

H O R S - S É R I E

DÉFIS ET SOLUTIONS

POUR L'AVION

DÉCARBONÉ

Image générée par l'IA



**BOOM DU TRAFIC AÉRIEN :
LES CONSÉQUENCES SUR LA FILIÈRE**

... P10, P12, P14, P16 ET P55

**LES PREMIÈRES ÉTAPES
DE LA DÉCARBONATION**

... P18 ET P28

L'ALLÈGEMENT DES COMPOSANTS

... P22, P24, P36, P50 ET P58

**L'USINAGE DES MATÉRIAUX :
QUELS OUTILS CHOISIR ?**

... P46, P65, P66 ET P69

**SOCIÉTÉ FRANÇAISE
D'ÉDITIONS TECHNIQUES**
S.A.S au capital de 108 000 €
26, rue Vauthier
92100 BOULOGNE
<https://www.machinesproduction.fr>

SIRET 308 298 611 000 69
FR 69308298611
N° CPPAP 0626 T 79162

PDG
Laure CROMBACK

Représentant légal
Laure CROMBACK

Principaux associés :
Marie-Nicole CROMBACK
Alfred CROMBACK
Laure CROMBACK

Dépôt légal : 01/2021
Périodicité : mensuel

■ RÉDACTION

Tél. : 00 33 1 48 25 02 89
Email : redac@machinesproduction.fr
Rédacteur en chef
Jérôme MEYRAND
Rédacteur
Patrick CAZIER
Ont collaboré à ce numéro :
Lucas SALEUR et Benoit DELABRE
d'Aletheia Press

■ PUBLICITÉ

Tél. : 00 33 1 48 25 50 30
Email : publicite@machinesproduction.fr
Chefs de publicité :
Nicolas PETIT
Jean-Louis BORNAND
Yanis MEBARKI

■ ABONNEMENTS

Tél. : 00 33 1 48 25 03 33
Email : abt@machinesproduction.fr
Tarifs abonnements :
France : 165 euros
Étranger : 165 euros + 40 euros de
frais d'envoi (papier)

Copyright :

Tous droits de reproduction
et d'adaptation réservés
pour tous pays par la SOFETEC

■ AGENCES PUBLICITÉ

Suisse :
RICO DORMANN
Media Consultant Marketing
Postfach 574
CH - 8803 RÜSCHLIKON
SWITZERLAND
Tel. : 00 41 44 720 85 50
Email : dormann@rdormann.ch

■ MISE EN PAGE - CONCEPTION GRAPHIQUE

Matthieu LAMBERDIÈRE
Tél. : 01 55 38 92 60

Imprimeur :

Lescure graphic
2, chemin des Ruches
27120 DOUAINS

Crédit photo 1^{er} de Couverture :
Image générée par l'IA

L'aviation face à de nombreux défis

Est-ce des problèmes de riche ? Alors que le trafic aérien a pulvérisé des records, après une pandémie qui immobilisa les flottes du monde entier, du jamais vu sur la planète, voilà que les deux géants Airbus et Boeing doivent faire face à des problèmes de production, pour l'un, et de qualité pour l'autre, tout en devant résoudre des défis persistant dans la chaîne d'approvisionnement et les coûts. En effet, la chaîne d'approvisionnement aéronautique est intrinsèquement complexe et étendue, car elle implique de nombreux sous-traitants et fournisseurs dispersés à travers le monde. Et c'est cette complexité qui rend « *le système vulnérable à de nombreuses perturbations* ». Comment répondre à ce défi ? Elements de réponse dans ce numéro.

Autre conséquence de ce fort rebond de l'activité du transport aérien, celle sur l'emploi. En Auvergne-Rhône-Alpes, première région mécanicienne du pays, après une année 2023 où plus de 4 000 personnes ont été embauchées, les prévisions pour 2024 sont de l'ordre de 3 000 recrutements. Car l'activité de ce secteur devrait croître de plus de 40 % au cours des trois prochaines années. Qui aurait cru, en plein confinement, que le nombre de voyages en avion dépasserait le niveau d'avant-Covid-19 ? L'Etat, bien sûr, ne pouvait rester sans agir. Son nouveau contrat stratégique de filière a été lancé afin de répondre aux besoins en financement de la chaîne de sous-traitance. Un contrat qui s'articule autour des trois grands défis : la décarbonation de la chaîne de valeur, la réindustrialisation par l'autonomie stratégique et la compétitivité, et l'attractivité des métiers de l'industrie.

La décarbonation justement est au cœur de ce nouvel hors-série. D'un procédé qui permettrait de récupérer les déchets de production de pièces en composites carbone-PPS (polymère semi-cristallin thermostable) pour la fabrication de trappes d'accès techniques aux contraintes mécaniques moins importantes, à l'usage du SAF (Sustainable Aviation Fuels), ce carburant d'aviation produit à partir de sources renouvelables comme les huiles de cuisson usagées, les graisses animales, ou des déchets agricoles et forestiers. Mais saviez-vous que le SAF nécessite une filière hydrogène pour être produit à grande échelle ?

Comme pour les constructeurs automobiles, le tout électrique passe aussi par la case hybride. Un constructeur français révolutionne l'aviation générale avec sa gamme d'avions hybrides électriques. En attendant l'aéronef à zéro émission, l'allègement des appareils est la clé : si sur l'avion carboné (utilisant du carburant) l'enjeu (économique) est de réduire leur consommation, il le sera aussi pour l'avion décarboné, en raison, cette fois-ci, du poids des batteries. Pour répondre à ce défi d'alléger au maximum les appareils, une entreprise française a justement conçu le siège d'avion « *le plus léger au monde* », assure-t-elle.

D'autres solutions technologiques se font jour pour, une fois encore, réduire l'empreinte carbone de notre aviation. Comme le développement de technologies de plastronique, soit l'intégration, dans des pièces issues de la plasturgie, de l'électronique afin de les alléger, d'intégrer des fonctions, de miniaturiser, d'augmenter leurs performances ou leur fiabilité. Ou encore ces superalliages réfractaires (SAR) et ces composites à matrice céramique (CMC) de nouvelle génération à base de poudre pouvant résister à des températures élevées pour une combustion plus efficace du carburant, et donc de plus faibles émissions. Cependant, ils doivent être résistants à la chaleur, au fluage et conserver de bonnes propriétés matérielles à des températures extrêmes. Des véritables défis pour nos usineurs s'offrent à eux. Mais nous le savons, nos lecteurs aiment ce

✦ Jérôme Meyrand

S O M M A I R E



3	Éditorial		
7	Marché		
	Rafale : une commande de 42 exemplaires	9	2023, année riche en rebondissements
	Coup d'envoi du nouveau contrat de filière 2024-2027		Les entreprises cherchent à renforcer
	Le transport aérien face aux difficultés de la supply chain	10	leurs effectifs
		12	
17	R&D		
	Vers une démocratisation d'une aviation plus verte	18	Un nouveau procédé pour recycler les composites
	Prenons l'envol de la 4 ^e révolution aéronautique	22	
25	Constructeurs		
	Spatial : une conception innovante de microlanceurs	26	VoltAero propulse l'aviation à moteur hybride
	Une nouvelle génération d'Albatros	27	La maintenance des Rafale à l'ère de l'industrie 4.0
			General Atomics : le rôle crucial de la simulation
33	Équipementiers		
	Apprendre l'usinage sans dommage	34	GKN Aerospace ouvre un centre R&D aux Pays-Bas
	Des sièges aussi légers qu'une plume	36	Liebherr-Aerospace crée une nouvelle entité
	Des batteries lithium fabriquées en Ardèche	37	à Montauban
	Le groupe Safran s'implante à Rennes	38	Des trappes d'accès nouvelle génération
43	Sous-traitants		
	L'automatisation pour produire sans pause	44	Protéger la propriété industrielle des entreprises
	Des solutions outils pour la fabrication d'engrenages	46	La plasturgie augmentée
	Les ambitions de Gauthier Connectique	48	Somepic Technologies mise sur le numérique
53	Équipements de production		
	Un guide pour la durabilité dans l'industrie aéronautique	54	Des outils optimisés pour l'avion durable de demain
	Déploiement d'un ERP en douceur	55	Répondre aux exigences de l'assemblage final
	Automatiser le processus de correction des pièces complexes	56	Ecocool Global 1000 homologué Airbus
	Des gains non négligeables avec la fabrication additive	58	Du lubrifiant à la pointe de l'aiguille
	La technologie LFV sur l'ANX 42	60	Skytec : une solution durable pour matières réfractaires
	Des centres d'usinage grandes dimensions	62	Un saut technologique dans les contrôles non destructifs
	Découpe et gravage made in France	64	Aéro(wa) : plus d'agilité et de flexibilité dans l'atelier
	Outils innovants pour gains substantiels aux usineurs	65	
	Sociétés citées	6	Bulletin d'abonnement
	Liste des annonceurs	6	L'Atelier

Le transport aérien face aux difficultés de la supply chain

L'industrie aéronautique française, pilier économique et première exportatrice en 2023, affronte des défis majeurs de chaîne d'approvisionnement, menaçant compagnies aériennes et satisfaction client, affirme Romain Schulz, responsable délégué économie et transition écologique à la Fédération nationale de l'aviation et de ses métiers (Fnam). Laquelle appelle à une collaboration accrue pour surmonter pénuries de pièces, comme de main-d'œuvre qualifiée.



Romain Schulz, responsable délégué économie et transition écologique à la Fnam.

L'industrie aéronautique française, première filière exportatrice en 2023 et véritable pilier de notre économie nationale, fait face à des défis majeurs dans sa chaîne d'approvisionnement. En tant que principale organisation dédiée à la défense des intérêts des compagnies aériennes opérant en France, la Fédération nationale de l'aviation et de ses métiers (Fnam) souhaite attirer l'attention sur ces problématiques et leurs répercussions potentielles sur le secteur du transport aérien.

Les défaillances et le manque de fiabilité des chaînes d'approvisionnement mettent en difficulté notre industrie. La chaîne d'approvisionnement aéronautique est intrinsèquement complexe et étendue, impliquant de nombreux sous-traitants et fournisseurs dispersés à travers le monde. Cette complexité rend le système vulnérable à de nombreuses perturbations. Les retards dans la livraison des pièces essentielles et des nouveaux appareils sont de plus en plus fréquents et affectent directement les compagnies aériennes. Or, constructeurs, équipementiers, compagnies aériennes œuvrent collectivement à promouvoir l'aviation durable

de demain, sûre et compétitive. La prise en compte des enjeux environnementaux, les rapides évolutions de l'environnement économique et du cadre réglementaire consomment déjà une partie croissante des ressources. Il apparaît donc nécessaire que l'ensemble des parties prenantes partagent un diagnostic des causes puis imaginent et mettent en œuvre, ensemble, les actions nécessaires à un retour à la normale.

Des coûts supplémentaires

Les retards et pénurie de pièces essentielles ont des répercussions concrètes et immédiates pour les compagnies aériennes. Par exemple, des moteurs en attente de réparation ou de composants essentiels non disponibles peuvent immobiliser des avions pendant des semaines, voire des mois, entraînant des pertes de recettes considérables. De surcroît, les compagnies doivent régulièrement affréter des avions de remplacement pour maintenir leur programme de vol. Ces coûts subis peuvent être très élevés et mettent une pression supplémentaire sur les équilibres économiques, déjà très affectés par la crise sanitaire. L'organisation des équipes techniques est également perturbée

avec des calendriers de maintenance sans cesse modifiés. Enfin, les perturbations du programme de vol et de la ponctualité entraînent une baisse de la satisfaction des passagers et, par conséquent, une diminution de la fidélité des clients.

Attractivité du secteur

Les défis ne s'arrêtent pas là. La pénurie de main-d'œuvre qualifiée dans le secteur de la maintenance aéronautique, exacerbée par la pandémie de Covid-19, complique encore la situation. De nombreux techniciens expérimentés ont quitté le secteur, créant parfois un vide difficile à combler. Le recrutement et la formation de nouveaux techniciens qualifiés prennent du temps, l'acquisition de nouvelles compétences sont des processus longs et coûteux. La capacité des constructeurs à augmenter les cadences de production pour répondre à une demande croissante s'en trouve affectée, au même titre que les compagnies aériennes pour assurer leurs calendriers de maintenance. Cette situation est sans doute encore aggravée par la concurrence avec d'autres industries pour attirer les talents techniques nécessaires.

Des technologies plus durables mais plus consommatrice de ressources

La situation est également compliquée par l'évolution technologique des moteurs et des composants, conçus pour être plus écologiques mais souvent plus fragiles. Ces innovations, bien qu'essentielles pour la durabilité, nécessitent pour certaines des réparations et des remplacements de pièces potentiellement plus fréquents, augmentant ainsi la demande en pièces de rechange. Les moteurs plus légers et plus efficaces en carburant sont une avancée significative pour l'aviation durable, mais leur maintenance nécessite une gestion plus pointue des pièces détachées, ajoutant une couche supplémentaire de complexité à la chaîne d'approvisionnement.

Face aux perturbations actuelles des « supply chain », il est crucial

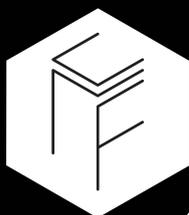
L'organisation

La Fédération nationale de l'aviation et de ses métiers (Fnam) est la principale organisation professionnelle dans le secteur du transport aérien français. Fondée en 1990, elle représente plus de 370 entreprises, ce qui correspond à plus de 95 % de la flotte et des activités du transport aérien en France. La Fnam regroupe plusieurs groupements professionnels et couvre neuf métiers différents au sein de l'industrie aéronautique.

que tous les acteurs de la chaîne de valeur aéronautique partagent le constat sur l'urgence de la situation. Une chaîne d'approvisionnement perturbée entraîne, pour les compagnies, des pertes financières importantes, des baisses de trésorerie pour absorber les affrètements et les retards, des perturbations opérationnelles et une diminution de la satisfaction des clients. Ces conséquences affectent leur performance globale, et menacent parfois même pour les plus petites d'entre-elles, leur survie financière.

Les compagnies aériennes, bien que dépendantes des constructeurs et des fournisseurs pour leurs équipements, doivent collaborer étroitement avec ces derniers pour trouver des solutions viables et durables. La Fnam plaide pour une coordination accrue et une plus grande résilience de notre chaîne d'approvisionnement. En renforçant notre collaboration et en adoptant des stratégies innovantes, nous pouvons surmonter ces défis et assurer un avenir stable et prospère pour le transport aérien français. ■

CITIZEN
MACHINERY
FRANCE



EXPERT EN
TOURNAGE
DE PRÉCISION

Cincom
POUPÉES MOBILES

Miyano
POUPÉES FIXES



INNOVATION CITIZEN MIYANO - ROBOTISATION

GN3200W

CENTRE DE TOURNAGE
HAUTE PRÉCISION ROBOTISÉ



- > IDÉAL POUR LA REPRISE ET LE TOURNAGE DUR
- > PRÉCISION ET RÉPÉTABILITÉ EXCEPTIONNELLES
- > HAUT RENDEMENT ET FAIBLE ENCOMBREMENT

www.cmf-citizen.fr