



Hydrogène

*Avenir de
l'aéronautique
décarboné ?*

**Booster la
supply chain
aéronautique**

*avec l'innovation
automobile*

**Maintenance
des drones
militaires**

*Un enjeu clé
pour l'Armée*

**DÉVELOPPER
L'AÉRONAUTIQUE
DE DEMAIN**

Réussir la montée en cadence



ÉDITORIAL

Le secteur aéronautique traverse une période à la fois passionnante et exigeante. Jamais les cadences de production n'ont été aussi élevées, jamais les attentes des grands donneurs d'ordre n'ont été aussi stratégiques. Cette **montée en cadence** s'inscrit dans un contexte de vieillissement des flottes, qui exige des réponses rapides et efficaces de la part de l'ensemble de la filière.

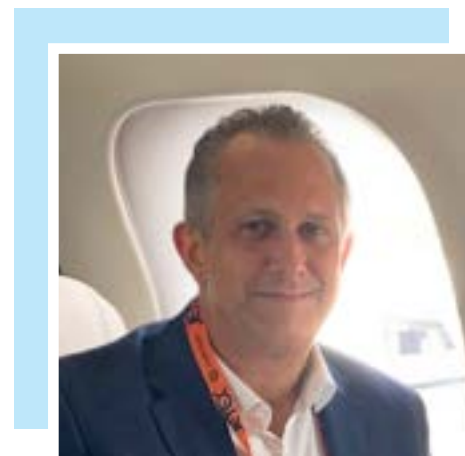
Dans cet environnement en constante évolution, SEGULA Technologies affirme son rôle de partenaire de confiance, avec une **offre complète** qui couvre l'ensemble des métiers clés du secteur : manufacturing engineering, services à la production, maintenance, ingénierie et outillages. Nous accompagnons la montée en cadence de nos

clients, en leur apportant des solutions agiles et robustes, adaptées aux exigences du moment. Notre proximité historique avec les **grands acteurs de l'aéronautique** nous permet d'intervenir au plus près de leurs besoins, avec une expertise reconnue sur les hélicoptères comme sur les avions, dans les environnements civils et militaires.

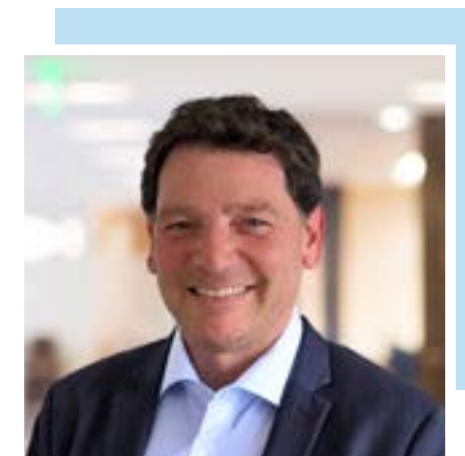
Aujourd'hui, dans un monde marqué par de fortes tensions géopolitiques, l'aéronautique joue un rôle majeur pour la sécurité et la souveraineté. Chez SEGULA, nous accompagnons cette **transformation** en aidant nos clients à rendre leurs flottes plus disponibles, leurs opérations plus fluides et leurs technologies plus fiables, notamment dans des domaines en pleine évolution comme le drone ou les systèmes embarqués.

Nous nous engageons également aux côtés de nos partenaires dans la transition vers une **aviation plus verte**, en explorant et en intégrant des solutions technologiques respectueuses de l'environnement. Derrière chaque projet réussi, il y a une **équipe engagée**. Et c'est sans doute notre plus grande fierté : voir nos collaborateurs recommander SEGULA autour d'eux. Un tiers de nos recrutements se fait par cooptation, une belle preuve de confiance et de satisfaction.

L'avenir du secteur sera fait de nouveaux défis : produire plus et mieux, améliorer la supply chain, intégrer les énergies alternatives, imaginer les solutions aéronautiques de demain. Et nous serons au rendez-vous. Bienvenue dans l'univers aéronautique de SEGULA.



Richard Demoucelle,
Senior Vice President
Aerospace Business Line



Cédric Elbaz,
Directeur de Division Sud-Est

. 06

FORMER ET RECRUTER

Pour accompagner la montée en cadence du secteur, SEGULA forme et recrute activement dans les métiers de l'aéronautique.

. 10

INTERNATIONAL

L'industrie aéronautique connaît une accélération sans précédent. Présent dans plus de 30 pays, SEGULA agit comme un catalyseur international.

. 12

INGÉNIERIE

L'ingénierie aéronautique optimise chaque étape du cycle de vie d'un avion, de la conception à la maintenance, pour répondre aux défis d'aujourd'hui et de demain.

. 22

OUTILLAGE

Des équipements indispensables au bon déroulement des opérations de maintenance, d'assemblage ou de transport.



SOMMAIRE

. 32

SERVICES À LA PRODUCTION

Ces activités couvrent l'ensemble des opérations liées à l'assemblage, à la finition, au contrôle qualité, à la maintenance ou encore à l'intégration des sous-ensembles industriels.

. 36

MAINTENANCE

Face aux défis de durabilité, de digitalisation et d'augmentation du trafic, la maintenance se réinvente, devenant un levier stratégique pour l'aviation de demain.



. 40

DÉFENSE

L'intensification des besoins en matière de défense impose un véritable changement de rythme à l'industrie aéronautique. SEGULA se tient aux côtés de ses clients pour relever ce défi.

. 46

INNOVATION

De nouveaux matériaux, des technologies de pointe et des solutions durables permettent de repenser la performance, l'efficacité et l'impact environnemental des aéronefs.



Une combinaison d'expertises au service des grands acteurs de l'aéronautique

SEGULA Technologies compte aujourd'hui plus de 15 000 collaborateurs dans plus de 30 pays. Cette implantation internationale permet une grande proximité avec les clients grâce à un maillage territorial très fort. En faisant évoluer son modèle vers des services à haute valeur ajoutée, SEGULA s'est peu à peu imposé comme un partenaire technologique de référence. Dans l'aéronautique, le groupe mobilise aujourd'hui près de 2 000 collaborateurs à travers le monde. SEGULA y déploie des solutions globales en ingénierie produit et process, ainsi que des activités de services à la production, au service des secteurs de l'Aéronautique, du Spatial et de la Défense.

UNE DIVERSITÉ DE MÉTIERS MOBILISÉS POUR ACCOMPAGNER LA MONTÉE EN CADENCE

Le secteur aéronautique traverse une période inédite avec une augmentation significative des rythmes de production. Avec des carnets de commandes pleins pour les 10 à 15 prochaines années, **l'objectif de SEGULA est clair : accompagner la montée en cadence du secteur et livrer dans les délais.**

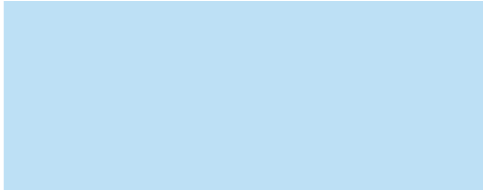
Pour l'A320, Airbus assemble aujourd'hui 57 avions par mois. Ce chiffre devrait atteindre 75 d'ici 2027, soit une hausse de 33 % en deux ans. L'A350 suit la même tendance : sa production, actuellement de 6 avions par mois, devrait doubler pour atteindre 12 unités d'ici 2028. C'est plus que le niveau record atteint avant la crise sanitaire.

Pour répondre à ces besoins, SEGULA renforce ses équipes et recrute activement dans l'ensemble des métiers liés au « delivery ». Cela comprend la production, la qualité, le manufacturing engineering, les fonctions techniques sur site, ainsi que la supply chain, l'industrialisation et le MRO (Maintenance, Réparation et Opérations). Les profils les plus recherchés sont notamment les **techniciens d'atelier** (ajusteurs, câbleurs, chaudronniers), les **ingénieurs en conception et calcul**, ainsi que les **spécialistes en systèmes embarqués**. Des compétences essentielles pour soutenir l'effort industriel et accompagner les ambitions du secteur.



↑ Ébavurage fin et contrôle qualité sur un carter en inox

Contrôle de la planéité d'une pièce en chaudronnerie →



↑ Opération de pliage d'une pièce métallique



FIDÉLISER ET ACCOMPAGNER LA MONTÉE EN COMPÉTENCES DES COLLABORATEURS

Les équipes aéronautiques de SEGULA bénéficient d'une réelle stabilité : la majorité des collaborateurs ont plus de 5 ans d'ancienneté. Le turnover est historiquement faible dans cette branche grâce à une politique RH favorisant la mobilité interne, la montée en compétences et la fidélisation à travers le déploiement d'une série d'initiatives concrètes :

- ▶ Des programmes de formation continue certifiants (Lean, CATIA, Airbus Process, etc.)
- ▶ Un plan de développement de carrière personnalisé
- ▶ Des opportunités de mobilité interne, entre sites ou secteurs d'activité
- ▶ Des actions de mentorat pour accompagner les jeunes recrues
- ▶ Des partenariats engagés, comme avec l'association Elles Bougent, pour promouvoir les carrières féminines dans l'ingénierie

Enfin, chez SEGULA, un tiers des recrutements se fait par cooptation. Un signe fort d'adhésion, qui témoigne

de la confiance des collaborateurs, nombreux à recommander leur entreprise à leur entourage.

Le parcours d'Hugo

Le parcours d'Hugo illustre bien les possibilités d'évolution offertes par SEGULA. Arrivé en mars 2021 comme technicien de maintenance hélicoptères à Vitrolles, il a rapidement élargi ses responsabilités. Après un détachement sur la base militaire de Pau avec les équipes MRO, il a rejoint en 2023 les équipes de production à Toulouse comme chef d'équipe pour Airbus. Il est aujourd'hui responsable d'activité pour ATR, où il supervise l'intégration complète des cabines. Son parcours témoigne de la diversité des missions proposées et de la confiance accordée aux collaborateurs pour évoluer au sein du groupe.



RECRUTER ET FORMER DE NOUVEAUX TALENTS

Pour anticiper les besoins de demain et répondre aux enjeux du secteur, SEGULA mobilise tous les leviers (partenariats, formations, événements) afin d'attirer, former et fidéliser les meilleurs talents.

Dispositif de Préparation Opérationnelle à l'Emploi

Depuis plusieurs années, SEGULA s'appuie sur le dispositif de Préparation Opérationnelle à l'Emploi (POE) de France Travail : une formation de pré-embauche mise en place pour répondre aux tensions de recrutement sur les métiers techniques. Ce partenariat historique permet de former, en lien avec des organismes certifiés, des demandeurs d'emploi aux métiers de la production aéronautique (notamment pour les postes de monteur-ajusteur, câbleur ou encore inspecteur qualité) afin de les intégrer en contrat CDI SEGULA. Grâce à ce dispositif, plus d'une vingtaine de POE ont été organisées. Cela a permis de former et recruter une cinquantaine de personnes, désormais collaborateurs chez SEGULA.

Le parcours de Dounia

Dounia a bénéficié de ce dispositif avec une formation POE Inspecteur Qualité en 2022 avant d'être embauchée au poste d'inspecteur qualité. Elle monte depuis en compétences à son poste.

Partenariat avec de grandes écoles

SEGULA entretient des relations fortes avec les écoles en local, notamment les lycées professionnels et les IUT. Grâce à ces partenariats, le groupe recrute chaque année de nombreux talents en stage ou en alternance qui se concluent souvent par des contrats en CDI SEGULA.

Le groupe est également présent dans les écoles d'ingénieur pour présenter ses métiers à travers plusieurs actions :

- Campagnes de stages et alternances
- Interventions métiers en classes ou lors de forums
- Projets pédagogiques encadrés par des ingénieurs

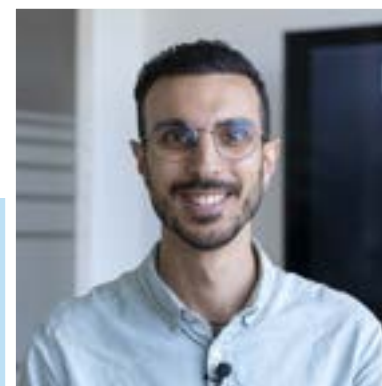
L'ensemble de ces dispositifs permet de nourrir un vivier de talents, d'identifier les futurs collaborateurs dès leur formation, et de promouvoir les expertises de SEGULA auprès des jeunes.

La structure à la fois internationale et locale du groupe permet aux salariés de s'épanouir au sein d'équipes à taille humaine, tout en bénéficiant d'opportunités dans plus de 30 pays du monde.

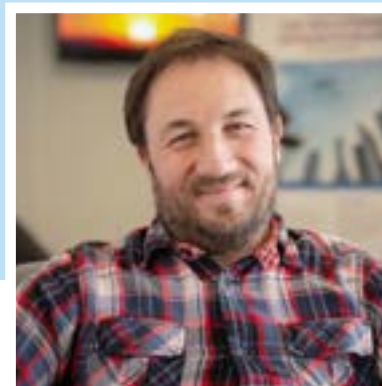
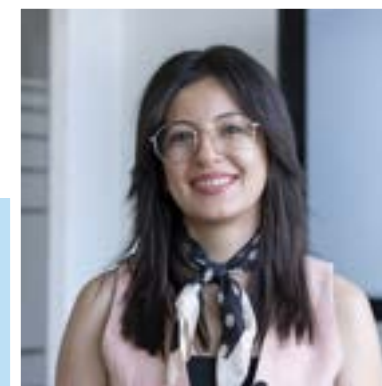
D'autres initiatives sont mises en place tout au long de l'année comme la participation à de nombreux forums et salons de recrutement et l'organisation de job datings (SEGULA Days).

LES GRANDS MÉTIERS DE L'AÉRONAUTIQUE

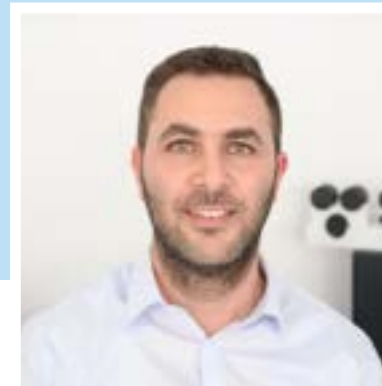
"Ce qui m'anime au quotidien est d'atteindre les objectifs fixés par le client tout en garantissant la qualité."
Hugo, Responsable d'activités



"Les formations internes chez SEGULA m'ont beaucoup aidée pour mener à bien mes projets."
Lamyae, Ingénieure calcul de crash et dynamique rapide



"SEGULA m'a proposé des missions riches et variées avec une montée graduelle en compétences."
Eric, Project Leader



"Rejoindre SEGULA, c'est bénéficier de tous les avantages d'un groupe international avec des projets d'envergure et de véritables perspectives d'évolution."
Cédric, Directeur de pôle

Chez SEGULA Technologies, le secteur aéronautique regroupe une large palette de métiers, répartis entre les fonctions techniques (production, industrialisation, maintenance) et les rôles d'expertise et de pilotage (ingénierie, gestion de projet, R&D).

Ingénieur calcul structures, Ingénieur systèmes, Chargé(e) d'affaires, Technicien(ne) méthodes / industrialisation, Monteur(se)-ajusteur(se) aéronautique, Technicien(ne) qualité, Inspecteur qualité FAI, Ingénieur manufacturing... De nombreux métiers font vivre au quotidien le département aéronautique de SEGULA.

5 raisons de rejoindre SEGULA :

- Une diversité de missions à fort impact technique
- Une intégration dans des projets majeurs de l'industrie aéronautique
- Des possibilités d'évolution rapide
- Un environnement multi-culturel et innovant
- Des parcours personnalisés et une forte proximité managériale

Pour découvrir d'autres portraits et l'ensemble de nos offres, rendez-vous sur :

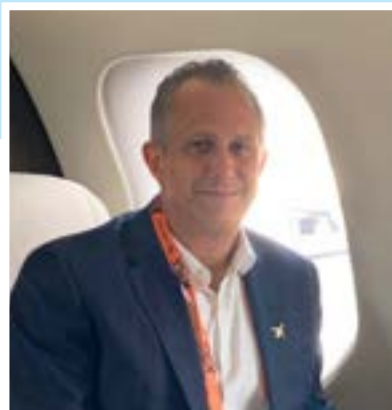
► careers.segulatechnologies.com

« Chez SEGULA, nous pouvons apporter les compétences techniques par la formation. Ce que nous recherchons avant tout, ce sont des qualités humaines, avec des profils créatifs, curieux, désireux d'apprendre et de se dépasser sur des projets innovants et stimulants. Notre devise est claire : Construisons le futur ensemble. Alors rejoignez-nous ! »

Arnaud Longuefosse, Vice-Président Stratégie et Business Développement

« *SEGULA ne se contente pas d'accompagner la transformation de l'aéronautique : il en est l'un des moteurs. Grâce à son maillage international, à l'agilité de ses équipes et à sa capacité d'innovation, le groupe relève les grands défis industriels et technologiques de demain, pour une aviation plus durable, plus performante, et plus intelligente : inventer l'aéronautique de demain, c'est déjà le présent de SEGULA* »

Richard Demoucelle,
Senior Vice President
Aerospace Business Line



Développer l'aéronautique de demain, un projet MONDIAL

L'industrie aéronautique se trouve aujourd'hui à un tournant, avec une croissance inédite de la demande mondiale, tant civile que militaire, et des défis industriels de plus en plus complexes liés entre autres à l'ambition de la neutralité carbone sur la nouvelle génération d'avions. Présent dans plus de 30 pays, SEGULA Technologies agit comme un catalyseur international dans cette transformation profonde, accélérant l'ensemble de la chaîne de valeur : de la conception à la production, en passant par le support technique et la maintenance.

LA MONTÉE EN CADENCE : UN DÉFI MONDIAL

L'industrie aéronautique connaît une accélération sans précédent. Les grands donneurs d'ordres visent des rythmes de production encore jamais atteints, ce qui met sous tension l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement, les performances industrielles et les ressources humaines.

« *C'est précisément sur ces leviers : supply chain, efficacité opérationnelle et maîtrise des compétences, que SEGULA fait la différence* » souligne Richard Demoucelle, Vice-Président Aéronautique chez SEGULA.

S'appuyant sur une expertise industrielle historique en **France**, notamment à Vitrolles, Saint-Nazaire, Toulouse, Bordeaux et dans les Hauts-de-France, SEGULA compte aujourd'hui près de 2 000 collaborateurs mobilisés aux côtés de grands noms tels qu'Airbus, Dassault, Safran

et Thales. Ce maillage territorial, combiné à un savoir-faire multisectoriel (automobile, énergie, défense), constitue un avantage concurrentiel unique pour accompagner l'accélération du secteur.

UN ANCRAGE MONDIAL AU SERVICE DE L'INNOVATION

Au-delà de ses racines françaises, SEGULA poursuit une expansion ambitieuse en **Amérique du Nord** en **Afrique** et en **Europe** (**Espagne**, **Italie** et **Allemagne**), tout en préparant son développement au **Moyen-Orient** et en **Asie**. L'ouverture de projets à **Dubaï** notamment, témoigne d'une volonté de s'ancrer dans les zones à fort potentiel.

En seulement deux ans, le groupe a ouvert une quinzaine de nouvelles implantations permettant de croiser des expertises pointues : pilotage de supply chain, ingénierie industrielle, et technologies émergentes (hydrogène, batteries, électrification).

« *Notre force réside dans notre capacité à nous implanter au plus près de nos clients, partout dans le monde, pour accompagner des projets de grande envergure en tirant parti du meilleur de nos expertises* ».

Arnaud Longuefosse,
Vice-Président Stratégie
et Business Développement



UNE CROISSANCE ACCÉLÉRÉE EN AMÉRIQUE DU NORD

SEGULA connaît une croissance rapide en Amérique du Nord et particulièrement au **Canada** et aux **États-Unis** avec des acteurs comme Airbus, Boeing, Spirit et Bombardier. Le pays abrite également de nombreux sous-traitants directs de haut niveau (Safran, RTX). Ces derniers travaillent directement avec les grands constructeurs aéronautiques, en fournissant des composants ou des systèmes intégrés dans les avions.

Les équipes SEGULA interviennent à chaque étape du cycle : sur la conception (architecture des aéronefs, systèmes de propulsion, sous-ensembles), les opérations (assemblage de sous-ensembles complets, pré-vol, qualité, méthode et outillage), la maintenance et les essais.

Par ailleurs, le groupe a ouvert de nouveaux bureaux au **Mexique**, déjà impliqué dans l'aménagement intérieur, la production industrielle, la logistique avancée et la chaîne d'approvisionnement, pour accompagner la croissance mondiale du secteur.

GLOBAL SERVICE DELIVERY CENTRES : UN LEVIER DE COMPÉTITIVITÉ

Pour rester compétitif tout en offrant des services de qualité avec une grande réactivité, SEGULA s'appuie sur trois centres de prestation de services (Global Service Delivery Centres) stratégiquement situés en Amérique, en Europe et en Afrique. Multilingues, multisectoriels et interconnectés, ils fournissent un appui opérationnel aux bureaux de proximité du monde entier.

► Au **Maroc**, avec une grande expérience en calcul et en simulation (CAE), les équipes travaillent sur la conception d'outillages, l'ingénierie et le design, mais aussi sur les méthodes d'assemblage.

► En **Tunisie**, les équipes de SEGULA interviennent dans l'aménagement intérieur des avions et la gestion de la chaîne logistique, avec notamment des projets de référence pour Safran Seats.

► En Europe, la **Roumanie** joue un rôle clé dans le domaine du manufacturing. Elle intervient sur des projets industriels majeurs, dont actuellement la robotisation d'une ligne d'assemblage final d'avion pour un grand constructeur français.



L'INDE, UN AVENIR PROMETTEUR POUR L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE DANS L'AÉRONAUTIQUE

Riche de ses compétences technologiques, l'**Inde** offre des perspectives de développement prometteuses :

« *La France dispose d'un haut niveau de maturité dans la fabrication aéronautique, tandis que l'Inde offre d'excellentes compétences en technologies de l'information et du numérique. Cela ouvre des perspectives pour une collaboration entre les deux pays afin de façonner l'avenir de la fabrication numérique. Cette collaboration devrait se concentrer sur la recherche et le développement conjoints, la formation, la production localisée et la diversification des chaînes d'approvisionnement* ».

Suresh Latchoumanassamy,
Vice-président aéronautique
des régions Asie-Pacifique
et Moyen-Orient

INGÉNIERIE

Grâce à une expertise technique de pointe et à des outils numériques avancés, l'ingénierie aéronautique optimise chaque étape du cycle de vie d'un avion, de la conception à la maintenance, pour répondre aux défis d'aujourd'hui et de demain.

De l'idée à l'atelier : le rôle clé du Manufacturing Engineering

Dans l'industrie aéronautique, où excellence technologique et rigueur industrielle sont indissociables, l'ingénierie de production (ou Manufacturing Engineering), joue un rôle pivot. À l'interface entre la conception, la production et la qualité, elle permet de traduire les idées du bureau d'études en solutions fabricables, conformes, répétables et compétitives. Chez SEGULA Technologies, cette expertise est au cœur des projets, et vient renforcer la robustesse des chaînes industrielles.

TRANSFORMER UNE IDÉE EN RÉALITÉ INDUSTRIELLE

L'ingénieur de production transforme une définition numérique en un processus de fabrication robuste et industrialisable : cela passe par l'analyse de la faisabilité des pièces (Design for Manufacturing), la définition des équipements nécessaires (machines, outillages, postes de travail, logistique) et la préparation de la documentation industrielle. Véritable chef d'orchestre technique, il coordonne les échanges entre le bureau d'études, les équipes qualité, les logisticiens et les opérateurs en atelier pour garantir la cohérence et l'efficacité de l'ensemble du processus. Ce travail permet d'anticiper les difficultés et d'éviter les erreurs tout en optimisant temps et coûts de production.

CONTRIBUER À L'AMÉLIORATION CONTINUE

Mais le rôle de l'ingénierie de production ne s'arrête pas à la mise en fabrication initiale. Elle s'inscrit dans une démarche continue d'amélioration. Les méthodologies Lean, 5S, AMDEC et Six Sigma sont autant d'outils mobilisés pour réduire les gaspillages, rationaliser l'organisation des ateliers et maîtriser les risques. Dans des contextes de montée en cadence, de digitalisation ou de transformation industrielle, SEGULA s'appuie sur ces outils pour renforcer les équipes méthodes des constructeurs et des équipementiers.

GARANTIR QUALITÉ ET TRAÇABILITÉ

SEGULA veille au respect des standards industriels (EN9100, NADCAP), réalise les contrôles nécessaires sur les procédés, et assure une gestion rigoureuse des documents techniques. Grâce à une traçabilité complète, chaque pièce, chaque opération peut être suivie. Les équipes gèrent aussi les dérogations éventuelles et déploient des plans de contrôle pour garantir la conformité des productions.

RÉPONDRE À DES DÉFIS TECHNIQUES GRÂCE À UN LARGE RÉSEAU D'EXPERTS

Chez SEGULA, les ingénieurs de production doivent relever des défis techniques importants et sont amenés à travailler avec des matériaux particulièrement exigeants comme le titane, les composites ou l'Inconel, qui nécessitent des compétences spécifiques. Les pièces produites doivent souvent respecter des tolérances très strictes, avec peu de marge d'erreur. À cela s'ajoutent des procédés avancés : usinage grande vitesse, soudage par friction (FSW), perçage multi-axes, automatisation robotisée... Pour répondre à ces exigences, SEGULA mobilise un réseau international d'experts capables d'intervenir rapidement sur des projets multi-sites et de s'adapter aux pics de charge. Cette capacité de déploiement s'accompagne d'une flexibilité contractuelle permettant d'ajuster les

ressources aux besoins spécifiques de chaque projet. Ce modèle agile répond parfaitement aux impératifs de montée en cadence, notamment sur les lignes d'assemblage final.

S'ADAPTER AUX NOUVEAUX ENJEUX : VERS UNE INGÉNIERIE DE PRODUCTION PLUS DIGITALE ET PLUS VERTE

SEGULA s'engage dans l'industrie 4.0 avec le déploiement de jumeaux numériques (pour simuler les postes ou lignes), l'utilisation de la réalité augmentée pour guider les opérateurs ou valider les montages, et l'automatisation documentaire. L'objectif est d'accélérer l'industrialisation, tout en fiabilisant les données et en réduisant les tâches à faible valeur ajoutée.

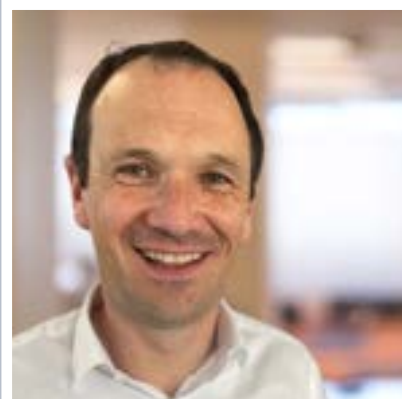
La réduction de l'impact environnemental est également un axe stratégique important. Cela passe par l'allègement des procédés (réduction de la consommation de matière et d'énergie, diminution des rebuts), le choix de technologies à faible empreinte et l'intégration de critères d'éco-conception dans les gammes de fabrication.

UN MODÈLE D'ENGAGEMENT SUR MESURE

Face aux enjeux d'agilité industrielle, les donneurs d'ordres recherchent aujourd'hui des partenaires capables de s'impliquer de bout en bout : de la co-conception à la mise en production, en passant par l'industrialisation et le support atelier. SEGULA répond à cette attente en proposant des modèles d'engagement flexibles : interventions ponctuelles, pilotage de lots complets ou prise en charge de projets via des plateformes dédiées ou centres de services externalisés. Cette capacité d'engagement global garantit réactivité, performance et maîtrise des coûts tout au long du cycle industriel.

MANUFACTURING ENGINEERING : RENCONTRE AVEC JEAN-PAUL BAILLE, DIRECTEUR DE PÔLE

Sur le site de Vitrolles, dans le sud de la France, plus de 80 % de l'activité de SEGULA est dédiée au Manufacturing Engineering. Jean-Paul Baille, Directeur de pôle, y travaille depuis 18 ans.



En quoi consiste précisément le Manufacturing Engineering dans l'aéronautique ?

J-P.B. On peut comparer le Manufacturing Engineering à l'élaboration d'une recette dans un grand restaurant : le bureau d'études joue le rôle du chef qui imagine le plat (étape de conception), tandis que nous sommes chargés d'écrire la recette détaillée pour que le plat soit réalisable en cuisine (étape de production). Concrètement, à partir des plans fournis par le bureau d'étude, nous définissons les solutions de fabrication et d'assemblage adaptées à chaque pièce, et nous assurons le support technique tout au long de la production.

La fabrication additive est l'un des leviers clés du Manufacturing Engineering. Quels sont ses avantages ?

J-P.B. La fabrication additive permet de transformer rapidement un plan de conception en pièce réelle, sans

recourir à des procédés complexes ou coûteux. Contrairement aux méthodes traditionnelles, qui enlèvent ou déforment de la matière, la fabrication additive construit la pièce couche par couche à partir de matériaux comme de la poudre, du filament ou de la résine. Elle permet de produire des pièces directement à partir d'un modèle numérique (CAO), sans avoir besoin de moules ou d'outillages spécifiques, souvent très coûteux à concevoir pour de petites quantités. C'est une solution rapide, souple, efficace et économique.



Machines de fabrication additive utilisées pour produire des pièces et outils.

Sur quels types de projets travaillent les équipes de SEGULA ?

J-P.B. Nous intervenons principalement sur des hélicoptères pour Airbus Helicopters, depuis les modèles légers comme l'Écureuil jusqu'au Super Puma, en passant par les appareils intermédiaires (H160, H175, NH90). Nous travaillons aussi bien sur la structure que sur les éléments

dynamiques ou les systèmes de transmission vers les hélices. Nos missions couvrent les appareils neufs (Part 21) comme ceux en maintenance (Part 145). Qu'il s'agisse de fabrication ou de remplacement, les compétences mobilisées restent les mêmes : à partir des plans fournis par le bureau d'études, nous vérifions la faisabilité technique. En maintenance, nous intervenons lors des visites périodiques, des grandes visites ou des opérations de retrofit, qui consistent à démonter un hélicoptère complet pour le moderniser.

Quelles sont, selon vous, la valeur ajoutée et les spécificités de SEGULA dans ce domaine ?

J-P.B. L'industrialisation fait partie intégrante de l'ADN de SEGULA, notamment à travers son expertise automobile. Aujourd'hui, nous sommes un acteur majeur du Manufacturing Engineering, avec une présence internationale établie en France, mais aussi au Maroc, en Roumanie, et en Amérique du Nord : ces implantations nous permettent de répondre rapidement à des appels d'offres, et de réduire les coûts. Ce qui nous distingue, c'est avant tout notre offre globale, qui couvre l'ensemble de la chaîne de valeur, du bureau d'études jusqu'à la production. Par ailleurs, nous bénéficions d'une expérience solide avec Airbus Helicopters, un partenaire avec lequel nous collaborons en continu depuis 2006. Cette relation de long terme nous a permis de développer une connaissance fine de leurs processus internes.

Comment est composée l'équipe de Vitrolles, et quels sont les profils recherchés ?

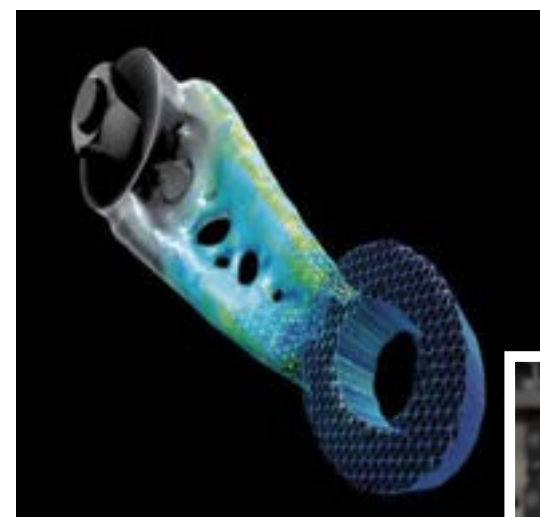
J-P.B. L'équipe réunit à la fois des techniciens et des ingénieurs, principalement issus de formations en génie mécanique ou aéronautique, avec une expertise en conception et fabrication de pièces. Nos activités

couvrent des domaines techniques variés comme l'usinage, la tôlerie, l'électricité ou encore la transformation de la matière première.

Avoir une bonne compréhension des enjeux logistiques, notamment en matière d'approvisionnement, est important. Aujourd'hui, recruter du personnel qualifié est un vrai défi car les filières techniques ont été longtemps dévalorisées, ce qui a entraîné un désintérêt pour ces métiers de la part des jeunes générations. C'est pour cette raison que nous proposons une politique de formation permettant de faire monter nos collaborateurs en compétences.

À quels outils numériques avez-vous recours ?

J-P.B. Nous utilisons des ERP (Enterprise Resource Planning, ou progiciels de gestion intégrés en français) comme SAP, pour centraliser et gérer l'ensemble des données techniques, logistiques et de production. Ces bases de données nous permettent de suivre chaque étape du processus de fabrication avec précision. Par ailleurs, les logiciels de Conception Assistée par Ordinateur (CAO), depuis CATIA V5, aux dernières itérations de 3D Experience, orientées vers le MBSE (Model-Based System Engineering) qui aujourd'hui font partie du quotidien de nos ingénieurs, nous permettent de concevoir, visualiser et adapter les pièces avant même leur fabrication. Ces outils numériques sont devenus indispensables pour gagner en efficacité, en fiabilité et en réactivité.



Pièce métallique issue de la fabrication additive (à gauche : dessin CAO / en bas : pièce physique maintenue par des bandes de support)



L'ATOUT DE SEGULA : DES PASSERELLES INTERSECTORIELLES

SEGULA intervient également dans l'automobile, le naval, le ferroviaire, l'énergie et la défense. Cette richesse sectorielle permet au groupe de transférer des technologies innovantes dans le secteur aéronautique :

→ **De l'automobile**, SEGULA importe une culture du Lean (optimisation de la production), de l'automatisation et de la cadence industrielle.

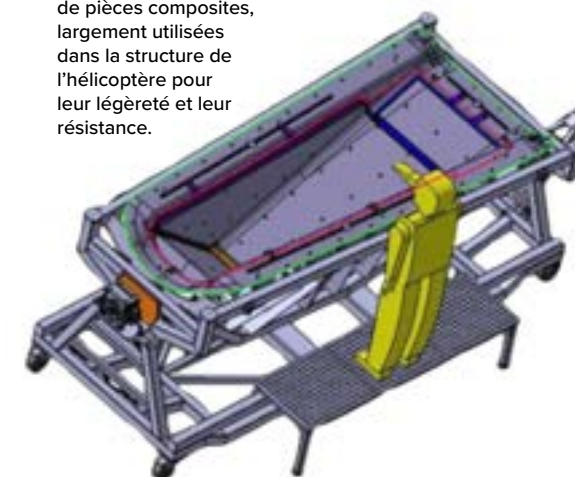
→ **Du naval et du ferroviaire**, le groupe tire une expertise en ingénierie système, production de grands ensembles, gestion du cycle de vie des produits et pilotage de chaînes logistiques complexes (supply chain).

"L'ingénierie de production dans l'aéronautique est bien plus qu'une fonction de soutien : elle est le catalyseur industriel de la performance, garantissant la faisabilité, la qualité et la compétitivité des produits. SEGULA, avec son expérience multi-secteurs, ses compétences techniques pointues, et sa capacité d'engagement, se positionne comme un partenaire stratégique, capable d'accompagner les industriels aéronautiques dans leurs défis présents... et futurs".

Arnaud Longuefosse,
Vice-Président Stratégie
et Business Développement



Processus de moulage de pièces composites, largement utilisées dans la structure de l'hélicoptère pour leur légèreté et leur résistance.



Ingénierie du support : l'art de prolonger la vie des machines

Dans l'aéronautique, l'ingénierie du support conçoit des solutions pour optimiser la maintenance, la réparation et la révision des aéronefs tout au long de leur cycle de vie. L'objectif est de s'assurer que chaque système et équipement est non seulement efficace dès sa conception, mais aussi facile à entretenir et à réparer. Dans une logique d'adaptation aux besoins régionaux et de renforcement des capacités locales, des efforts sont actuellement engagés pour développer ces activités au Canada et au Moyen-Orient.

L'ingénierie du support optimise la MRO de plusieurs manières

Réduction des temps d'arrêt : en concevant des systèmes faciles à maintenir et en fournissant une documentation claire et précise, elle minimise le temps nécessaire pour les réparations et les inspections.

Diminution des coûts de maintenance : elle permet d'optimiser les stocks de pièces de rechange, de

planifier efficacement les opérations de maintenance et de réduire le besoin d'outils et d'équipements spécialisés.

Amélioration de la fiabilité et de la sécurité : en anticipant les problèmes potentiels et en mettant en place des procédures de maintenance préventive, elle contribue à

augmenter la fiabilité des systèmes et à garantir la sécurité des opérations.

Optimisation de la formation : elle facilite la création de programmes de formation efficaces pour le personnel de maintenance, en fournissant des supports pédagogiques clairs et adaptés.

Digitaliser l'ingénierie du support

Chez SEGULA, le digital dans sa globalité joue un rôle de plus en plus important dans l'ingénierie du support :

Outils digitaux : les logiciels de gestion de la maintenance (GMAO), les systèmes de réalité augmentée pour guider les techniciens, et les plateformes collaboratives pour faciliter la communication entre les équipes de maintenance sont autant d'outils digitaux qui améliorent l'efficacité de la MRO chez SEGULA.

Jumeaux numériques : les répliques virtuelles des aéronefs et de leurs composants permettent de simuler des scénarios de maintenance, d'anticiper les problèmes et d'optimiser les procédures avant même que les opérations réelles ne commencent.

► Chez Airbus Helicopters, la plateforme de formation HATS (Helicopter Aircrew Training System) a été mise en place pour former les équipes : grâce aux jumeaux nu-

mériques, les pilotes et techniciens peuvent s'entraîner à des scénarios complexes dans un environnement virtuel fidèle.

Data et IA : l'IA appliquée à l'analyse des données de maintenance (historique des pannes, temps de réparation, etc.), permet d'uniformiser rapidement les données, d'identifier les causes racines et d'optimiser la disponibilité opérationnelle et l'expérience client.

Quel avenir pour l'ingénierie du support dans l'aéronautique ?

Maintenance prédictive généralisée : l'IA et le machine learning permettront de prédire les défaillances avec une précision accrue, ce qui optimisera encore davantage les plannings de maintenance.

► Aujourd'hui déjà, les équipes utilisent le HUMS (Health and Usage Monitoring System) : un système embarqué capable de collecter en temps réel des données sur l'état de santé et l'utilisation des composants critiques d'un aéronef (moteur, transmission, vibrations, etc.). Ces données permettent d'anticiper les pannes, de planifier la maintenance uniquement lorsqu'elle est nécessaire, et ainsi, de réduire les coûts tout en améliorant la sécurité et la disponibilité des appareils.

Réalité augmentée et virtuelle pour la formation et l'assistance : les techniciens seront équipés de dispositifs de réalité augmentée et virtuelle qui leur fourniront des informations en temps réel et les guideront dans les procédures de maintenance. Ces technologies permettront de réduire les erreurs humaines, d'accélérer les interventions, et de standardiser les pratiques.

Impression 3D : on peut imaginer que l'impression 3D, en permettant la fabrication de pièces de rechange à la demande et conformes à la définition du bureau d'étude, constitue une solution efficace pour réduire les temps d'arrêt des aéronefs et pallier les difficultés de la supply-chain, grâce à sa rapidité et son faible coût.



« Bien que l'ingénierie du support soit de plus en plus reconnue comme une discipline essentielle, les profils spécifiquement formés dans ce domaine sont encore relativement rares. Cependant, des formations et cursus universitaires intègrent désormais des modules d'ingénierie du support, ce qui devrait contribuer à augmenter le nombre de professionnels qualifiés. De plus en plus de collaborateurs de SEGULA partagent leurs expertises et interviennent dans les écoles et universités sur les licences ou les masters ».

Mickaël Pagnier,
Directeur commercial
aéronautique

Les expertises et métiers liés à l'ingénierie du support :

L'ingénieur en maintenance conçoit et optimise les programmes de maintenance

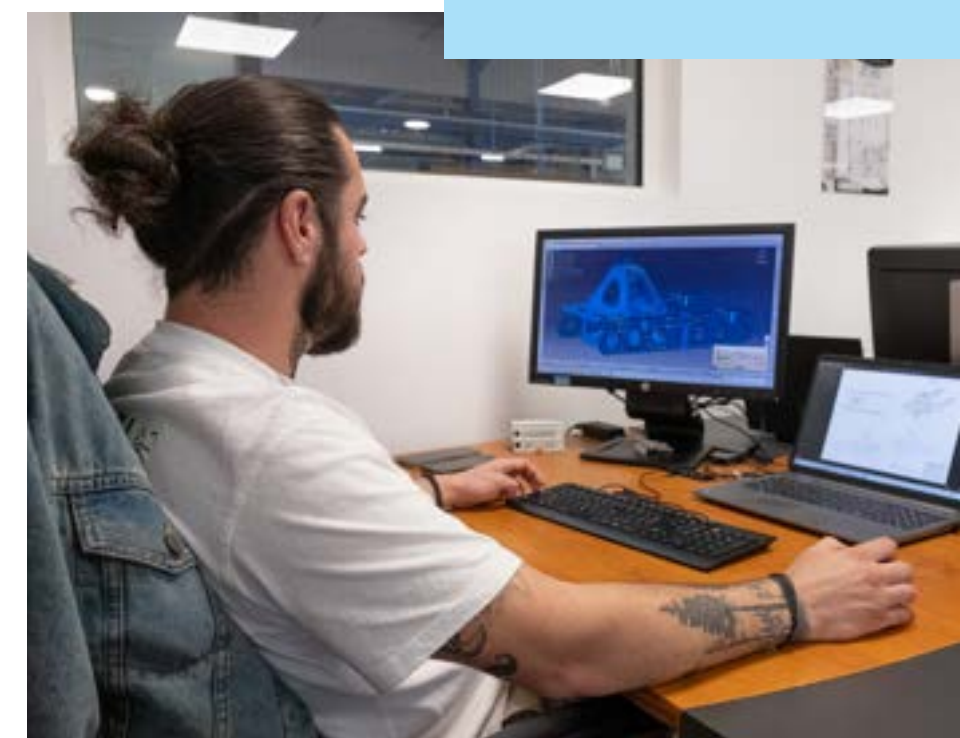
L'Analyste de données de maintenance analyse les données pour identifier les tendances et optimiser les opérations ou le design.

Le concepteur de documentation technique crée des manuels et des procédures de maintenance clairs et précis.

Le spécialiste en formation technique développe et dispense des formations pour le personnel de maintenance.

L'ingénieur en fiabilité évalue et améliore la fiabilité des systèmes.

L'expert du support à la maintenance fournit un soutien technique et des solutions aux équipes de maintenance.



Conception de documentation technique

Une simulation numérique de haut vol

Avec la simulation numérique, l'innovation dans l'aéronautique devient plus rapide, plus sûre et plus durable. C'est pourquoi SEGULA Technologies s'est doté depuis une vingtaine d'années de bureaux d'études dédiés. Présentation par Hugo Tricou, Responsable d'affaires Simulation Numérique, à la tête d'une équipe spécialisée d'ingénieurs spécialisés dans les calculs à Vénissieux, près de Lyon.

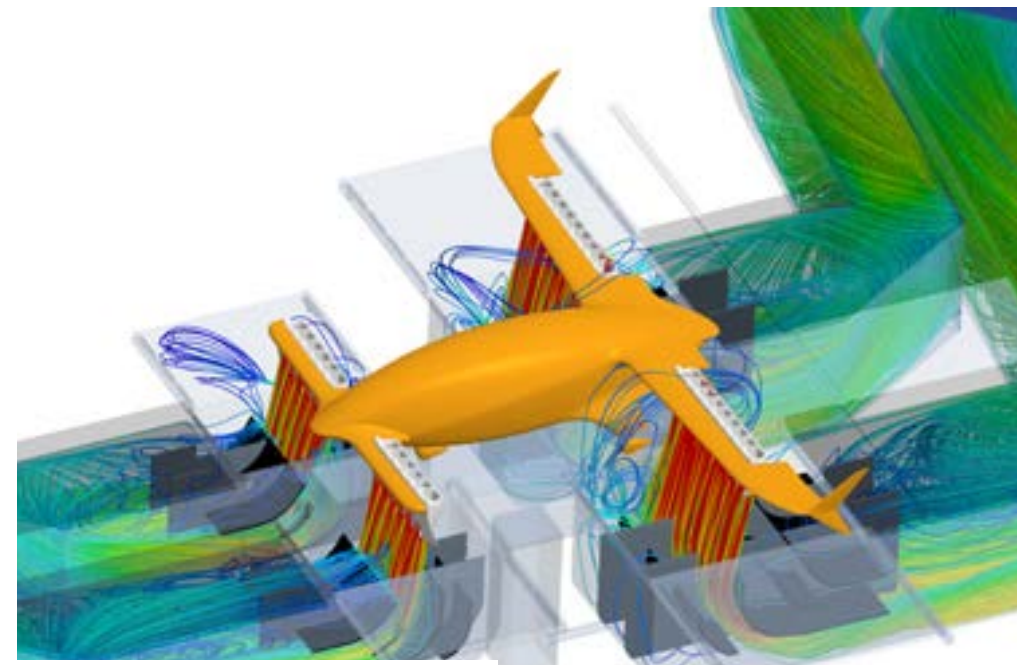
Des oiseaux en gélatine catapultés sur des ailes d'avion

Les collisions d'oiseaux en vol représentent un danger considérable dans l'aéronautique. Pour se prémunir de ce risque, les constructeurs mènent de nombreux essais pour renforcer les fuselages d'avion. C'est même incontournable dans les process de validation des appareils. « Ces tests consistent à envoyer des mannequins d'oiseaux en gélatine avec une catapulte sur une pièce de fuselage en général, pour observer comment elle se comporte, décrit Hugo Tricou. Mais ces essais

prennent du temps – beaucoup de temps – et entraînent des coûts très importants. Il faut en plus disposer de morceaux de fuselage que l'on va volontairement détruire. Un énorme gâchis ! Mieux vaut utiliser la simulation numérique ! » Cette technologie consiste à représenter virtuellement des phénomènes physiques... sans endommager aucun avion. « Concrètement pour modéliser une pièce d'avion, nous exploitons la technique de discrétisation : son découpage en une multitude d'éléments (maillage), sur lesquels on applique des lois physiques, traduites en équations mathématiques. » De cette manière, les ingénieurs s'affranchissent au maximum des essais, accélèrent les développements, réduisent les coûts et optimisent les designs.

Une technologie taillée pour l'aéronautique

Plus encore que dans d'autres secteurs, la simulation numérique trouve dans l'aéronautique un terrain d'expression privilégié. D'abord parce que les pièces d'avions sont sur des niveaux de prix très élevés. Sans sacrifier la sécurité, on cherche donc à limiter le nombre d'essais destructifs pour s'assurer que tout fonctionne bien. La simulation est alors clé pour valider par des biais numériques tout ce qui est possible avant de passer aux essais physiques. « Une autre



Étude numérique des écoulements d'air d'un avion à décollage vertical monté sur un banc d'essai.

particularité de l'aéronautique tient à ses enjeux liés aux matériaux variés et à leurs conditions d'usage, affirme Hugo Tricou. Dans un avion, on trouve des métaux, des composites, des polymères, soumis à de fortes sollicitations en pression ou dépression, en vibratoire, en température... Plus on est confronté à un mix de situations, plus la simulation numérique est intéressante. Aujourd'hui, nous savons traduire numériquement chaque phénomène physique par une équation ». Troisième spécificité : la sécurité. Dans l'aéronautique, aucun droit à l'erreur. Or la simulation numérique permet d'anticiper l'ensemble des risques à toutes les phases de développement. Il n'y a pas de limite !

Déjà 25 années d'expériences et des moyens à la hauteur

SEGULA Technologies n'en est pas à ses débuts en simulation numérique. « Aujourd'hui, nous sommes 300 ingénieurs calculs répartis en France et à l'étranger, et nous disposons de nos propres serveurs calculs localisés dans nos bureaux d'études, avec plus de 1 000 processeurs (CPU - Central Processing Unit), dé-

diés aux tâches de calculs demandées pour nos clients et pour nos développements en fonds propres afin de rester à l'avant-garde. » Des moyens importants qui permettent à Hugo Tricou de répondre à plus de 50 clients chaque année mais aussi de simulation dans le même temps, en collaboration avec les équipes Recherche et Innovation. Ces projets ont conduit SEGULA à accomplir de véritables success stories. Parmi les plus emblématiques, leur contribution au projet de Lilium. Cette startup a mis au point le premier avion électrique à décollage et atterris-

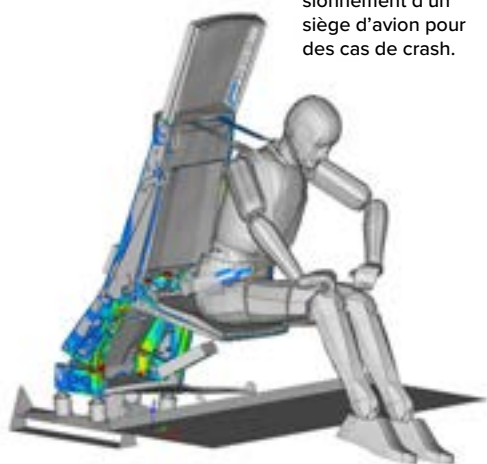
sage vertical. « Nous avons modélisé les écoulements de fluides autour de l'appareil et conçu un banc d'essai à partir d'outils numériques. Nous nous sommes assurés de sa résistance aux fortes poussées d'un décollage vertical et de la fiabilité de ses mesures. » Autre exemple marquant : l'accompagnement de Safran Seats dans le cadre de tests d'atterrissage d'urgence en avion ou hélicoptère. L'objectif était de suivre le comportement des sièges et d'évaluer les risques dans ces conditions extrêmes. Dans cette perspective, Hugo Tricou et son équipe ont effectué des calculs en dynamique rapide.

Une contribution à rendre l'aviation plus durable

Outre les applications mentionnées, la simulation numérique ouvre un champ des possibles infini. Non seulement elle permet de **réduire les coûts et les délais** en diminuant drastiquement le nombre de prototypes, en limitant les essais en soufflerie ou en vol et en accélérant les itérations en phase de conception, mais en plus elle permet de **réaliser une analyse fine des contraintes sur les matériaux** et de **modéliser des conditions extrêmes**. « Dans l'aéronautique, les pièces et équipements doivent être performants du premier coup, tout en

étant optimaux en termes de poids, de robustesse ou de niveau de défense pour les applications militaires, souligne Hugo Tricou. C'est précisément le rôle de la modélisation, avant de lancer les essais physiques. » La simulation numérique révolutionne la recherche d'allègement des pièces, l'optimisation des consommations d'énergie et l'étude de carburants alternatifs comme l'hydrogène, pour réduire les impacts environnementaux : moins d'utilisation de matière première et moins d'émission de CO2. Elle permet aussi d'allonger la durée de vie des avions, lorsqu'elle est intégrée bien en amont dans le process de développement. Quand un avion vole 50 ans plutôt que 30 ans, c'est un nouveau bénéfice vis-à-vis de l'environnement !

Validation numérique du dimensionnement d'un siège d'avion pour des cas de crash.



Demain, la simulation augmentée par l'Intelligence Artificielle

Dans l'aéronautique, l'Intelligence Artificielle est déjà intégrée dans les process. « C'est encore exploratoire mais c'est clairement l'avenir selon Hugo Tricou. Elle pourrait par exemple nous être extrêmement utile pour la génération automatique des maillages numériques des pièces en simulation, une étape en-

core très chronophage. » Le bureau d'études lyonnais de SEGULA s'intéresse de plus en plus à ces sujets et à l'utilisation de l'IA pour prédire le comportement des pièces avant leur simulation de façon classique. Un nouveau défi qui attend Hugo Tricou et son équipe toujours en quête d'innovation, pour continuer de s'affirmer comme un acteur incontournable de la simulation numérique dans l'aéronautique !

Le design au service de l'expérience passager

Fondée en 1978, Technicon Design est une agence de design industriel de renommée internationale. Intégrée au groupe SEGULA Technologies depuis 2017, elle est présente sur trois continents (Europe, Asie et Amérique du Nord) et accompagne ses clients dans des domaines variés, notamment l'automobile, son cœur historique d'activité. Depuis 2019, l'agence a élargi son champ d'action dans l'aéronautique, en collaborant avec des fabricants de sièges et des compagnies aériennes.

One unit : des sièges d'avion modulaires pour s'adapter à tous types de cabines

One Unit est un siège de transport haut de gamme, conçu pour s'ajuster facilement à différentes configurations de cabines. Ce système modulaire unique a été conçu pour répondre aux défis des compagnies aériennes en termes de coûts (réduction de la diversité des pièces), d'efficacité et de personnalisation, sans jamais sacrifier l'expérience passager. « Chaque détail a été pensé pour offrir une sensation de cocon raffiné et personnalisé. C'est une micro-architecture intérieure qui mêle fluidité, ergonomie et sophistication. On Unit explore la modularité pour réinventer l'expérience passager, en alliant confort, design et innovation ».

Pour ce projet, tout le processus de design a été pris en charge par SEGULA, de l'idéation à la modélisation 3D et la visualisation XR, en passant par la création de films de présentation et de vues immersives. Une équipe pluridisciplinaire de designers extérieurs et intérieurs, experts couleur et matière, Ui&Ux designer, modelers 3D, graphistes et studio ingénieurs a été mobilisée.



Imaginer la mobilité aérienne de demain : le design d'un eVTOL nouvelle génération

Fruit d'un travail créatif ambitieux, le design de ce concept d'eVTOL (Electric Vertical Take-Off and Landing), un taxi volant à décollage vertical et déplacement rapide, a été développé par les studios internationaux de Technicon Design à Shanghai et Chennai. « Le design de cet eVTOL incarne une sculpture douce et racée, où chaque courbe semble dessinée par le vent. Sa silhouette profilée, tendue et fluide évoque autant la performance que l'élégance. Le cockpit est panoramique, baigné de lumière. Le langage formel mêle tension et douceur, pour une esthétique futuriste mais rassurante ».

Les équipes (designers extérieurs et intérieurs, experts couleur et matière, modelers 3D, graphistes et studio ingénieurs), ont conçu le design extérieur et intérieur du concept, en pilotant les phases de recherche stylistique, d'architecture, de modélisation 3D et de visualisation.



RENCONTRE AVEC
Pierre Authier
Directeur du Design

Quelles sont les spécificités du design dans l'aéronautique ?

C'est un design de haute précision qui doit conjuguer esthétique, ergonomie, réglementation, poids et faisabilité industrielle. Les contraintes sont nombreuses, mais c'est un terrain passionnant pour exprimer une vision futuriste et penser l'expérience usager de façon holistique (c'est-à-dire en prenant en compte tous les aspects de l'expérience dans leur ensemble). Le résultat est un équilibre entre émotion et rationalité, en dialogue constant avec les ingénieurs.

Pourquoi le design et l'ergonomie sont-ils fondamentaux dans l'industrie ?

Le design agit comme un ambassadeur de l'humain dans l'industrie, en traduisant les besoins et désirs des consommateurs en solutions significatives. Comprendre et anticiper ces besoins dès le début du processus de conception permet non seulement de gagner du temps, mais aussi de créer des produits mieux adaptés aux futures attentes des utilisateurs, tout en favorisant l'innovation continue.

Quelles sont les étapes de conception d'un projet design ?

Tout commence par une analyse des tendances et des attentes des passagers, combinée à une veille technologique permanente de nos équipes dans tous les secteurs industriels ou de la mode. La phase créative inclut l'idéation à travers des esquisses, la validation de l'architecture et la modélisation 3D Class-A avec le Bureau d'étude. Le projet est ensuite présenté à travers des renderings (rendus visuels), des films et des expériences immersives (réalité augmentée). En collaboration avec les ingénieurs et fabricants, nos experts optimisent la qualité perçue en s'inspirant des meilleures pratiques d'autres secteurs industriels, comme l'automobile.

Comment voyez-vous l'avenir du design dans l'aéronautique ?

Il sera plus émotionnel, plus digital, et toujours plus intégré aux enjeux environnementaux. Le design sera un levier d'efficacité industrielle et de transformation de l'expérience de l'utilisateur, donc un axe essentiel de différenciation entre les constructeurs : La digitalisation, avec les outils 3D et la réalité virtuelle, jouera un rôle clé dans la conception et la présentation des projets.

Le design devra aussi créer des expériences sensibles et intuitives, tandis que les matériaux recyclables et éco-responsables prendront de plus en plus d'importance. Enfin, la modularité permet-

« À l'avenir, le design sera plus émotionnel, plus digital, et toujours plus intégré aux enjeux environnementaux »

tra de réduire le nombre de pièces, et de favoriser la qualité perçue, la rentabilité et l'industrialisation. Le design est un langage universel que nous faisons évoluer en fonction des usages, des cultures et des technologies.

OUTILLAGE

Dans l'aéronautique, rien ne se fait sans outillage. Ces équipements sont indispensables au bon déroulement des opérations de maintenance, d'assemblage ou de transport. Ils permettent aux opérateurs de réaliser des opérations précises comme l'assemblage d'une pièce, le déplacement d'un moteur ou encore le maintien d'une structure pendant une opération d'assemblage.

Une diversité d'expertises pour des solutions sur-mesure

Chez SEGULA Technologies, de nombreuses expertises gravitent autour de l'activité outillage, mobilisant de nombreux collaborateurs sur différents sites. Parmi ces talents, à Marignane, dans le sud de la France, une équipe dédiée pilotée par Clément Le Flahec, Responsable technique et opérationnel de l'activité, conçoit des solutions sur mesure, en réponse aux exigences pointues du secteur.

Une adaptation sur-mesure pour chaque projet

Chaque projet débute par la réception d'un cahier des charges émis par le client. Une première analyse est alors menée pour évaluer la capacité de l'équipe à répondre efficacement à la demande. Si le feu vert est donné, les chargés d'affaires et les dessinateurs prennent le relais pour concevoir un avant-projet. Cette phase inclut le chiffrage, l'exploration des différentes disciplines techniques concernées, ainsi que la construction d'un schéma industriel spécifique.

Une fois l'offre formalisée et soumise, l'équipe projet entre en action pour structurer le déploiement (établissement d'un planning, validation des jalons critiques, gestion des contraintes de sécurité liées à l'utilisation finale, design et analyse par éléments finis). La fabrication est ensuite lancée, suivie de la livraison et, si nécessaire, de l'installation sur site.

« Au quotidien, l'organisation repose sur un binôme central composé du chargé d'affaires et du dessinateur. Tous deux sont garants de la cohérence technique, et constituent un point de contact privilégié du client. En parallèle, une équipe projet supervise les enjeux transverses : respect

du planning, gestion budgétaire, et reporting général. Cette structuration en petite équipe permet une communication fluide et une meilleure adaptation aux besoins de chaque mission ». Clément Le Flahec

Accompagner les grands acteurs de l'aéronautique

Conception, certification et expédition de Jackpads pour le Canada

SEGULA collabore avec Airbus Canada sur le programme A220, pour la conception d'un outillage spécifique : le Jackpad. Indispensable à l'assemblage des aéronefs, ce composant assure l'interface entre le fuselage et les berceaux de transport et manutention.

Pour ce projet, SEGULA prend en charge la conception, la certification et l'expédition des jackpads. Seule la fabrication est externalisée. Le projet se caractérise par sa complexité réglementaire, car les jackpads doivent supporter des charges importantes et être conformes aux normes de quatre pays différents.

L'équipe doit intégrer des exigences techniques très strictes dès la phase de conception, validée par calcul. Au-delà de l'aspect technique, ce contrat illustre la capacité de SEGULA à s'imposer comme un fournisseur de confiance à l'international.

Modélisation d'un jackpad



« Notre force réside dans la diversité de nos expertises. Nous faisons du sur-mesure, car chaque projet est unique et nécessite une réadaptation constante. Nous sommes capables d'intervenir sur de nombreuses disciplines : de la mécano soudure à l'usinage, en passant par l'automatisme, ou encore le moulage composite. Chaque membre de l'équipe apporte son champ d'expertise. »

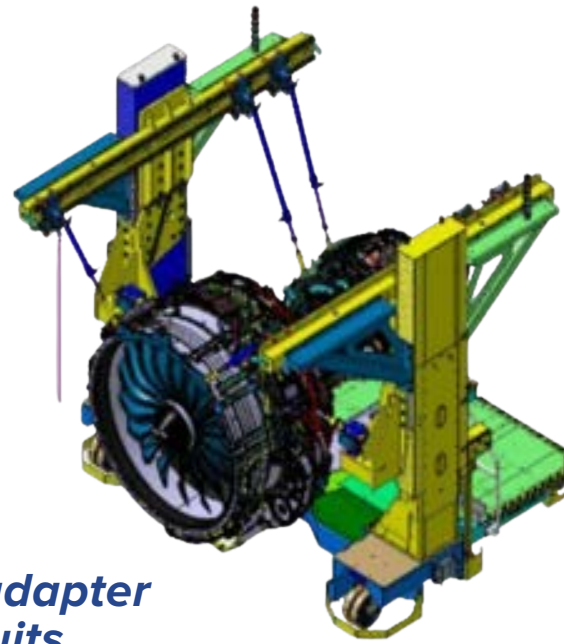
Clément Le Flahec,
Responsable technique et opération sur l'ensemble des outillages à Marignane

OUTILLAGE

Conception et réalisation d'un chariot de déplacement pour réacteur d'avion

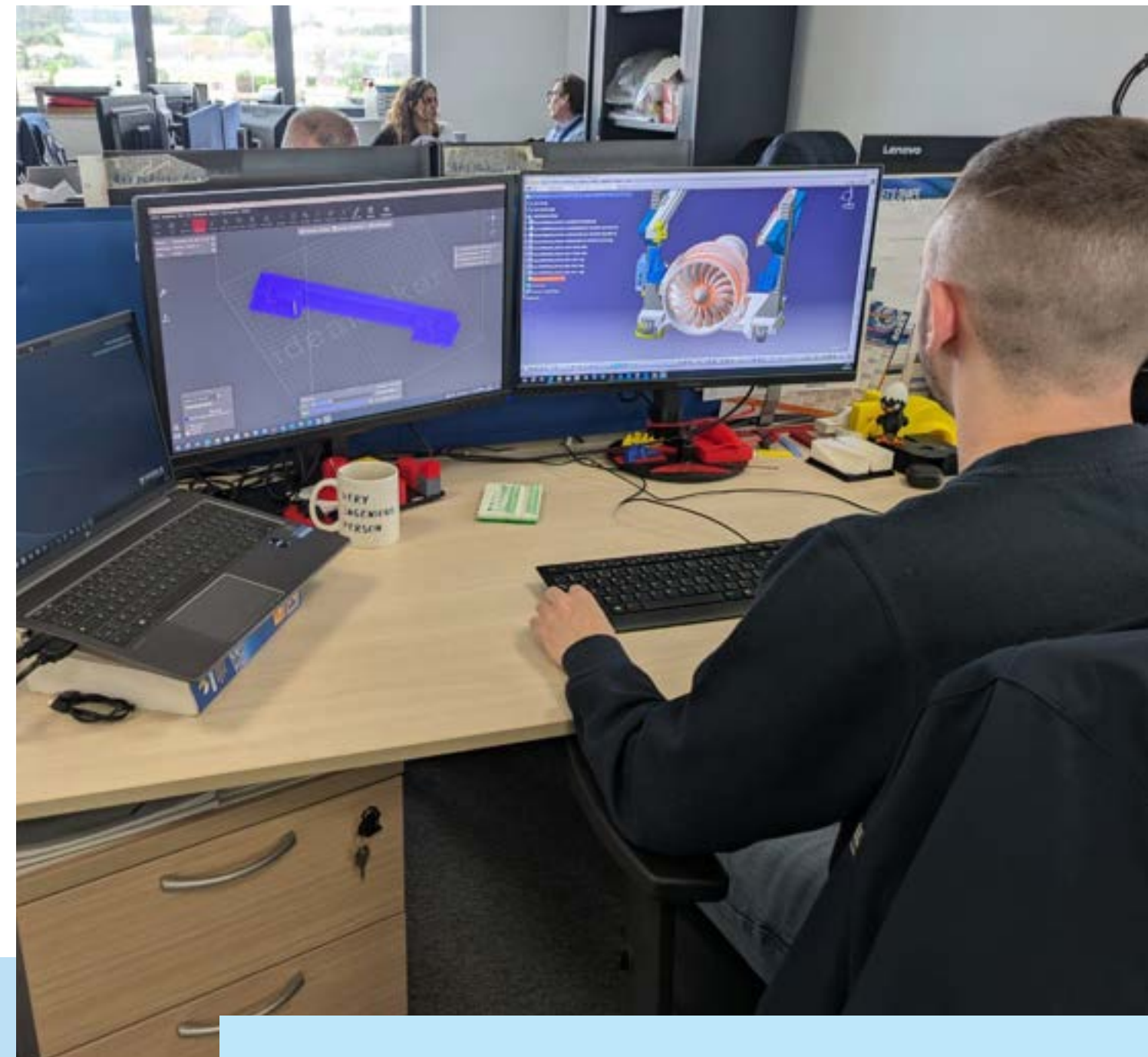
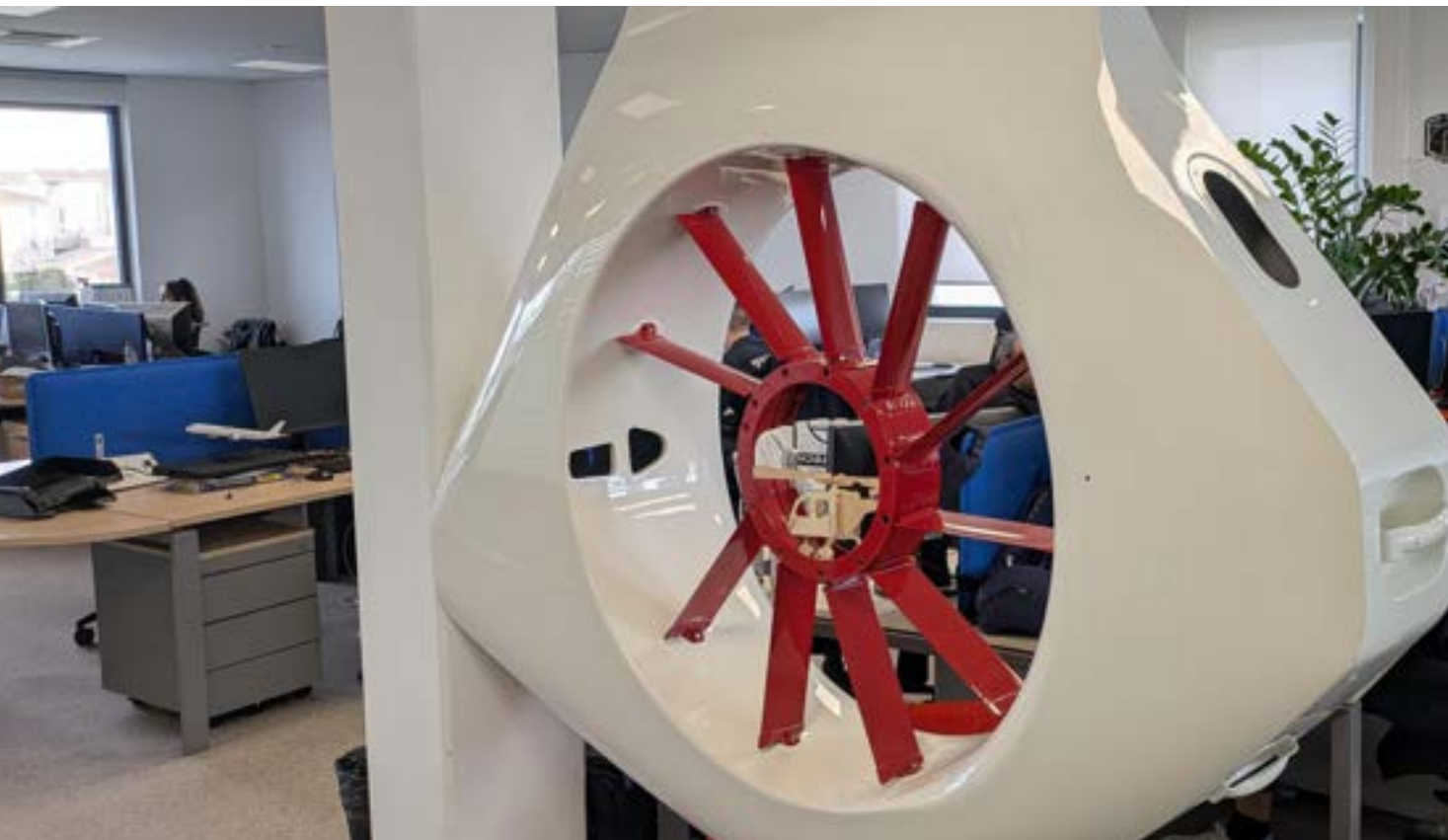
Cet outillage commandé par Safran est destiné aux opérations de maintenance lourde, nécessitant le démontage complet des moteurs. L'un des enjeux majeurs réside dans la polyvalence du chariot, qui doit pouvoir s'adapter à plusieurs configurations de moteurs (CFM56 et LEAP). Cela implique une exigence technique élevée, notamment en matière de stabilité et de

précision géométrique, car les réacteurs, pouvant peser entre 4 et 7 tonnes, doivent être manipulés sans déformation, afin de garantir l'alignement parfait des éléments mécaniques lors du remontage. Le projet est piloté de A à Z par SEGULA : conception, calculs de structure, programmation de l'automate, fabrication, certification et montage sur site par une équipe dédiée. L'ergonomie est au cœur du développement pour assurer l'efficacité, le confort et la sécurité des opérateurs.



« Avant de s'adapter à la machine, il faut s'adapter à l'humain qui va l'utiliser. Afin que les produits soient pertinents pour les utilisateurs, les chargés d'affaire et dessinateurs vont se rendre sur le terrain, et discuter avec les opérateurs pour répondre au mieux à leurs contraintes et besoins spécifiques. »

Clément Le Flahec, Responsable technique et opération sur l'ensemble des outillages à Marignane



Jean-Michel Caroul,
Dessinateur projeteur



À l'issue de son alternance chez SEGULA, Jean-Michel Caroul a fait le choix de poursuivre son parcours au sein du Groupe. Aujourd'hui dessinateur projeteur, il travaille sur une grande variété de projets, allant des chariots de transport moteur aux outillages de perçage, en passant par des systèmes de retournement ou des bancs de test. « Mon métier consiste à créer des pièces sur

mesure, qu'on ne pourrait pas produire de manière standard. Si par exemple, le besoin est de déplacer un panneau, je dois concevoir un chariot sur mesure qui remplira cette fonction spécifique. Une fois le cahier des charges établi, je modélise la solution en 3D et je vérifie sa faisabilité. Ce que j'apprécie particulièrement, c'est la diversité des projets sur lesquels je travaille. On peut aussi bien concevoir de petites caisses que des structures plus complexes, comme du génie civil. »

DES CÂBLES TEXTILES 10 FOIS PLUS LÉGERS QUE L'ACIER, CAPABLES DE SUPPORTER JUSQU'À 1000 TONNES

Jérémy Stigliano, chargé d'affaire, a piloté un projet innovant autour de câbles textiles ultra-compacts, capables de tenir dans une simple vallette, tout en soulevant plus d'une tonne de matériel !

Ce nouveau GSE (Ground Support Equipment), développé en partenariat avec la société Nodusfactory, répond aux nombreuses contraintes rencontrées sur le terrain par les opérateurs.

« Dans l'industrie, les câbles classiques sont souvent lourds, encombrants, sensibles à la rouille, et peuvent endommager les équipements ou causer aux opérateurs des douleurs physiques liées à la manutention. Grâce à l'utilisation du textile, ces nouveaux câbles sont plus légers, plus maniables et bien plus faciles à transporter. On estime que 15 kilos de tissu peuvent remplacer 150 kilos d'acier, et tout cela sans réelle limite de charge (charge en rupture pouvant atteindre 1000 tonnes) » précise Jeremy Stigliano, chargé d'affaires.

Le système repose sur un anneau principal à trois brins. Un astucieux jeu de couture permet de régler la longueur selon les besoins, en compressant les brins. « Malgré les faibles diamètres utilisés, ce GSE est certifié CE pour une charge maximale d'utilisation de 550kg, en répondant à la Directive 2006/42/CE ». Une belle innovation technique, protégée par la propriété intellectuelle de SEGULA.

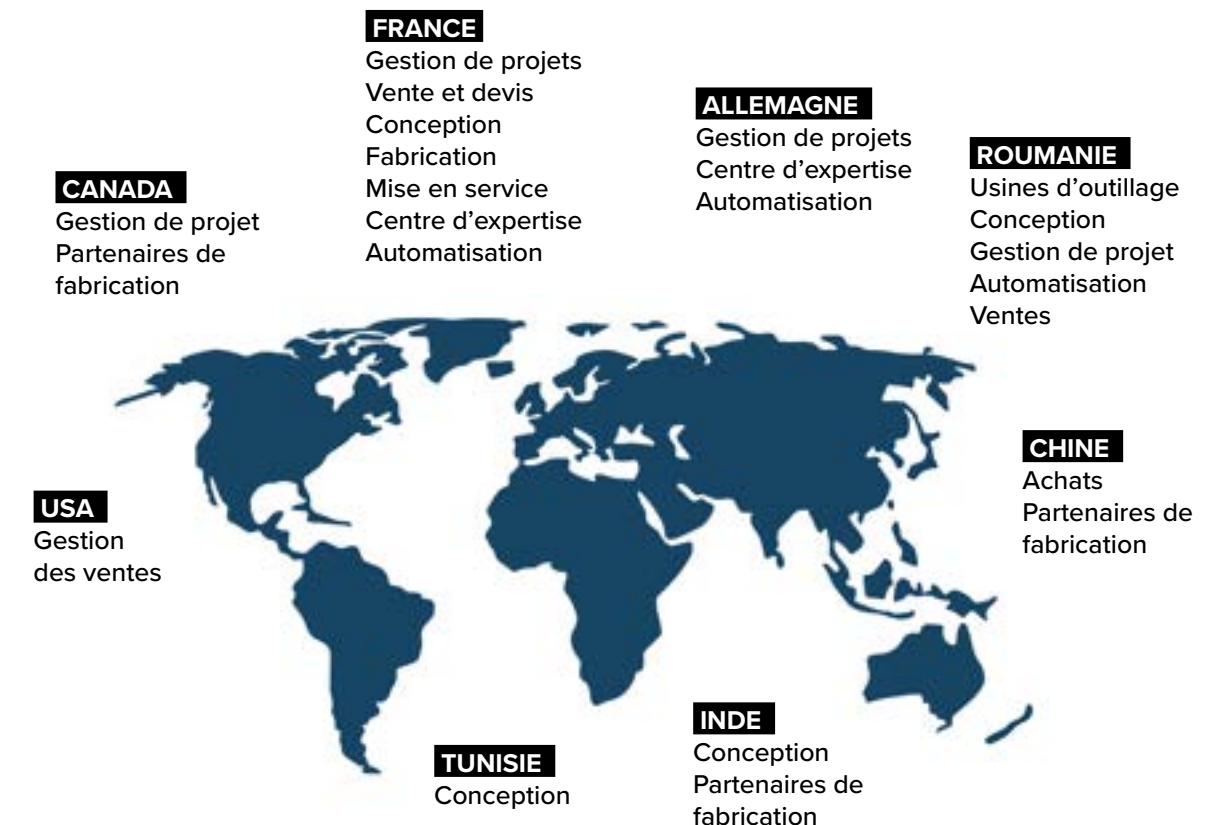


Jeremy Stigliano,
Chargé d'affaire,
conception outillage

Avec un DUT en électronique en poche, Jérémy Stigliano a débuté sa carrière dans la documentation technique, avant d'évoluer au sein de bureaux d'études. Il occupe aujourd'hui le poste de chargé d'affaires en conception outillage chez SEGULA. « Mon rôle est de répondre à un besoin exprimé par

nos clients au travers d'un cahier des charges, et d'en piloter tout le développement, de A à Z. Ce que j'apprécie particulièrement, c'est de pouvoir travailler sur une diversité de sujets. On touche à tout : mécanique, fabrication, emballage... C'est très complet. J'ai la liberté de proposer, d'être proactif. Si je repère une solution ou un partenariat pertinent, comme celui développé avec Nodusfactory, on me donne les moyens de le mettre en œuvre. »

L'outillage à travers le MONDE



L'outillage en quelques CHIFFRES

- + de 400 talents
- 8 pays
- 11 sites
- 2 centres d'expertise (France et Allemagne)
- 2 usines d'outillage en Roumanie
- + de 25 clients
- + de 50 fournisseurs en Europe, en Inde, en Chine et en Amérique du Sud

« Les BANCS D'ESSAIS sont centraux dans l'industrie »

Les bancs d'essais jouent un rôle crucial dans le secteur particulièrement exigeant de l'aéronautique. Ces équipements techniques permettent de simuler les conditions d'utilisation de tout ou partie d'un système pour en valider le fonctionnement, la qualité, la sécurité, la fiabilité et la conformité aux normes. Quentin Palayer, Directeur de Pôle chez SEGULA Technologies, supervise les activités d'ingénierie sur plusieurs sites stratégiques. Il nous présente les coulisses de ces dispositifs de test, et les savoir-faire que SEGULA Technologies mobilise pour rester à la pointe dans ce domaine.



Qu'entend-on exactement par «bancs d'essais» dans l'aéronautique ?

Q.P. Un banc de test est un système permettant de mettre un produit en conditions d'utilisation paramétrables et contrôlées afin d'observer et de mesurer son comportement. Il s'agit d'un équipement mécanique pouvant peser de quelques kilos à plusieurs centaines de kilos, qui a vocation à qualifier tout ou partie du système sur avion. Les moyens d'essais les plus modulaires peuvent prendre la forme d'une valise. Les plus lourds sont des chariots intégrant plusieurs sous-systèmes et pouvant peser plus d'une demi tonne. Dans les faits, nous venons connecter le moyen d'essai sur une fonction avion afin d'en vérifier le bon fonctionnement. On parle donc de tests fonctionnels.

Quel est le rôle de SEGULA ?

Q.P. SEGULA gère la conception, la fabrication et la fourniture des moyens d'essais et outillages néces-

saires à leur actionnement et à leur utilisation quotidienne. Nous nous basons sur les besoins émis par nos clients, et sur des procédures de test, afin de développer des solutions sur-mesure. Nous intervenons également en support à nos clients de l'industrie sur des projets de travaux neufs ou de maintenance et sur la modification d'installation industrielle. Nos collaborateurs peuvent travailler aussi bien sur des projets représentant quelques heures de travail, que sur des projets de conception de dizaines de milliers d'heures. Nous revendiquons une grande flexibilité.

Quels sont les trois types de bancs d'essais que propose le groupe ?

Q.P. Les **bancs hydrauliques** servent à tester les circuits de fluides gazeux ou liquides dans un avion, comme l'oxygène, l'air conditionné ou le carburant. On parle de tests de réseau, d'étanchéité ou de débit. Les **bancs électriques** permettent de tester les connexions électriques et les câblages qui parcourent tout l'avion. Enfin, les **bancs électromécaniques** et instrumentés sont utilisés pour tester des capteurs et des systèmes simples, qui analysent des comportements ou valident le fonctionnement d'un instrument de mesure physique comme la température ou la pression.

À quelles étapes du cycle de développement intervient l'utilisation de ces bancs ?

Q.P. Les bancs de tests permettent à notre client Airbus de venir qualifier les systèmes ou sous-systèmes directement sur les lignes de pro-

duction, en fonction du programme avion concerné (A320, A330, A350, A400 etc.). Ils ont vocation à être utilisés par des opérateurs sur site, qui viennent raccorder l'équipement sur le tronçon à tester, pendant la phase de fabrication. Une fois les tests validés, les tronçons sont envoyés en Final Assembly Line (assemblage final), pour d'ultimes tests. Il est donc d'importance capitale que les tests intermédiaires soient fiables, sans quoi le client risque de devoir désassembler des éléments des avions pour modifier les systèmes défectueux.

Quelles sont les spécificités des bancs d'essais dans l'aéronautique ?

Q.P. Nous venons qualifier des systèmes fonctionnels permettant de faire voler un moyen de transport à plusieurs milliers de mètres d'altitude. Nous sommes donc soumis à l'application de la norme EN9100. De plus, les cadences de production actuelles du programme A320 nécessitent de disposer de moyens fiables, robustes, nécessitant peu de maintenance. Les moyens d'essai Airbus sont de vraies pièces d'horlogerie, qui nécessitent précision et fiabilité dans les mesures effectuées et l'analyse qui en est faite.

Quels rôles jouent aujourd'hui la simulation numérique et l'intelligence artificielle (IA) ?

Q.P. La simulation numérique est un prérequis essentiel au développement d'un banc d'essais physique : elle permet d'orienter les choix technologiques, de pré-dimensionner les

équipements et d'optimiser le temps de développement d'un moyen. L'intelligence artificielle joue également un rôle de plus en plus important dans les bancs d'essais. Elle permet d'abord de mieux structurer les besoins en analysant automatiquement les données transmises par le client, ce qui aide à définir précisément les tests à réaliser. Ensuite, elle garantit une plus grande cohérence des informations, en homogénéisant les données manipulées tout au long du processus. L'IA est aussi un outil précieux pour analyser les résultats des tests plus rapidement et de façon plus fiable, en limitant les erreurs humaines, et d'anticiper les pannes grâce à la maintenance prédictive. Elle rend les bancs d'essais plus intelligents, plus efficaces et plus sûrs.

Quelle est la valeur ajoutée de SEGULA ?

Q.P. SEGULA se différencie par son approche « globale » (globale et locale) et dédiée : nous sommes riches des expériences de nos collaborateurs en assistance technique, par-

ticulièrement agiles dans notre approche des problématiques client, tout en bénéficiant d'expertises à très forte valeur ajoutée sur ces sujets qui nécessitent rigueur et expérience. Nous avons toutes les compétences nécessaires « in-house », depuis les équipes process jusqu'aux approvisionnements.

Comment voyez-vous l'avenir du secteur et l'évolution des bancs d'essais ?

Q.P. Les bancs d'essais sont centraux dans l'industrie. Leur utilisation a été généralisée à tous les stades de développement d'un produit ou d'un projet, depuis les bancs d'essais de validation aux bancs d'essais de maintenance, en passant par les tests d'endurance, de qualification etc. Dans un contexte de transition énergétique et industrielle, les bancs de tests seront toujours prépondérants pour l'industrie, et tout particulièrement dans un contexte de recherche et développement, et d'amélioration continue.



↑ L'une des équipes mobilisées autour de l'activité bancs d'essais chez SEGULA.

De la taille d'une petite mallette, ce dispositif compact permet de tester des systèmes de commande de vol. Il mesure comment un mécanisme réagit à des mouvements ou des signaux, et vérifie sa résistance face aux contraintes. ↓

Monté sur chariot, ce banc de test aéronautique mobile est conçu pour contrôler les systèmes de conditionnement d'air. Il contrôle via des scénarios test la pression, le débit et la température, vérifie l'étanchéité des gaines, le bon fonctionnement des clapets et vannes, et enregistre en continu les mesures via 70 capteurs. →



Les fonctions clés autour des bancs d'essais aéronautiques

Gestion de projets

Planification, ordonnancement des livrables, relation client, gestion de configuration, gestion des évolutions, validation du projet

Conception mécanique y compris hydraulique

Schéma architectural, participation au P&ID, validation du modèle, dimensionnement des réseaux, études d'intégration, interfaçage entre les lots

Electricité

Dimensionnement des réseaux, notes de calculs et notes techniques, sélection du matériel

Instrumentation

Liste des entrées/sorties, schémas de boucle, P&ID (Piping and Instrumentation Diagram, ou en français schéma de tuyauterie et d'instrumentation) et sélection du matériel

Automatisme

Philosophie de fonctionnement, analyse fonctionnelle, sélection du matériel, programmation et mise en service

Informatique industrielle (bases de données)

Note technique relative à l'utilisation de la donnée, architecture système, développement et exploitation des bases de données.

Approvisionnements

Sélection des fournisseurs, identification des alternatives, planification des livraisons et travaux

TAS : au cœur de l'automatisation industrielle

Au sein de SEGULA Technologies, la division TAS (Tooling Automation Systems) regroupe des spécialistes de l'automatisation industrielle. Leur mission : accompagner les grands acteurs de l'industrie dans l'optimisation de leurs processus de production, en intervenant sur l'ensemble du cycle de vie des projets, de l'étude initiale à la mise en service des équipements. Forte de plus de 400 collaborateurs répartis dans huit pays (France, Canada, Allemagne, Roumanie, Chine, Inde, Tunisie et États-Unis), l'équipe TAS conduit des projets d'envergure dans les secteurs automobile, aéronautique et ferroviaire. Sa double expertise, technique et internationale, lui permet de répondre aux enjeux de performance, de compétitivité et de modernisation auxquels sont confrontés ses clients.

Un ensemble de savoir-faire

L'activité de TAS repose sur un ensemble de savoir-faire couvrant toute la chaîne de valeur de l'automatisation industrielle :

LES LIGNES DE PRODUCTION

ROBOTISÉES sont des installations complètes permettant de produire en série grâce à l'intervention de robots :

► **Conception** : l'ingénierie de pointe permet de créer des lignes de production robotisées adaptées aux besoins spécifiques de chaque client, en optimisant la configuration pour maximiser l'efficacité et la productivité.

► **Fabrication** : SEGULA réalise la fabrication d'équipements répondant à des normes de qualité élevées grâce à des processus rigoureux et à l'utili-

sation de technologies avancées.

► **Mise en service** : l'intégration sur site et les tests approfondis permettent de sécuriser la mise en service et d'assurer que chaque ligne de production fonctionne de manière optimale dès le démarrage.

► **Optimisation de lignes de production** : même après leur installation, les lignes de production peuvent être améliorées (meilleure cadence, réduction des arrêts, économies d'énergie ou d'espace, adaptation à de nouveaux produits, etc.). SEGULA offre des services d'optimisation continue, en ajustant les processus pour améliorer les performances et réduire les coûts de production.

LES CELLULES DE PRODUCTION

AUTOMATISÉES sont des unités autonomes composées de machines ou de robots dédiés à une tâche précise (comme le soudage, le perçage ou le vissage). Elles permettent de gagner en précision, en flexibilité et en rapidité :

► **Conception** : l'équipe de conception travaille en étroite collaboration avec les clients pour développer des cellules personnalisées, en intégrant

les dernières technologies robotisées et automatisées.

► **Fabrication** : la production des équipements des cellules automatisées est réalisée avec précision, en veillant à leur qualité et à leur durabilité.

► **Mise en service** : la mise en place sur site est accompagnée de tests rigoureux pour garantir le bon fonctionnement des cellules, minimiser les risques d'interruption et optimiser la productivité.

LE TRANSFERT

INDUSTRIEL consiste à déplacer une ligne de production ou une usine entière d'un site à un autre, tout en assurant une reprise rapide et efficace :

► **Relocalisation des lignes industrielles** : SEGULA assure le démontage, le déplacement et la réinstallation des équipements industriels avec précision et efficacité.

► **Optimisation des surfaces** : en réorganisant l'espace de production,

SEGULA optimise l'utilisation des surfaces, pour améliorer l'ergonomie et accroître la productivité.

► **Optimisation des délais** : une bonne gestion des délais permet de minimiser les interruptions de production et de garantir un redémarrage rapide et efficace.

► **Sécurisation de la mise en service** : en sécurisant chaque étape de la mise en service, SEGULA assure une reprise rapide, sans perturber la production.

LA FABRICATION

D'OUTILLAGE : les outils, gabarits et montages nécessaires à la fabrication ou à l'assemblage de pièces industrielles peuvent être conçus sur mesure pour chaque projet.

► **Études** : les études techniques approfondies permettent de concevoir des outils sur mesure répondant aux exigences spécifiques des clients.

► **Usinage** : l'utilisation de machines de pointe assure une précision ex-

trême dans la fabrication des composants d'outillage.

► **Assemblage** : l'assemblage est réalisé avec une grande rigueur pour garantir la fiabilité et la performance des outils.

► **Géométrie** : des contrôles géométriques rigoureux sont effectués pour s'assurer que chaque outil respecte les tolérances et spécifications définies.

Focus projet : robotiser la ligne d'assemblage final d'avions

Dans le cadre de la modernisation de l'un de ses sites européens, un constructeur aéronautique français a fait appel à SEGULA Technologies pour accroître ses capacités industrielles. L'objectif : intégrer un moyen de production robotisé innovant afin d'optimiser les performances et soutenir la montée en cadence.

Ce projet d'envergure mobilise 50 personnes sur une période de trois ans et devrait permettre à l'entreprise d'augmenter sa cadence de production.

La division TAS de SEGULA a été choisie pour cette tâche grâce à son expertise dans l'intégration. Les équipes interviennent sur quatre axes :

► **Étude** : En collaboration avec la cellule innovation Robotique Américaine du client, TAS adapte les processus de production en 3D à partir des spécifications du client, incluant l'implantation des lignes robotisées et la programmation des automates.

► **Fabrication** : SEGULA fabrique les équipements nécessaires en collaborant avec des partenaires et avec les moyens de production internes du groupe en Roumanie, puis les ajuste et les livre sur le site client.

► **Mise en service** : SEGULA installe et ajuste les lignes sur le site de production du client, assurant leur fiabilisation et leur montée en cadence de production.

► **Gestion de projet** : SEGULA coordonne les différentes tâches, en respectant les plannings et standards de qualité du constructeur.

SERVICES À LA PRODUCTION

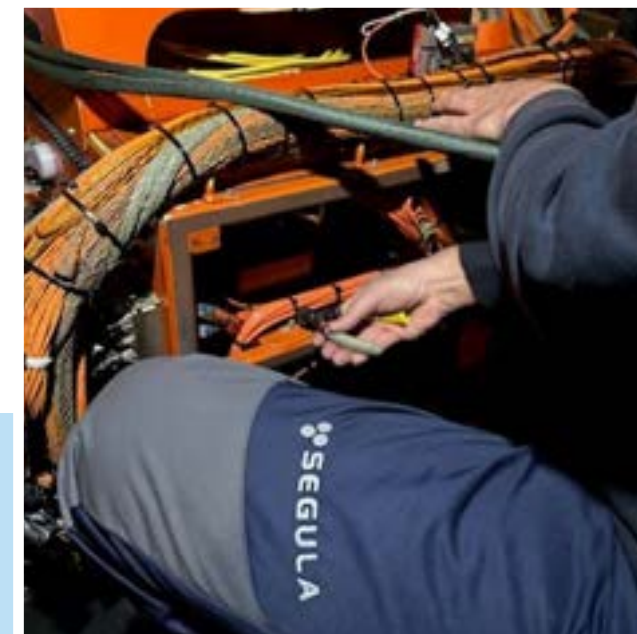


Produire un avion ou un hélicoptère est un processus complexe qui mobilise des dizaines de métiers et d'interventions spécifiques, à chaque étape de la chaîne de fabrication : ce sont les services à la production. Ces activités essentielles couvrent l'ensemble des opérations liées à l'assemblage, à la finition, au contrôle qualité, à la maintenance ou encore à l'intégration des sous-ensembles industriels.

SEGULA, partenaire clé des SERVICES À LA PRODUCTION

SEGULA Technologies pilote ses projets en Work-Packages, c'est-à-dire en unités de travail autonomes. Ce mode de gestion permet de s'assurer que chaque partie de l'hélicoptère ou de l'avion est produite avec précision, selon des critères adaptés aux exigences du client. SEGULA s'engage sur les résultats, tout en menant une démarche d'amélioration continue des processus. Objectif : garantir une fabrication de haute qualité, dans les délais, et dans le respect des normes de sécurité les plus strictes (les "standards Safety").

Historiquement très actif dans le domaine des hélicoptères, le groupe étend aujourd'hui ses savoir-faire à toute la filière aéronautique, civile comme militaire.



Ajusteur, électromécanicien



Câbleur

Rencontre avec Jean-Marc Peretz et Christophe Villaescusa

Christophe Villaescusa, Directeur de la division Service à la production, et Jean-Marc Peretz, Directeur du département Hélicoptères, livrent leur analyse croisée des enjeux et des missions du service à la production dans l'aéronautique.

Que propose SEGULA dans le service à la production ?

Jean-Marc Peretz : Sur le segment hélicoptères, nous intervenons sur plusieurs étapes clés de la chaîne industrielle, comme l'assemblage final des produits, la maintenance en conditions opérationnelles et le suivi des processus industriels. Le groupe SEGULA prend également en charge le "parachèvement" des sous-ensembles issus de différents sites industriels d'autres pays. Cette étape consiste à effectuer les dernières étapes de finition d'opérations, d'ajustement, de contrôle qualité et d'intégration, afin de préparer les pièces à l'assemblage final. On parle aussi d'OSW (Outstanding Work/ travaux restant à faire). Le travail en Work Packages permet de garantir que chaque étape de fabrication est réalisée avec rigueur et selon les exigences spécifiques du client.

Christophe Villaescusa : Dans le secteur de l'aviation, nous intervenons aussi bien en gestion de crise, pour apporter une solution rapide et efficace à nos clients, que dans le cadre de stratégies à moyen ou long terme, grâce à cette organisation en work packages. Récemment, nous avons mis en place une équipe d'ajusteurs, inspecteurs qualité et agent méthode pour l'assemblage d'un sous-ensemble du Rafale, un avion de combat déployé par Dassault. Ce projet a été mis en place en deux mois.

Sur quels types d'éléments aéronautiques ou programmes intervenez-vous ?

Christophe Villaescusa : Nous travaillons sur les programmes commerciaux (courts, moyens et longs courriers pour les constructeurs ATR et Airbus), sur les Business Jet de Dassault Aviation et sur le programme Rafale. Nous intervenons aussi régulièrement auprès des fabricants de pièces et de sous-ensembles.

Jean-Marc Peretz : Pour les hélicoptères, nous intervenons sur tous les sites spécialisés d'Airbus Helicopters situés en France, en Allemagne et en Espagne. Nos équipes opèrent aussi bien sur les éléments d'Aérostructure (tronçon central, poutre de queue etc...) que sur la maintenance complète d'aéronefs. Cela concerne aussi bien les hélicoptères civils (Super Puma, H160, H175) que militaires utilisés par l'armée française, comme les modèles Tigre et NH90.

« Notre valeur ajoutée est d'être capable d'offrir à nos clients des solutions end-to-end »

Quels sont les principaux métiers impliqués dans les processus ?

Christophe Villaescusa : Ajusteurs, mécaniciens, électriciens, intégrateurs cabines, usieurs, chaudronniers mais aussi tous les métiers de support à la production sont représentés (Supply chain manager, coordinateurs techniques, inspecteurs qualité...). Les managers d'équipe et de prestation sont aussi une composante essentielle de nos services.

Jean-Marc Peretz : Nous mettons en place des équipes autonomes complètes, avec des collaborateurs hautement qualifiés, aux compétences variées. Leur rôle est essentiel dans toutes les phases de production, du parachèvement à la maintenance d'aéronefs.



Jean-Marc Peretz,
Directeur du département
Hélicoptères

Quelles sont les spécificités et la valeur ajoutée de SEGULA ?

Christophe Villaescusa : Notre force réside dans la flexibilité de notre organisation, qui s'adapte rapidement aux enjeux du terrain. Nous accompagnons nos clients dans la réalisation de leurs objectifs, en les aidant à honorer des carnets de commandes qui s'étendent parfois sur une dizaine d'années. Notre domaine d'intervention est large car nous sommes capables d'agir aussi bien sur de la structure avion que de l'installation électrique ou de l'installation cabine.

Jean-Marc Peretz : Nous proposons des solutions de proximité clés en main, avec un véritable engagement sur les résultats. La mutualisation des compétences et des bonnes pratiques issues de chaque site et de différents pays (France, Allemagne, Espagne) permet de répondre de manière plus efficace et cohérente aux besoins d'Airbus Helicopters. Notre valeur ajoutée est d'être capable d'offrir à nos clients des solutions end-to-end (de bout en bout).

Mécanicien

MAINTENANCE

MRO. Des compétences clés au service de la maintenance aéronautique

La MRO (Maintenance, Réparation, Opérations) englobe toutes les activités nécessaires pour assurer la sécurité, la fiabilité et la disponibilité des aéronefs (avions, hélicoptères, drones...). SEGULA propose une offre couvrant l'intégralité du processus MRO. Cela implique une prise en charge complète des besoins du client en matière de maintenance aéronautique, sans rupture de service ni nécessité de faire appel à plusieurs prestataires.

Un accompagnement de A à Z

Planification et gestion de la maintenance : définition des programmes de maintenance préventive, planification des inspections et des révisions, et gestion des calendriers.

Logistique et approvisionnement : gestion des pièces de rechange, des consommables et des outils nécessaires à la maintenance, y compris le stockage.

Exécution de la maintenance : réalisation des inspections, des réparations, des révisions et des modifications sur les aéronefs conformément aux normes et réglementations en vigueur.

Gestion de la documentation et enregistrements : tenue à jour de tous les enregistrements de maintenance,

de la documentation technique et des certifications, garantissant la conformité réglementaire.

Suivi et reporting : fourniture de rapports réguliers sur l'état de la maintenance, les coûts, les délais et les indicateurs de performance.

Support en ligne : maintenance de routine et résolution de problèmes mineurs entre les vols pour assurer la disponibilité opérationnelle des aéronefs.

Support technique et ingénierie : fourniture d'une assistance technique, de diagnostics, de résolution de problèmes et de services d'ingénierie pour optimiser les opérations de maintenance.

« En combinant expertise pointue, solide connaissance réglementaire et parfaite maîtrise des enjeux industriels, SEGULA fournit des solutions sur-mesure et performantes pour optimiser les opérations de maintenance et réduire les temps d'immobilisation. À la clé : la garantie d'un haut niveau de disponibilité des aéronefs ».

Mickaël Pagnier,
Directeur commercial
aéronautique



Avant chaque décollage, bien après l'atterrissage, et tout au long du cycle de vie des appareils, la maintenance aéronautique veille dans l'ombre. Elle regroupe l'ensemble des opérations d'inspection, de réparation, de prévention et d'optimisation qui garantissent le bon fonctionnement et la sécurité des avions. Dans un secteur où l'exigence est absolue, cette discipline associe expertise technique, innovation constante et rigueur réglementaire. Face aux défis de durabilité, de digitalisation et d'augmentation du trafic, la maintenance se réinvente, devenant un levier stratégique pour l'aviation de demain.

CHEZ SEGULA, LA MRO SUIT TROIS OBJECTIFS :

- **Garantir que les avions restent en état de navigabilité,** c'est-à-dire qu'ils respectent les normes de sécurité et de fonctionnement.
- **Prolonger la durée de vie des aéronefs** et de leurs composants.
- **Optimiser les coûts d'exploitation** des compagnies aériennes.

CELA PASSE PAR DES ACTIVITÉS DE :

- **Maintenance préventive :** inspections régulières, remplacements de pièces et vérifications pour éviter les pannes.
- **Maintenance corrective :** réparations suite à des pannes ou des problèmes détectés.
- **Révision générale :** démontage complet des aéronefs pour des inspections approfondies et des réparations majeures.
- **Modifications et mises à niveau :** installation de nouvelles technologies ou modifications structurelles pour améliorer les performances ou la conformité.

UNE EXPERTISE AU SERVICE DE PROJETS MAJEURS

Dans le secteur de la Défense, SEGULA Technologies collabore avec Airbus Helicopters sur les programmes militaires NH90, Tigre et Super-Puma. Le Groupe a également conclu un partenariat avec le Service Industriel de l'Aéronautique (SIAé) sur le programme Tigre à l'Atelier Industriel de l'Aéronautique de Clermont-Ferrand. Concernant les programmes civils, SEGULA accompagne de grands acteurs de l'aéronautique comme RTE.



Maintenir la performance des hélicoptères de secours : le savoir-faire SEGULA

Depuis juillet 2022, SEGULA assure la maintenance des hélicoptères RTE Airtelis, conçus pour la lutte contre les incendies de forêt. Capables d'emporter jusqu'à 4 000 litres d'eau, ces appareils sont équipés d'une bache souple appelée Bambi Bucket. Dans le cadre de ce projet, les opérateurs de SEGULA ont pour mission de garantir la disponibilité et le bon fonctionnement de l'hélicoptère et de sa bache. Ils réalisent les opérations d'entretien, ainsi que les vérifications avant et après le vol.

MAINTENANCE DES DRONES : UNE TRANSFORMATION DU SECTEUR PAR LA DIGITALISATION

SEGULA se distingue aujourd'hui comme un acteur majeur du MRO et poursuit continuellement son développement dans le domaine en proposant de nouvelles solutions digitales, telles que le système de maintenance de drones développé en partenariat avec Armtek (voir p.42).

« L'objectif de ces technologies est de faciliter le travail collaboratif. En plus de réduire les temps et les coûts, elles permettent à l'ensemble des contributeurs de travailler sur une même donnée centralisée et d'éviter les doublons, sources d'erreurs. Cela permet également de rendre accessible toute la donnée sur papier qui

n'était pas exploitée. Enfin, grâce au développement de la digitalisation, nous allons pouvoir tirer de nombreux retours d'expérience à partir des données enregistrées » explique Marc Normand, Directeur technique.

SEGULA s'intéresse également à l'intégration de l'Intelligence Artificielle (IA). Le département SEGULA TRANSFORM a été créé spécifiquement pour répondre à cet enjeu :

« Des ateliers d'équipes sont mis en place pour identifier quels sont les livrables ou les process qui pourraient être plus efficaces avec l'introduction de l'IA. L'objectif est de travailler plus

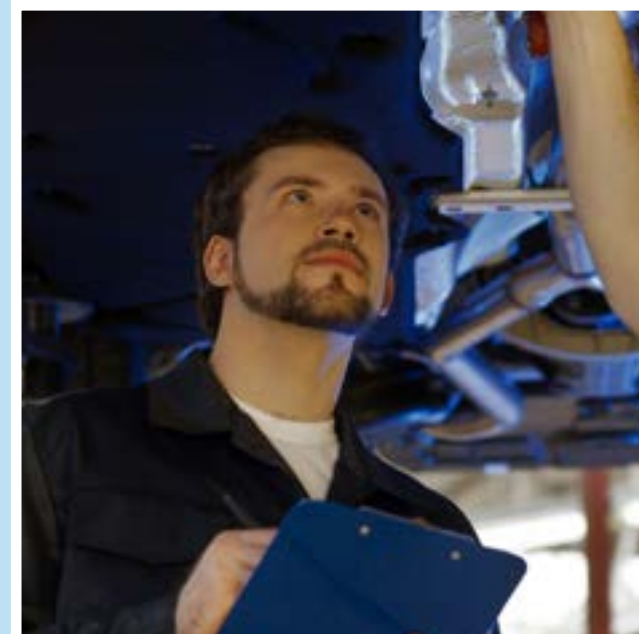
vite et de se concentrer sur l'analyse plutôt que sur la mise en forme ou la réalisation de tâches à faible valeur ajoutée ».

Déjà bien implantés dans le monde de l'industrie et de la Défense, les drones pourraient un jour s'imposer dans d'autres secteurs et survoler nos villes.

« À l'avenir, il faudra faire voler et coordonner toute une nouvelle population de drones avec des enjeux en termes de sécurité, de respect de l'environnement, de gestion du travail et de réglementation. C'est un secteur en plein essor où SEGULA aura son expertise à apporter ».

UNE DIVERSITÉ DE MÉTIERS

Les compétences des techniciens sont reconnues depuis plusieurs années avec un taux de satisfaction client élevé. Face à la tension du marché concernant les compétences de mécaniciens licenciés PART 66 B ou C et des docman, SEGULA a mis en place des formations ciblées pour répondre aux besoins de ses clients, en partenariat avec des écoles, pour la qualification des mécaniciens, et avec RTE pour la formation des Docman.



Chaudronnier aéronautique : contrôle de la planéité d'une pièce métallique ↕



MAINTENANCE ET RÉPARATION STRUCTURELLE

Les ajusteurs cellule sont responsables de l'ajustement, de l'assemblage et de la réparation des structures de l'aéronef (fuselage, ailes, ou autres composants structurels).

Les chaudronniers aéronautiques travaillent avec les métaux pour fabriquer et réparer des pièces d'aéronefs, souvent en utilisant des techniques de soudure.

Les techniciens composites sont spécialisés dans la manipulation et la réparation des matériaux composites utilisés dans les aéronefs.

GESTION, SUPERVISION ET NAVIGABILITÉ

Les responsables de maintenance supervisent les opérations de maintenance et s'assurent de la conformité aux réglementations.

Les planificateurs de maintenance programment les activités, gèrent les ressources et coordonnent les calendriers.

Le docman gère l'ensemble de la documentation MRO, de la création et la mise à jour des manuels techniques à la conformité réglementaire et à l'administration des systèmes de gestion.

MÉCANIQUE ET MAINTENANCE SYSTÈME

Mécaniciens licenciés Part 66 B ou C.

Les mécaniciens piste mécanique (B1) ou avionique (B2) effectuent la maintenance de routine sur les aéronefs au sol entre les vols.

Les techniciens de maintenance mécanique (B1) ou avionique (B2) effectuent la maintenance en base de différents niveaux (VI/VP/GV).

INGÉNIERIE ET CONCEPTION

Mécaniciens licenciés Part 66 C ou Docman

Conception aéronautique : certains professionnels du MRO sont impliqués dans la conception et la modification des aéronefs via des solutions de réparation RDAS ou des modifications STC. **L'ingénierie du support à la maintenance** joue un rôle crucial pour fournir un soutien technique et des solutions aux équipes de maintenance.

DÉFENSE

L'aéronautique de défense joue un rôle essentiel pour garantir la sécurité des nations. L'intensification des besoins en matière de défense impose un véritable changement de rythme à l'industrie aéronautique. Les acteurs du secteur doivent à la fois améliorer la performance des outils existants et accroître leurs capacités de production. SEGULA Technologies se tient aux côtés de ses clients pour relever ce défi.

MAINTENANCE : DES ÉQUIPES CERTIFIÉES AU COEUR DES OPÉRATIONS MILITAIRES

Afin de répondre avec rapidité, fiabilité et efficacité aux besoins de disponibilité des appareils déployés par l'armée, les équipes certifiées de SEGULA Technologies interviennent directement sur les bases militaires.

FLYTEAMS : DES ÉQUIPES CERTIFIÉES PART 66, AU SERVICE DES HÉLICOPTÈRES TIGRE ET NH90

SEGULA déploie des équipes mobiles d'experts en maintenance aéronautique, appelées flyteams, pour accompagner ses clients directement sur les bases militaires. Majoritairement composées d'anciens militaires, ces équipes allient expertise

technique et culture de la défense, ce qui leur permet de répondre efficacement aux exigences spécifiques du secteur. Titulaire de la licence Part 66, chaque membre garantit une prise en charge conforme aux standards les plus exigeants. Cette organisation assure un soutien de proximité, agile et adapté aux besoins des forces armées.

SEGULA, PARTENAIRE CLÉ POUR LA MAINTENANCE DES TIGRE À CLERMONT-FERRAND

À Clermont-Ferrand, dans le cadre d'un contrat mené pour le compte de l'Atelier Industriel de l'Aéronautique (AIA), SEGULA est engagé spécifiquement dans la maintenance des hélicoptères Tigre : des appareils bimoteurs de reconnaissance et d'attaque déployés par l'armée.

« Fort de plus de 20 ans de partenariat avec Airbus Helicopters, et d'une solide connaissance des opérations sur bases militaires, nous sommes en mesure de déployer efficacement des profils qualifiés, en assurant une parfaite adéquation aux besoins clients, une réactivité optimale et une expertise pointue »

Mickaël Pagnier,
Directeur commercial
aéronautique

AGRÈMENT PART 145 : ASSURER LA PERFORMANCE DES SUPERPUMA, OÙ QU'ILS SOIENT

En 2024, SEGULA a obtenu l'agrément EASA Part 145 pour la maintenance en ligne des hélicoptères Super Puma, principalement utilisés pour le transport de troupes. Cette certification permet à SEGULA de réaliser des opérations de maintenance directement sur les sites d'exploitation. La demande en base est en cours pour une certification sur l'été 2025.

► La licence **PART 66** est une certification européenne délivrée par l'EASA (l'agence de la sécurité aérienne de l'Union européenne) aux techniciens de maintenance aéronautique. Elle autorise son titulaire à certifier les travaux de maintenance réalisés sur les aéronefs et à signer leur remise en service.

► L'**agrément Emar 145** concerne les organismes de maintenance certifiés sur les programmes militaires (base et ligne). SEGULA obtiendra cet agrément d'ici la fin de l'année 2025.

Ces deux certifications garantissent un haut niveau de compétences techniques et de conformité aux normes européennes aéronautiques les plus strictes en matière de sécurité et de qualité.

RESPECT DES NORMES ET SATISFACTION CLIENT AU COEUR DE LA QUALITÉ AÉRONAUTIQUE

La qualité dans le secteur aéronautique repose sur un respect rigoureux de normes internationales, en particulier la norme EN9100, qui encadre l'ensemble des systèmes et processus du secteur (organisation, management, activités opérationnelles mais aussi commerce, informatique, achat...). Cette certification constitue un prérequis indispensable pour répondre aux exigences des clients et participer aux appels d'offres.

Thierry Rousseau, Directeur qualité, souligne que chaque opération, notamment celles liées à la maintenance et la production sur pièces aéronautiques, nécessite des qualifications strictes et régulièrement renouvelées. *“Les collaborateurs intervenant directement chez les clients doivent être certifiés pour les procédés spécifiques. L'objectif est d'assurer un haut niveau de maîtrise tout au long du cycle de vie des projets”.*

Les processus qualité font l'objet d'audits annuels, menés notamment par des organismes comme l'AFNOR, pour garantir la conformité aux référentiels et répondre aux attentes clients.

Les performances et la satisfaction des clients restent au centre des préoccupations et sont mesurées à travers un questionnaire soumis après chaque prestation. SEGULA a obtenu une note moyenne de **17,8/20 en 2023**, puis de **18,2/20 en 2024**. Ce suivi régulier permet au groupe de rester à l'écoute des retours clients et d'orienter ses actions pour améliorer continuellement ses services.

Maintenance des drones militaires : un enjeu clé pour l'Armée

L'Armée ne cesse d'évoluer pour rester performante dans un contexte actuel tendu et s'équipe de drones à la pointe de la technologie. Pour garantir leur efficacité sur le long terme, la question de leur disponibilité et de leur maintenance devient centrale. Marc Normand, Directeur technique chez SEGULA Technologies, nous éclaire sur les enjeux et les évolutions d'un secteur en pleine révolution numérique.

Fiables, rapides et agiles, les drones tendent à être de plus en plus présents aussi bien dans le domaine civil que militaire. Dans les armées, ces appareils varient de petits modèles utilisés pour la prise de vues, à des drones de la taille d'un avion, capables de mener des missions de soutien.

Chacun d'eux est soumis à des réglementations spécifiques et doit faire l'objet d'une maintenance sur mesure, adaptée aux besoins du secteur de la Défense : « Aujourd'hui, l'Armée cherche à la fois à optimiser

la disponibilité des drones, réduire les coûts de maintenance, intégrer des outils digitaux pour faciliter la gestion administrative et opérationnelle et former le personnel à ces nouvelles technologies ».

Pour répondre à ces besoins, SEGULA propose une solution digitale mise au point en partenariat avec la société Armtek.

« La solution fournit à l'opérateur drone et au maintenancier les connaissances nécessaires à la réalisation des tâches confiées

et la remontée de données opérationnelles du terrain » précise Marc Normand. « Elle enregistre les commentaires et faits techniques pendant les opérations de maintenance, lesquels sont remontés vers le bureau d'études pour valoriser les données collectées et améliorer la documentation ».

Grâce à cette solution, l'Armée peut suivre l'état et la disponibilité de sa flotte de drones, tout en disposant d'un carnet d'entretien digitalisé pour chaque appareil.



Cette maquette a été conçue par l'équipe outillage pour présenter et faire tester la solution aux visiteurs du salon du Bourget 2025.



« La plus-value de SEGULA est d'apporter son expertise de la maintenance des hélicoptères, et de la transposer dans le monde des drones, à travers une solution digitale apportée par Armtek. »

Marc Normand, Directeur technique

Spécialisée dans l'intégration de technologies de Défense, Armtek avait déjà déployé ce logiciel sur des équipements militaires terrestres.

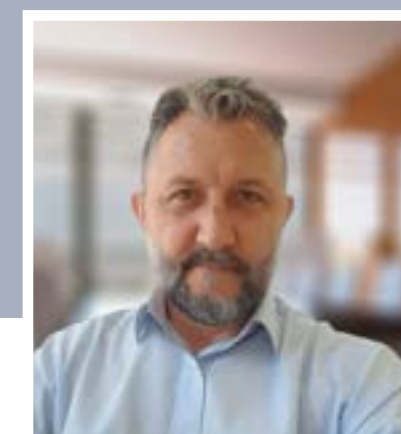
Le partenariat avec SEGULA, reconnu pour son expertise en MRO aéronautique (Maintenance, Réparation, Opération), a permis d'adapter cette solution aux spécificités de la maintenance des drones.

« Avec Armtek, nous avons organisé des ateliers pour former les opérateurs au fonctionnement et à la logique du logiciel. En contrepartie, nous avons fait remonter à Armtek

toutes les contraintes réglementaires liées à la maintenance des drones. C'est donc notre connaissance de toute la réglementation et des contraintes aéronautiques que l'on a apportée pour customiser cette solution ».

À l'avenir, cette solution pourra être étendue à d'autres secteurs :

« Notre objectif commun, lorsque la solution sera mature, est d'aller la proposer aux utilisateurs de drones dans le domaine du civil, mais également de l'ouvrir à d'autres domaines que celui du drone ».



Marc Normand, Directeur technique

« Dans l'économie de guerre, nous cherchons à produire mieux, plus vite, et moins cher »

Dans un contexte géopolitique volatile, le secteur de la défense est appelé à se préparer à des défis majeurs : produire plus vite, mieux, et garantir la fiabilité des équipements tout en maîtrisant les coûts. Cela demande une véritable agilité et expertise industrielle. Alexis Nicolaÿ, Directeur de la Business Line Naval Défense et Sécurité, explique comment l'optimisation des usines et de la production joue un rôle central pour soutenir l'accélération dans un contexte de préparation à « l'économie de guerre ».

Avec quels grands acteurs de la Défense collabore aujourd'hui SEGULA ? Comment le Groupe les accompagne-t-il ?

A.N. SEGULA possède une solide expertise des métiers et des produits dans les secteurs de l'aéronautique et de la défense, **qu'il s'agisse d'avions, de sous-marins, de frégates, de véhicules roulants, de drones ou d'autres capacités militaires.**

Nous travaillons avec l'ensemble des grands acteurs français de la défense. Nous participons par exemple à la production du Rafale, tous les futurs Rafales intégreront ainsi des heures de travail SEGULA. Autre exemple, dans le naval, nous interve-

nons notamment sur le soutien logistique intégré, la conception, l'innovation et la propulsion.

Grâce à nos 15 000 collaborateurs et à nos bureaux d'études, pointus dans de nombreuses disciplines comme le calcul, la simulation, la mécanique, l'électricité..., nous pouvons intervenir sur l'ensemble du cycle de vie des programmes : de la conception détaillée à la maintenance.

Du fait de la diversité de nos clients, nous entretenons ces compétences de haut niveau, là où certains industriels ne les mobilisent que ponctuellement. **Nous agissons ainsi pour eux comme un centre de compétences externalisé, en apportant un**

savoir-faire rare et immédiatement mobilisable. Quand un de leurs programmes prend du retard, il n'est pas rare que nos clients nous demandent de renforcer rapidement leur projet en difficulté : dans ce cas, grâce à nos équipes déjà formées et opérationnelles, nous pouvons déployer, en quelques jours, un bureau d'études ou un plateau technique complet, avec un mix de profils « cols blancs » et « cols bleus » adaptés aux besoins de la situation.

Grâce à cette maîtrise des métiers et des produits de la défense, nous sommes capables de **recommander des méthodes de production plus efficaces**, adaptées aux spécificités du secteur.

Justement, dans le contexte actuel de montée en cadence, comment faites-vous pour optimiser les processus de production ?

A.N. Pour se préparer à l'économie de guerre, les industriels de la défense doivent produire mieux et plus vite, assurer la disponibilité opérationnelle des équipements et respecter les contraintes budgétaires, en d'autres termes : à la fois faire mieux avec l'existant, et faire plus. Pour les accompagner face à ces enjeux cruciaux, **nous nous appuyons notamment sur notre expérience forte dans le domaine de l'automobile** : ce secteur très concurrentiel a poussé nos clients à optimiser les processus industriels pour produire plus vite, moins cher, et de meilleure qualité. Aujourd'hui, ces bonnes pratiques et retours d'expérience peuvent être transposés dans l'aéronautique et la défense.

Parmi les leviers les plus efficaces issus de cette expertise, figure le manufacturing engineering, qui permet de structurer de façon optimale la manière dont un produit est industrialisé. Il s'agit d'établir un plan de production précis, et d'évaluer les temps nécessaires, machines et ressources humaines à mobiliser. L'objectif est que **l'usine fonctionne à sa capacité maximale.**

Un autre rouage permettant de « produire mieux » est celui de la maîtrise des chaînes d'approvisionnement. Dans des programmes aussi complexes que ceux de la défense, cet aspect est primordial. C'est pourquoi nous assistons nos clients dans la qualification et le suivi de leur base de fournisseurs. Lorsqu'il s'agit de créer de nouvelles capacités de production, nous proposons une approche de conseil globale, articulant au mieux les moyens déjà en place avec les investissements à venir. Enfin, pour améliorer la qualité de la production, nous fournissons des expertises mais également de nombreuses méthodes outillées qui s'appuient de plus en plus sur des fonctionnalités d'IA. Nous pouvons également assister nos clients en gestion de projet et management de chantiers avec des prestations très variées et là encore avec des outils innovants et performants.

Dans cette dynamique de transformation industrielle, **l'automatisation des lignes de production** peut jouer

un rôle clé, en réduisant les coûts de fabrication et en rendant les processus plus précis, rapide et fiables. Elle offre également une plus grande flexibilité pour **adapter rapidement les lignes aux variations de la demande.**

Qu'en est-il de la maintenance ?

A.N. La maintenance est particulièrement importante dans le secteur de la Défense, car elle permet à la fois de prolonger l'usage du matériel, et de réduire les temps d'immobilisation pour maximiser le potentiel opérationnel des équipements en service au sein des Forces. Plus un équipement est sollicité, plus il est exposé aux pannes : d'où la nécessité d'optimiser la maintenance.

Pour le compte de nos clients, qu'ils soient industriels ou étatiques, nous effectuons des actions de maintenance planifiées (régulières) et correctives (ponctuelles). Nous réalisons également des études de maintenance prédictive. Sur la base de capteurs embarqués (générant des données opérationnelles) et de modèles physiques, nous modélisons les probabilités de panne, par exemple via la fatigue d'une pièce critique d'un hélicoptère en fonction des conditions de vol. Cela permet d'anticiper les pannes ou, au contraire, de repousser une intervention si elle n'est pas encore nécessaire. Dans un cas comme dans l'autre, la disponibilité opérationnelle des appareils s'en

trouve améliorée. Le Soutien Logistique Intégré (SLI) est également un levier clé. Des ingénieurs spécialisés conçoivent dès l'origine tout ce qui facilite la maintenance : documentation, pièces de rechange, procédures.

Quels sont aujourd'hui les autres grands enjeux du secteur de la défense pour les programmes du futur ?

A.N. Outre les enjeux de montée en cadence liés à l'économie de guerre, il s'agit également de préparer les capacités opérationnelles de demain. Concevoir un avion, un blindé ou un sous-marin prend du temps. Face à une évolution de plus en plus rapide des technologies, un véritable enjeu consiste à **développer dès le départ des capacités opérationnelles évolutives et modulaires** afin d'intégrer par la suite plus facilement de nouvelles fonctionnalités et de les déployer plus rapidement dans les Forces.

En parallèle, il y a un enjeu à **intégrer très rapidement des innovations disponibles dans le civil et à les « militariser »**. La clé n'est pas de se concentrer sur des bijoux technologiques très performants mais complexes et coûteux, mais plutôt de privilégier des solutions simples, rapides à produire et plus nombreuses. Pour cette approche, SEGULA, via l'ensemble de ses activités de R&I, dispose de propositions innovantes.



INNOVATION

L'innovation est essentielle pour relever les défis de demain dans l'aéronautique et tient une place majeure dans la stratégie de croissance de SEGULA Technologies. De nouveaux matériaux, des technologies de pointe et des solutions durables permettent de repenser la performance, l'efficacité et l'impact environnemental des avions. SEGULA soutient ses clients dans l'exploration de ces nouvelles voies, pour façonner un avenir plus léger, plus propre et plus performant.

Afin de proposer à ses clients des solutions adaptées aux évolutions du monde et des pratiques industrielles, SEGULA s'engage dans des actions de mécénat de compétences et dans certaines chaires industrielles pour développer la recherche appliquée. L'ensemble des 150 projets de Recherche & Innovation menés par le groupe est orienté vers la transition écologique et plusieurs d'entre eux ont donné lieu à des brevets SEGULA.

BOOSTER LA SUPPLY CHAIN AÉRONAUTIQUE AVEC L'INNOVATION AUTOMOBILE

Le paradoxe : des carnets pleins, une chaîne sous tension

L'industrie aéronautique affiche une santé éclatante et enregistre de très solides performances. « Pour ne citer qu'un exemple, le constructeur Airbus a emmagasiné pas moins de dix années de commandes » affirme Kevin Guerif. Mais derrière cette croissance se cache une réalité industrielle bien plus complexe, qui trouve ses racines dans la crise sanitaire du Covid 19.

« Cette période a entraîné une perte importante de compétences dans la supply chain aéronautique, entre départs anticipés à la retraite des plus expérimentés et réorientations professionnelles des jeunes talents, explique-t-il. En parallèle, certaines entreprises, fragilisées par la crise, se sont retrouvées limitées dans leurs capacités d'investissement et de recrutement. » Résultat : la supply chain peine à suivre la hausse de cadence.

Le double moteur du civil et de la défense

Les commandes d'avions proviennent à la fois du civil et de la défense. « Les préoccupations environnementales des voyageurs conscients de leur empreinte carbone ne freinent pas la demande aéronautique, note Kevin Guerif. Elles stimulent plutôt l'ingéniosité des constructeurs pour développer des carburants alternatifs et des avions civils plus efficaces et moins polluants, qui intègrent des technologies avancées pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre. »

En plus, le marché est en plein essor en Asie, en passe de devenir le premier au monde, imposant la Chine et l'Inde comme nouveaux champions de l'aviation. Côté défense, la croissance aéronautique est encore plus forte. En cause, les tensions géopolitiques mondiales au Moyen-

Alors que l'aéronautique tourne à plein régime avec des carnets de commandes très bien remplis, la supply chain a du mal à suivre le rythme. Kevin Guerif, à la tête de la division Grand Ouest chez SEGULA Technologies, décrypte ce paradoxe saisissant et explique comment l'expérience de la supply chain dans le secteur automobile peut venir à la rescousse de l'aéronautique.



Orient, en Ukraine ou entre l'Inde et le Pakistan. « Jamais dans l'histoire récente, le budget militaire avait atteint de tels niveaux, observe-t-il. La France a une carte importante à jouer et, d'ailleurs, Dassault, fer de lance industriel de la défense nationale, mobilise ses partenaires, dont SEGULA, sur ses programmes militaires. »

L'innovation comme solution

Pour accompagner cet envol de l'aéronautique et résorber la fragilité logistique, SEGULA peut être moteur, en misant sur les méthodes issues de l'automobile. « Ce secteur a souvent un coup d'avance parce que, depuis la taylorisation, elle est passée maître dans la capacité de gérer la performance de sa chaîne d'approvisionnement, rapporte Kevin Guerif. Et nous sommes en mesure de mettre en place des bonnes pratiques et des technologies, que nous avons développées pour le secteur automobile. »

Ici, SEGULA exploite l'Intelligence Artificielle, les jumeaux numériques ou encore la réalité virtuelle augmentée. Cette part technologique est essentielle pour combler le retard pris dans la chaîne d'approvisionnement et pour accélérer sa transformation.

« Nous avons créé en 2023 un département dédié, SEGULA Transform. L'équipe de ce département a la particularité de se fonder sur l'expertise métier, pour venir greffer des briques technologiques type Big Data, Cloud Computing ou IA... C'est notre force et notre valeur ajoutée. »

L'accompagnement global de la supply chain

SEGULA utilise l'intelligence artificielle pour intervenir à tous les niveaux de la supply chain, de la conception industrielle aux ressources humaines, en passant par l'optimisation des processus et la documentation. « Prenons l'exemple d'Airbus Helicopters, suggère Kevin Guerif. Nous avons été missionnés pour optimiser l'activité de maintenance des hélicoptères de combat NH90, afin de s'assurer qu'ils repartent en vol, le plus rapidement possible, totalement validés et opérationnels. » SEGULA a dans cette perspective conçu une application numérique, qui permet de suivre en temps réel chaque étape de maintenance, avec toute une batterie d'indicateurs de performances. Cet outil change radicalement la manière de travailler du client et lui garantit un nombre maximum d'heures de vol pour les appareils, en réduisant drastiquement le temps de réparation et d'entretien au sol.

Autre volet d'innovation dans la supply chain par SEGULA : les ressources humaines. Safran lui a confié la montée en compétences de sa supply chain. « En 18 mois seulement, nous avons su appuyer leur supply en tension en recrutant et formant 180 nouveaux talents parmi 18 sites du groupe en France. Mission réussie, à l'aide de nos équipes et notre outil IA SmartRecruiters ! Résultat : le groupe Safran a été à tel point convaincu par nos compétences en supply chain, qu'il a référencé SEGULA Technologies comme partenaire clé de l'ingénierie et de l'industrialisation. Une success story dont nous sommes fiers ! »

DRONES : des alliés pour la sécurité des opérateurs et l'efficacité des missions

Dans un contexte industriel en pleine transformation, les drones s'imposent comme des outils clés pour renforcer la sécurité des opérateurs, gagner en efficacité et optimiser les interventions, notamment dans des environnements particulièrement complexes. Fort de son expertise en ingénierie et innovation, le groupe SEGULA Technologies développe des solutions drones adaptées aux enjeux de terrain les plus exigeants.



Projet TotalEnergies à Grandpuits : inspecter un poste électrique haute tension

En 2024, SEGULA a eu le plaisir d'accompagner TotalEnergies sur sa plateforme de Grandpuits pour l'inspection de son poste électrique haute tension 63kV. Les méthodes traditionnelles comme l'utilisation de nacelles ou d'échafaudages étaient non seulement risquées, mais aussi extrêmement délicates à mettre en œuvre dans cet environnement exigü où chaque intervention représente un défi majeur. Pour garantir une sécurité maximale, SEGULA a opté pour une inspection par drone.

Résultats ? Des clichés de haute qualité, une intervention rapide et sécurisée, un diagnostic complet qui permet à TotalEnergies d'optimiser efficacement sa planification de maintenance et de rénovation.

ATLAS : REMPLACER LES CONVOYEURS TRADITIONNELS DES LIGNES D'ASSEMBLAGE

Compact, intelligent et collaboratif, ce drone, développé par SEGULA, intègre des moyens de levage. Quatre drones peuvent soulever un véhicule jusqu'à 1,80 m et se déplacer facilement sur la chaîne de montage. Cette solution flexible peut être adaptée à d'autres secteurs et promet un gain économique conséquent en réduisant les infrastructures lourdes.



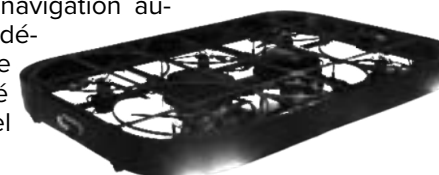
AROD : SURVEILLER DES ENVIRONNEMENTS COMPLEXES

SEGULA Technologies a développé un système embarqué de reconnaissance et de suivi de cibles mobiles par traitement d'images en temps réel. Ce logiciel intelligent permet aux drones de surveillance d'intervenir de manière autonome et efficace dans des zones difficiles d'accès. Une solution innovante, et simple à déployer, pour améliorer la sécurité au sein d'environnements complexes.



TOPONE : SÉCURISER LES INSPECTIONS EN ZONES DANGEREUSES

Développé par les équipes espagnoles de SEGULA, TOPONE permet d'inspecter en toute sécurité les lignes électriques dans les tunnels afin de préserver les techniciens des risques liés aux zones confinées (manque d'oxygène, gazs nocifs, températures élevées...). Fruit de deux années de recherche, ce prototype intègre des technologies avancées : caméras de haute précision, capteurs de gaz et de température, navigation autonome et modélisation 3D, le tout contrôlé par un logiciel innovant.



IMADRONE : FIABILISER L'INSPECTION DE ZONES PEU ACCESSIBLES ET ACCIDENTÉES

L'objectif d'IMADRONE est de fiabiliser l'inspection des ouvrages d'art. Un algorithme adapte le vol aux conditions météorologiques, comme les bourrasques de vent, pour assurer une reconstruction 3D précise et complète, même par mauvais temps. SEGULA utilise des technologies de traitement d'image pour stabiliser le vol et détecter les obstacles dans toutes les directions, sans avoir besoin de connaître la zone à l'avance.



DRONE H2 : OPTIMISER L'ENDURANCE DES DRONES EN VOL

Grande autonomie et recharge rapide : les piles à combustible offrent une alternative prometteuse aux batteries traditionnelles. Pour exploiter cette technologie, SEGULA a développé un démonstrateur de drone de 25 kg, équipé d'un réservoir d'hydrogène à remplissage rapide et d'un système complet de gestion de l'énergie. Une solution innovante pour des missions plus longues, plus efficaces et plus respectueuses de l'environnement.



COMMANDO : DES ESSAIS DE DRONES POUR AMÉLIORER LA PRÉCISION ET LA RAPIDITÉ D'EXÉCUTION DES MISSIONS

SEGULA Technologies a développé des lois de commande avancées pour le pilotage d'essais de drones. L'objectif est d'améliorer la précision et la rapidité d'exécution des missions collectives, tout en réduisant le besoin en capteurs pour la localisation. Une solution efficace pour coordonner des vols en formation dans des opérations de surveillance, de maintenance ou de cartographie.



Hydrogène : avenir de l'aéronautique décarboné ?

Pour Frédéric Claude, responsable Recherche et Développement près de Montbéliard, l'hydrogène représente une piste prometteuse pour décarboner durablement l'aviation. Une vision partagée par SEGULA Technologies qui s'implique depuis plus de vingt ans sur cette voie d'innovation.

UN VIRAGE MONDIAL VERS L'AVIATION BAS-CARBONE

L'hydrogène fait figure de solution d'avenir pour un secteur aéronautique en pleine mutation. Dès 2022 en effet, les acteurs du secteur aérien se sont réunis à Toulouse au Sommet Européen de l'aviation consacré au transport aérien. Cet événement a abouti à l'adoption de la Déclaration de Toulouse par 42 États et de nombreuses parties prenantes du secteur, s'engageant vers un objectif zéro carbone d'ici 2050.

Parmi les pistes de décarbonation explorées, les carburants d'aviation durables sont amenés à jouer un rôle clé. En particulier, l'hydrogène se profile comme une solution majeure. Depuis 2005, SEGULA s'est résolument engagée sur cette voie. Une démarche rare pour les entreprises d'ingénierie, où peu d'acteurs disposent d'un service de R&D dédié.

DEUX VOIES TECHNOLOGIQUES : COMBUSTION DIRECTE OU PILE À COMBUSTIBLE

« Dès 2018, j'ai réalisé des essais de piles à combustible sur un drone. Il s'agissait simplement de montrer qu'il pouvait décoller, voler et atterrir grâce à l'hydrogène, » se souvient Frédéric Claude. Dans l'aéronautique, deux technologies dominent aujourd'hui : la combustion directe d'hydrogène et les piles à combustible.

La combustion directe, qui consiste à brûler de l'hydrogène liquide dans les turbines d'avion, est le principe déjà éprouvé pour les lanceurs spatiaux Ariane. Elle présente les avantages d'être compatible avec l'architecture actuelle des avions, de produire une puissance comparable aux moteurs classiques de longs courriers et de réduire les émissions carbone de 100 %, et celles des oxydes d'azote (NOx) de 80 %.

Frédéric Claude concentre davantage ses travaux sur les piles à combustible, qui transforment l'hydrogène en électricité pour alimenter des moteurs électriques. « C'est une énergie très propre parce que les piles à combustibles ne rejettent rien d'autre que de l'eau et qu'elles sont particulièrement efficaces. Leur capacité de conversion énergétique est 2 à 3 fois supérieure à la combustion, réduisant l'impact climatique de 75 à 90 %. Elles sont particulièrement adaptées aux aéronefs de petite puissance. »

UN DIFFICILE ÉQUILIBRE ENTRE PUISSANCE, AUTONOMIE ET LÉGÈRETÉ

Depuis ces premiers travaux, Frédéric Claude et son équipe ont lancé de nombreuses autres recherches pour mieux maîtriser les systèmes hydrogène. « La difficulté pour l'intégration de l'hydrogène dans l'aéronautique, plus encore que dans d'autres secteurs, est

d'atteindre le délicat équilibre entre puissance, efficacité énergétique et poids du système hydrogène, poursuit Frédéric Claude. Par exemple, les avions de technologie «hydrogène en combustion» nécessitent 10 à 30 % d'énergie supplémentaire par rapport au kérosène, notamment du fait du poids des réservoirs cryogéniques, qui maintiennent l'hydrogène sous forme liquide à très basse température ». SEGULA cherche donc à relever l'enjeu de produire avec l'électricité une poussée équivalente à celle des moteurs thermiques, sans augmenter le poids et pénaliser la charge de l'avion.

Le stockage de l'hydrogène représente aussi un défi, parce qu'il faut embarquer à bord de l'avion autant d'énergie sous forme d'hydrogène que celle fournie par le kérosène, sans augmentation de la masse globale. Et si le système pile à combustible a une bonne efficacité énergétique, son poids reste un frein majeur.

ALLÉGER POUR VOLER PLUS PROPRE

Concrètement, l'équipe R&D de Frédéric Claude travaille au dimensionnement de systèmes hydrogène complets, du réservoir au convertisseur, pour des drones, des zeppelins ou des avions légers, selon les besoins des entreprises clientes.

Elle les accompagne jusqu'à la réalisation d'un prototype et de la preuve de concept. « Nous œuvrons sur l'utilisation de nouveaux matériaux pour alléger les piles à combustible, confie-t-il. Et nos recherches nous ont déjà permis d'obtenir des piles à combustible de petite puissance pesant un kilogramme par kilowatt. C'est un véritable bond technologique, car la norme aujourd'hui est de cinq kg/kW. Certaines piles dépassant même 5 kg/kW, pour celles de la gamme de deux kW ! » Parmi leurs innovations les plus marquantes, l'équipe effectue des recherches sur des réservoirs «souples» pour stocker de l'hydrogène sous forme gazeuse basse pression à bord d'un ballon dirigeable zeppelin. Elle développe aussi des convertisseurs pour adapter le courant continu produit par des petites piles à combustible qui fonctionnent à fort courant et faible tension. Ils servent à délivrer une tension selon les exigences des équipements. « Nous

ne trouvons pas chez les fabricants des convertisseurs capables de répondre à nos besoins sans occasionner trop de perte d'énergie et sans être trop lourds. Nous avons donc décidé de l'inventer ! ».

UNE RECHERCHE TOURNÉE VERS L'EXCELLENCE

Pour être en permanence à l'avant-garde, Frédéric Claude et ses collaborateurs ne travaillent pas seuls. Ils s'entourent de doctorants, dont ils coordonnent les thèses, et collaborent avec des laboratoires académiques de renom, comme le Femto-ST, un laboratoire de recherche d'envergure mondiale associé au CNRS, et le FC-LAB, un centre de service et de recherches dédié aux systèmes Hydrogène. Cette structure, localisée à Belfort, dépend du CNRS, de l'université Bourgogne Franche-Comté, de l'université de

Technologie Belfort-Montbéliard et de l'Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et des Microtechniques. « Nous coopérons aussi avec des start-ups, poursuit-il. Nos expertises croisent mécanique, Intelligence Artificielle, contrôle-commande ou encore génie électrique. »

Leur dernier challenge porte sur le développement et la mise en service d'un banc d'essais pour tester en interne les piles à combustible de petite puissance. « Il sera opérationnel dans sa salle dédiée d'ici la fin de l'année 2025, conclut Frédéric Claude. Nous avons même prévu de produire notre propre hydrogène pour ces essais, à partir d'un électrolyseur, de manière à garantir une qualité optimale et une disponibilité continue. C'est un énorme atout vers un avenir prometteur de l'hydrogène dans l'aéronautique ! »



Frédéric Claude, Responsable Recherche et Développement



UNE LONGUEUR D'AVANCE SUR L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE DANS L'INDUSTRIE

Alors même que l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) n'était pas au cœur des préoccupations industrielles, SEGULA Technologies a été visionnaire en créant il y a des années un département dédié. Aujourd'hui, à l'heure où l'ACV est cadrée par les normes ISO 14040 et 14044, et où les réglementations se renforcent, l'évaluation environnementale est devenue un enjeu central et l'expérience acquise par SEGULA permet de répondre efficacement aux demandes des entreprises, en forte croissance depuis 3 ans.



l'ACV, le champ d'étude du produit et les paramètres pertinents. « C'est dans la seconde étape qu'on entre dans le dur de l'ACV, précise Clara Delpech. Cette phase très technique, indispensable pour avoir une base d'étude solide, exige de réaliser un Inventaire du Cycle de Vie (ICV). »

Le client doit à cette étape fournir une BOM (Bill Of Materials), qui liste des détails précis sur les matériaux, les fournisseurs, les modes de transport ou encore les consommations énergétiques. « Si le client n'est pas en mesure de fournir des données spécifiques, qu'il aura réellement mesurées, je peux travailler à partir de données génériques, issues de bases de données, au risque de s'éloigner de la réalité du produit et d'établir une ACV moins précise. »

La troisième étape se sert des données collectées lors de la seconde étape, pour les traduire en indicateurs environnementaux. Il s'agit ici de modéliser les flux entrants et sortants lors du cycle de vie d'un produit à l'aide d'un logiciel spécialisé, comme LCA for Expert utilisé chez SEGULA. « La difficulté est de sélectionner les données adaptées et de privilégier les données spécifiques, plutôt que génériques. Mais parfois, nous n'avons pas le choix, quand le client ne dispose pas des informations réelles, explique Clara Delpech. C'est particulièrement marquant lorsqu'il s'agit de modéliser la fin de vie. Dans cette situation, j'applique systématiquement le principe du « pire cas », en l'occurrence l'incinération ou l'enfouissement pour la fin de vie, lorsque les données manquent. »

La dernière étape consiste à interpréter les résultats selon les indicateurs choisis et à rédiger un rapport, où les points critiques du cycle de vie seront analysés et où des recommandations seront formulées pour réduire ces impacts. Ce rapport sert ainsi de référence pour conserver la trace des paramètres et des hypothèses utilisés dans l'étude ACV.

ACV simplifiées, comparatives ou complètes, adaptées aux besoins

SEGULA propose trois types d'analyses, simplifiée, comparative ou complète, adaptées aux objectifs de chaque projet. « L'ACV simplifiée est principalement à visée interne, pour

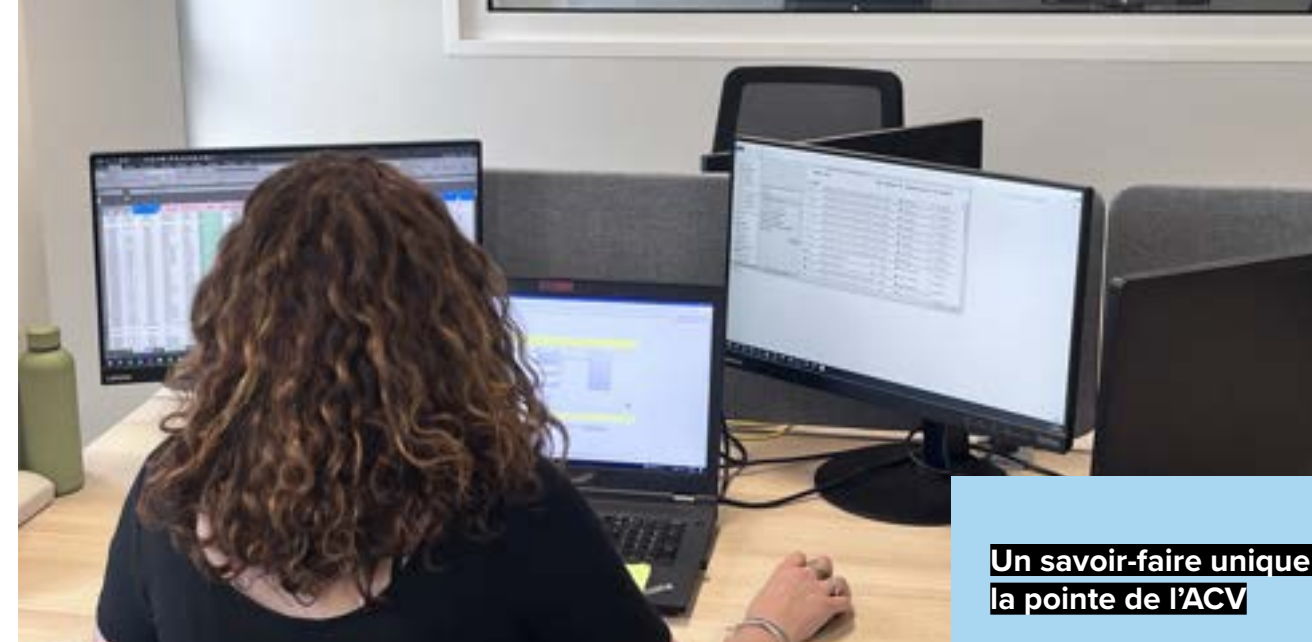
les spécialistes appellent « transfert d'impact », phénomène où l'amélioration d'un aspect environnemental entraîne la dégradation d'un autre. Par exemple, une modification apportée sur un produit pour réduire ses émissions de CO2 risque en contrepartie d'augmenter un autre indicateur environnemental lors d'une autre étape du cycle de vie.

Ce phénomène souligne l'importance multicritère de l'ACV, pour éviter de déplacer les problèmes environnementaux plutôt que les diminuer réellement. Les indicateurs les plus souvent utilisés par SEGULA mentionnés par Clara Delpech sont ceux liés au changement climatique, mesuré en kg d'équivalents CO2, à l'épuisement des ressources minérales et métalliques, et à l'épuisement des ressources fossiles.

Les quatre étapes d'une ACV réussie

Quand Clara Delpech réalise une ACV pour évaluer un produit, elle passe nécessairement par une méthodologie rigoureuse en quatre étapes, conformément à la norme ISO 14040.

La première consiste à définir les objectifs et le périmètre de l'étude. L'idée est de clarifier la finalité de



apporter de la visibilité sur les impacts environnementaux du produit concerné et orienter rapidement des choix d'écoconception ou d'innovation, indique Clara Delpech. C'est une première estimation, un outil d'aide à la décision efficace entre différentes hypothèses, suffisante pour orienter des choix. »

Des clients de SEGULA sollicitent ainsi des ACV simplifiées pour cibler les axes prioritaires pour réduire son empreinte carbone. A cela s'ajoute l'ACV comparative, conçue pour comparer deux générations de produits. Elle repose sur une méthodologie rigoureuse, utilisant des jeux de données homogènes pour garantir la cohérence entre les deux versions de produits étudiées. L'objectif est de quantifier effectivement l'amélioration environnementale du nouveau produit par rapport à la gamme précédente.

Inversement, une ACV complète représente une analyse exhaustive sur tout le cycle de vie, effectuée selon les démarches ISO.

Elle s'appuie préférentiellement sur les données réelles et mesurées, pour développer des matériaux de rupture par exemple ou de nouveaux avions. Elle permet de comparer des scénarios détaillés sur les choix de résine, de fibre, ou de procédé. « Nous avons réalisé des Déclarations Environnementales de Produit (EPD ou Environmental Product Declaration) pour le constructeur de bus IVECO, rapporte Clara Delpech. Ce projet illustre parfaitement la complexité de notre activité d'ACV : le bus étudié comptait 13 000 pièces différentes et son analyse a mobilisé plusieurs mois de collecte de données auprès du client et de ses fournisseurs ! »



Un savoir-faire unique à la pointe de l'ACV

Le département d'ACV de SEGULA Technologies se distingue par sa position unique dans le paysage industriel. « Si cette activité est courante au sein d'agences consacrées à l'environnement, elle est rare dans un groupe d'ingénierie multiactivités, souligne l'ingénieure ACV. Notre avantage est d'être en capacité d'identifier et de mettre en avant les points critiques environnementaux dans de nombreux secteurs (aéronautique, mais aussi automobile, ferroviaire, spatial, naval, énergie...). »

La véritable valeur ajoutée réside dans la capacité de SEGULA à accompagner ses clients dans la réduction de l'impact environnemental de leurs produits, en synergie avec ses autres métiers, comme la simulation numérique ou le développement de matériaux innovants. Aujourd'hui, intégrer l'analyse de cycle de vie n'est plus une option. C'est une nécessité stratégique pour répondre aux exigences réglementaires, satisfaire les attentes des marchés et anticiper les défis environnementaux. « Je conseille vivement aux industriels de l'aéronautique de s'y préparer, en sensibilisant leurs équipes et en rationalisant les informations relatives à leurs produits. Ce n'est pas techniquement complexe, mais cela demande anticipation et méthode. »

La réponse au casse-tête des matériaux composites dans l'aviation

Dès 2005, l'Airbus 380 a marqué une étape décisive, en devenant le premier avion civil à intégrer 25 % de composites dans sa structure à son lancement. Des programmes plus récents, comme les avions concurrents Airbus A350 et Boeing 787, ont repoussé cette limite, avec plus de la moitié de leur structure composée de composites, jusqu'à 53 % pour l'A350. La tendance se poursuit : les avions nouvelle génération font encore davantage appel à ces matériaux. En ligne avec cette dynamique d'évolution de l'aviation, SEGULA Technologies s'investit depuis des années dans le développement de nouveaux matériaux pour l'aéronautique. Explications avec Luc Becker, Référent Composite et Responsable de projet collaboratif, et Loïc Durual, Chef de projet Équipe Composite.

À quelles priorités les nouveaux matériaux composites doivent-ils répondre ?

Loïc Durual : Dans l'aéronautique, le poids est l'ennemi numéro un. Même si les composites sont déjà plus légers que les alliages métalliques traditionnels, les constructeurs en veulent toujours plus. L'objectif ? Alléger encore les structures pour améliorer les performances et l'autonomie des avions, tout en réduisant la consommation de carburant, donc les émissions de gaz à effet de serre.

L'enjeu environnemental est également clé. Tous les matériaux composites ne se valent pas sur ce plan. L'époxy, par exemple, est l'une des résines les plus répandues dans l'industrie aéronautique. Utilisée comme matrice dans les composites avec des fibres de carbone ou de verre, elle est légère, rigide, stable thermiquement et très adhérente. Mais elle est difficile à recycler. Cette résine thermodurcissable ne peut pas être refondue une fois polymérisée. C'est pourquoi, nous

nous intéressons de plus en plus aux thermoplastiques comme le PEEK, ou Polyétheréthercétone.

Luc Becker : Le PEEK séduit en effet le secteur aéronautique par ses excellentes propriétés mécaniques, sa légèreté et sa forte stabilité thermique. En effet, les conditions thermiques des trajets aériens sont généralement soumises à d'importantes variations de température, allant de plus de 50 °C lors d'un arrêt au sol en été à des températures extrêmement négatives à une altitude de croisière de 12 000 mètres au-dessus du niveau de la mer.

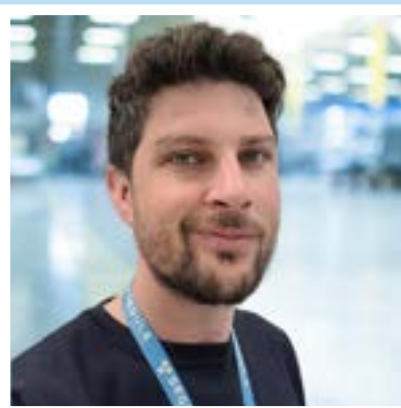
Et à l'inverse de l'époxy qui doit être collé, le PEEK offre en plus la possibilité de soudure pour des assemblages plus propres, de meilleure qualité, avec la perspective d'être refondu pour une seconde vie. Une fois chauffé, ce polymère peut être extrait et retransformé, ce qui ouvre la voie à des

stratégies de réemploi et de réparation des pièces. Mais cette solution a un coût. Le PEEK est un matériau très onéreux, ce qui limite aujourd'hui son usage à des applications à forte valeur ajoutée.

Modélisation et simulation d'une ligne d'extrusion pour le développement de composites thermoplastiques innovants



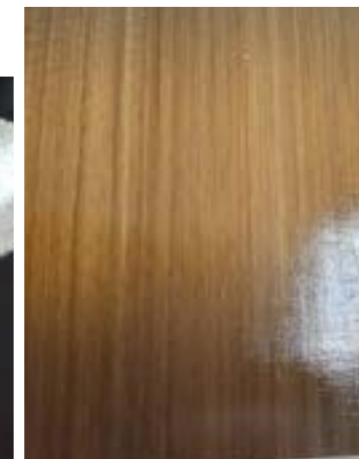
Loïc Durual,
Chef de projet
Équipe Composite



Luc Becker,
Adjoint chef de projet
Équipe Composite



Préforme de raidisseur composite à base de matériaux thermoplastiques innovants



Plaque de pultrusion



Du métal au composite

Quels défis devez-vous relever pour concevoir les composites de demain ?

Loïc Durual : Quand on parle d'innovation dans les matériaux composites pour l'aéronautique, les enjeux vont bien au-delà de la réduction de poids ou de l'impact environnemental. Le choix des matières premières constitue une réelle problématique. Ce n'est pas qu'une question de fibre ou de résine. Il faut avant tout trouver des fournisseurs susceptibles de proposer les fibres adaptées, qu'elles soient en carbone, verre, ou textile, avec l'enzymage correspondant, pour assurer la bonne accroche avec la résine, dans l'objectif de fabriquer des composites à la fois légers, résistants et durables. Ces partenaires restent aujourd'hui très rares.

Le second défi à relever réside dans le développement même des pro-

duits. Mettre au point un composite coûte extrêmement cher, surtout dans le cadre de plans d'essais dans une démarche de conception itérative. Changer un paramètre, qu'il s'agisse de la température de fabrication, de la proportion de fibres, de l'orientation des plis dans le matériau ou de la géométrie d'une pièce, peut rapidement faire exploser le nombre d'essais nécessaires. Il n'est pas rare d'en effectuer 600, voire 1 000, avant d'atteindre la version optimale. Or le prix des fibres de carbone peut atteindre 50 euros par kilogramme. Celui du PEEK plusieurs centaines d'euros par kilogramme. Autant dire que chaque itération doit être mûrement réfléchie pour limiter raisonnablement les budgets.

Dernier challenge important : l'assemblage des pièces. Trois techniques (collage, soudure ou assemblage mécanique) sont principalement ex-

ploitées. Chacune a ses avantages et ses limites. La colle, par exemple, va être un frein à certains endroits de la structure et pose question en matière de recyclabilité. Il convient d'en tenir compte quand on conçoit de nouvelles pièces. La soudure est réservée aux matériaux thermoplastiques, comme le PEEK. Elle permet de réaliser des assemblages monomatériaux, plus simples à recycler et souvent plus robustes. Enfin, l'assemblage mécanique reste une option, mais peut alourdir les structures.

Au final, chaque décision, qu'il s'agisse de la matière première, du développement ou de l'assemblage, a un impact direct sur la performance, le coût ou la durabilité. Il est donc essentiel d'avoir une vision d'ensemble pour chacun de nos développements. C'est justement cette expertise transversale que nous savons maîtriser pour le secteur aéronautique.

Quels sont les points forts de SEGULA dans le secteur des matériaux composites dans l'aéronautique ?

Luc Becker : SEGULA se distingue par plusieurs atouts principaux. Le premier, et non des moindres, repose sur notre maîtrise pointue des calculs et des simulations numériques, un levier puissant pour accélérer l'innovation sur le choix des matières premières, les essais mécaniques ou l'assemblage des pièces. Grâce à ces outils, nous pouvons réduire considérablement les coûts et les temps d'itération pour le développement de nouveaux produits, et sommes désormais en mesure de proposer de nouvelles idées et de prouver qu'un matériau est fonctionnel.

Nous savons modéliser le comportement de la résine et des fibres, optimiser la conception des pièces, jouer sur un grand nombre de variantes d'un procédé et envisager tous les tests imaginables sans passer par la case fabrication, excepté à la fin no-

tamment dans la perspective d'homologation. Cette approche nous permet de diminuer drastiquement les coûts, mais aussi de valider en amont la fiabilité des nouveaux matériaux.

Cette expertise est complétée par notre capacité à intervenir sur toute la chaîne de valeur. SEGULA dispose effectivement de l'ensemble des compétences pour accompagner les acteurs de l'aéronautique, de la formulation à l'industrialisation des pièces, par extrusion ou fabrication additive, en passant par l'analyse du cycle de vie. Nous fournissons ainsi à nos clients des solutions complètes et sur mesure, adaptées à chaque projet aéronautique. Quelles que soient les exigences des sujets d'optimisation de matériaux, nous avons la capacité d'y répondre et avons déjà acquis de l'expérience.

Autre force de SEGULA : notre écosystème de partenaires scientifiques.

En nous alliant à des laboratoires de recherche et des fournisseurs de matières spécifiques, nous bénéficions d'un accès permanent aux dernières avancées dans le secteur des matériaux, tout en menant en parallèle des projets collaboratifs sur fonds propres pour explorer de nouvelles pistes et rester à la pointe de l'innovation. C'est cette combinaison entre expertise en simulation numérique et vision d'ensemble qui nous permet de relever de nouveaux challenges, aujourd'hui comme demain. Repenser les matériaux composites, alléger les structures, réduire l'empreinte carbone dans l'aéronautique : autant de chantiers stratégiques sur lesquels nous entendons jouer un rôle moteur.

PROJET RÉSILIENCE : L'INNOVATION DE LA ROUTE VERS LE CIEL

En 2024, Loïc Durual et Luc Becker ont uni leurs expertises au sein d'une équipe pluridisciplinaire (Conception, Simulation, ACV, Procédés, ...) spécialiste des composites, dans le cadre du projet Résilience (Service projets collaboratifs), lauréat du plan de relance de l'industrie automobile et aérospatiale.

Destiné à contribuer à une mobilité plus légère, plus durable et plus efficace, ce projet a eu pour ambition

de redéfinir fondamentalement la manière de concevoir et fabriquer des véhicules tout en offrant un potentiel considérable pour l'ensemble des secteurs de la mobilité. Afin d'atteindre l'objectif ambitieux de réduction de masse de 40 à 50 %, SEGULA Technologies et ses partenaires se sont appuyés sur trois axes essentiels :

- Une refonte complète de la conception en rupture avec l'architecture classique, tout en intégrant les principes de l'écoconception,
- Le développement de matériaux composites thermoplastiques innovants, performants, durables, 100 % recyclables, valorisables et intégrables sur des pièces structurelles,
- La recherche de nouveaux procédés d'ingénierie pour adapter ces

innovations aux cadences des secteurs de la mobilité, terrestre entre autres.

Un objectif qui relevait alors de l'utopie. Défi relevé ! Ils ont commencé à valider un certain nombre de briques technologiques, grâce à la validation d'un certain nombre de concepts (architecture, matériaux, moyens de fabrication et de transformation), malgré un cadre réglementaire européen exigeant, posant les fondations d'une nouvelle génération de composites durables. Mieux encore, les compétences et procédés de mise en œuvre dans le cadre de ce projet « Résilience » sont tout à fait transposables au secteur aéronautique. De quoi envisager de nouvelles applications et ouvrir la voie à des développements prometteurs. À suivre...





↔ Ébavurage
fin et contrôle
qualité sur un
carter en inox



↑ Peinture, retouche
et métallisation



↓ Montage et perçage



Peinture en cabine ↓

Imprimé en Juin 2025
Directrice de la communication : Laura Naniche
Responsable de la communication éditoriale et des relations presse : Emilie Dubos
Coordination et maquette : Dorothée Zagarrío
Rédaction : Catherine Decombe (Okédito), Dorothée Zagarrío
Ont collaboré à ce numéro : Manel Benmahmoud, Jordan Fradinho, Rania Imane Hannioui, Jade Mauger, Melissa Nefraoui, Hasna Basma Nejmi, Ghislain Souquet-Basiège
Crédits photos : SEGULA, Canva, Shutterstock, Welcome to the Jungle
Imprimeur : Documentis





SUIVEZ-NOUS
segulatechnologies.com