter ses capacités sans le remplacer.
- **Fiabilité** : Les systèmes doivent être robustes face aux cyberattaques et aux environnements dégradés.⁵
- **Éthique** : Respect de la vie privée et absence de biais discriminatoires, conformément aux réglementations européennes (RGPD).⁵

b) La souveraineté numérique et la sécurité des données

Travailler dans l'aérospatiale en France implique souvent de manipuler des données sensibles, parfois liées à la défense nationale. Safran.AI illustre cette nécessité de disposer d'une "Algorithm Factory" souveraine capable de traiter des flux massifs d'images satellites ou de signaux acoustiques dans des environnements hautement sécurisés.⁴ La maîtrise des environnements Cloud souverains et des techniques de cybersécurité est donc une compétence indissociable de celle de l'ingénieur data dans ce secteur.

4) Développement du projet professionnel : Trajectoire et moyens

a) Trajectoire du projet à court et moyen terme

1. **Année de M2 :**
 - Semestre 9 à l'étranger dans le cadre d'un échange avec une université.
 - Préparation du Score TOEIC pour viser un niveau d'anglais supérieur à 850, indispensable pour l'aéronautique.
2. **Stage de Fin d'Études (PFE) - La porte d'entrée :**
 - Viser les départements de transformation digitale ou de R&T basés à Toulouse (Airbus Central R&T, Safran Tech, Thales Alenia Space).
 - Le PFE doit idéalement porter sur l'industrialisation de modèles (MLOps) ou la mise en place d'architectures Big Data pour les jumeaux numériques.⁸
3. **Premier emploi (Entrée dans la vie active) :**
 - Intégrer une Business Unit spécialisée (ex: Airbus Aeroline chez Capgemini, Engineering chez Alten) ou directement une filiale dédiée à la donnée (Safran.AI, Thales cortAlx).¹⁰
 - Salaire attendu pour un débutant : entre 40 000 € et 50 000 € brut annuel selon la structure et le niveau d'expertise.

b) Analyse de la cohérence du projet

La cohérence du projet repose sur l'alignement entre la formation de l'ENSEEIH et les besoins de l'industrie aéronautique.

Élément du projet	Facteur de cohérence
Localisation (Toulouse)	Proximité immédiate avec le premier bassin d'emploi aérospatial d'Europe. ⁷
Domaine (Data / HPC)	Réponse directe aux enjeux de "France 2030" et de l'avion bas-carbone. ²
Type d'entreprise	Ciblage de champions nationaux (Airbus, Safran, Thales) assurant une souveraineté technologique. ⁵
Évolution de carrière	Passerelle possible de Data Engineer vers Lead Data Scientist ou Chef de projet transformation digitale.

5) Enquête sur les conditions d'exercice et l'environnement de travail

L'ingénieur de la donnée en aéronautique évolue dans un environnement et technologiquement avancé.

a) Rémunération et avantages

Profil	Expérience	Salaire Brut Annuel (Moyenne France)
Data Engineer débutant	0 - 2 ans	40k€ - 45k€
Ingénieur Data confirmé	3 - 5 ans	55k€ - 65k€ ⁹
Senior / Lead Data Scientist	> 10 ans	75k€ - 100k€+

Au-delà du salaire fixe, les grands groupes proposent souvent des dispositifs

d'intéressement, de participation et des conditions de travail favorisant l'équilibre vie professionnelle/personnelle, avec une généralisation du télétravail hybride (2 à 3 jours par semaine).⁹

b) Environnement technologique et méthodologique

Le travail quotidien s'effectue généralement dans des cadres agiles (Scrum, Kanban) au sein de "Product Teams" pluridisciplinaires incluant des développeurs, des experts métiers et des responsables produits.⁹ L'environnement technique est composé de stations de travail puissantes, d'accès à des clusters de calcul (HPC) et de plateformes Cloud intégrées. Les outils de visualisation (Tableau, PowerBI, Grafana) sont également omniprésents pour présenter les résultats des analyses aux décideurs stratégiques.¹⁴

6) Perspectives d'évolution et opportunités futures

Le secteur de la donnée industrielle est en constante mutation. L'émergence de l'IA générative et de l'IA agentique ouvre de nouveaux horizons.

a) L'IA Agentique

Safran et Thales explorent désormais l'utilisation d'IA agentiques capables de raisonnement autonome pour transformer des flux massifs de données en recommandations de décisions stratégiques. Ces systèmes, utilisant des modèles de langage (LLM) spécialisés dans le domaine militaire ou aéronautique, visent à réduire radicalement la charge cognitive des analystes et des pilotes. La maîtrise de ces technologies sera un atout décisif pour évoluer vers des postes de recherche et développement avancés.

b) La transition vers une aviation durable

La décarbonation reste l'enjeu majeur de la décennie. Qu'il s'agisse de l'avion à hydrogène (technocampus hydrogène à Toulouse-Francazal d'ici 2026) ou de l'utilisation massive de carburants durables (SAF), chaque brique technologique nécessite des simulations massives et une analyse de données précise pour valider la sécurité et l'efficacité des nouveaux systèmes.⁶

7) Bibliographie

1. 25 000 embauches prévues en 2025 en France dans la filière ..., <https://gifas.fr/news/25-000-embauches-prevues-en-2025-en-france-dans-la-filiere-aeronautique-et-spatiale>
2. France 2030 : un plan d'investissement pour la France - economie.gouv, <https://www.economie.gouv.fr/france-2030>
3. Toulouse. Face aux défis du secteur, l'IA s'impose dans l'aéronautique : le livre blanc d'Aerospace Valley décrypté | Entreprises Occitanie, <https://www.entreprises-occitanie.com/actualites/toulouse-face-aux-defis-du-secteur-ia-simpose-dans-laeronautique-le-livre-blanc>
4. Areas of innovation | Safran, <https://www.safran-group.com/group/innovation/areas-innovation>
5. Protéger un aéronef grâce à l'intelligence artificielle : Thales partenaire du premier projet européen pour une IA souveraine de cyberdéfense embarquée, <https://www.thalesgroup.com/fr/actualites-du-groupe/communiqués-de-presse/protéger-un-aeronef-grâce-lintelligence-artificielle>
6. Filière Aéronautique - Investir en Occitanie, <https://www.invest-in-occitanie.com/filiere-aeronautique/>
7. Aerospace Valley | Pôle de compétitivité de la filière aérospatiale, <https://www.aerospace-valley.com/>
8. Maintenance prédictive - jumeau numérique - Vibratec, <https://vibratec.fr/etude-de-cas/maintenance-predictive-jumeau-numerique/>
9. Ingénieure / Ingénieur big data : métier, salaire, formation | Hellowork, <https://www.hellowork.com/fr-fr/metiers/ingenieur-big-data.html>
10. Data Engineer / Data Analyst (secteur aéronautique) - ALTEN France, <https://www.alten.fr/jobs/744000098675176-data-engineer-data-analyst-secteur-aeronautique/>