



Ont participé à l'élaboration de ce numéro : Cyrille Chaisy, Patrick Gilliéron, Elisabeth Lefebvre, Gérard Laruelle et Yves Meusburger. Directeur de la publication : Patrick Gilliéron.

### CONFÉRENCES DU SECOND SEMESTRE 2024

...à notre ami Francis HIRSINGER

#### Disparition du vol MH370

Par Patrick Blelly et Jean-Luc Marchand, le 19 septembre 2024

Patrick Blelly, commandant de bord sur long courrier AIR France et Jean-Luc MARCHAND, ingénieur, ancien de l'ESA et d'EUROCONTROL présenteront les résultats de leur enquête sur les circonstances de la disparition du vol MH 370. Les résultats établis sur la base de documents officiels issus des polices malaisiennes et australiennes mettent en évidence de nombreuses incohérences. Une hypothèse rationnelle de l'évènement et une zone probable de crash seront proposées. Patrick Blelly totalise 20 000 h de vol et Jean-Luc Marchand a récemment rejoint Patrick Blelly pour mieux comprendre les circonstances de la disparition du MH370.



Crédit Laurent Errera via Wikimedia-Commons

#### Appontage d'hélicoptère : des simulations pour l'aide au pilotage

Par Laurent Binet, le 13 novembre 2024

Les manœuvres d'appontage peuvent se révéler particulièrement délicates pour les hélicoptères. Les appareils sont embarqués sur des porte-avions mais aussi sur de petits bâtiments comme des frégates. Quelles que soient les opérations envisagées, le développement d'outils et de modèles spécifiques sont nécessaires à la simulation de ces procédures afin de proposer des aides au pilotage ou à l'estimation des limites opérationnelles d'un hélicoptère sur un navire.



Crédit Commander, U.S. Naval Forces Europe-Africa/U.S. 6th Fleet.

#### Le Rafale Marine et le Charles de Gaulle

Par Philippe Perrier, le 4 décembre 2024

Philippe Perrier, ancien responsable technique du programme Rafale chez Dassault-Aviation, présentera les défis que doit relever un avion de combat comme le Rafale pour être mis en œuvre depuis un porte-avions comme le Charles de Gaulle, les contraintes et les avantages opérationnels associés.



Crédit Dassault Aviation

# INFORMATIONS GÉNÉRALES

## Forum des adhérents

La Gazette IdF est l'un des éléments fédérateurs du groupe Ile-de-France de la 3AF.

Pour que ce bulletin joue pleinement ce rôle, un échange convivial avec les adhérents est essentiel.

Le Forum des adhérents a pour but de **recueillir vos questions, vos informations et vos suggestions**, par courriel : [3af.idf@orange.fr](mailto:3af.idf@orange.fr).

## Appel aux adhérents

Suite à l'enquête "Adhérents" proposée au premier semestre 2023, le groupe Ile-de-France et son Antenne Jeunes sollicitent leurs adhérents pour diversifier et élargir l'offre de **visites techniques**. Si vous avez des idées de visites, si vous connaissez des personnes qui pourraient proposer des visites, **n'hésitez pas à nous contacter à l'adresse email [3af.idf@orange.fr](mailto:3af.idf@orange.fr)**.

N'hésitez pas également à proposer des articles, des sujets de conférences et pensez à l'intérêt de **rejoindre les commissions techniques** de la 3AF.

## Association Aéronautique et Astronautique de France

6 rue Galilée 75016 Paris

Tél 01 56 64 12 30 - Fax 01 56 64 12 31

Email : [gestionmembres@aaaf.asso.fr](mailto:gestionmembres@aaaf.asso.fr)

[www.3af.fr](http://www.3af.fr)

## Contact Groupe Ile-de-France

Site web : <http://www.3af.fr/groupe-regional/idf>

Email : [3af.idf@orange.fr](mailto:3af.idf@orange.fr)

Tél 01 80 38 62 01 - Fax 01 80 38 62 69

## SOMMAIRE

**03 Éditorial** - Décès de notre ami Francis Hirsinger par Michel Scheller.

### 04 Résumés de conférences

- **Fret aérien, passé, présent et à venir.** La naissance du transport de fret aérien (1910), suit de peu les premiers vols (1903). Très vite les premiers essais débouchent sur du transport plus ou moins régulier du produit noble par excellence : la poste...
- **Nouveaux designs pour les ailes d'avions du futur bio inspiré.** Depuis le premier vol de Clément Ader sur son Eole III en 1897, exposé au Musée du Centre National des Arts et Métiers, jusqu'actuellement, les ailes d'avion ont évolué considérablement grâce aux avancées en matériaux et concepts aérodynamiques...

### 16 Vie des commissions - Commission "Aviation Légère et Machines Dérivées"

: l'aéro-club Septième Ciel organisait le samedi 25 mai 2024 une nouvelle Journée des Artistes ; une Journée préparée avec l'aide et le soutien du Groupe ADP (Aéroport de Paris) et soutenue financièrement par l'Association des Usagers De l'Aérodrome de Chavenay et de son Environnement (AUDACE)...

### 17 Colloque 3AF/MAE/CMI-ATE 18 janvier 2024

### 18 Publications

### 19 Rétro-Agenda

**20 Agenda** : conférences, séminaires.

## Les Commissions Techniques 3AF (voir le site en cliquant [ICI](#))

- |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Aérodynamique</li><li>• Aviation Commerciale</li><li>• Aviation Légère et Machines Dérivées</li><li>• Drones</li><li>• Énergétique</li><li>• Essais</li><li>• Hélicoptères et VTOL</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Intelligence Stratégique et Prospective (CISP)</li><li>• Matériaux</li><li>• Missiles Tactiques</li><li>• Propriété Intellectuelle</li><li>• Propulsion (aéronautique et spatiale)</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Phénomènes Aérospatiaux non identifiés (SIGMA2)</li><li>• Stratégie et Affaires Internationales (CSAI)</li><li>• Structures</li><li>• Systèmes Optroniques</li><li>• Transport Spatial</li></ul> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

"Tout processus de changement est toujours composé de trois grands moments : la fin du passé (refus de comprendre, résistance), la confusion ou le chaos (la décompensation puis la résignation) puis le renouveau (le réajustement puis l'intégration pro-active)." **D'après Kurt Lewin**, psychologue américain spécialisé dans la psychologie sociale, acteur majeur de l'école des relations humaines.

## Adhésions et paiement des cotisations 3AF : n'oubliez pas de régler votre cotisation pour

**2024**. Ce règlement est nécessaire pour voter aux assemblées générales et recevoir toutes les publications proposées par l'Association (La Lettre....). Pour connaître les modalités de paiement de la cotisation ainsi que les barèmes ou mettre à jour vos coordonnées, vous pouvez accéder à votre compte 3AF en ligne sur le site : <https://www.3af.fr/espace-prive/paiement>. Le règlement s'effectue par carte bancaire sur le site 3AF qui vous permettra d'éditer une facture.

### DÉCÈS DE FRANCIS HIRSINGER

Le groupe 3AF Ile-de-France a appris avec tristesse le décès de son ami **Francis Hirsinger** survenu le 9 juin dernier. Membre actif depuis la création du groupe Île-de-France, Francis trouvait toujours plaisir à collaborer à la Gazette. Nous conserverons de lui le souvenir d'un ami compétent, enthousiaste et chaleureux. Nos sincères condoléances à sa famille.

P. Gilliéron pour le groupe 3AF Ile-de-France

### Hommage de Michel Scheller, président d'honneur de la 3AF.

« Quelle tristesse, pour ta famille et tes proches, bien sûr, mais pour nous tous, très nombreux.

Nous nous sommes rencontrés, voici plus de 60 années, à Sup Aéro. Nos options étaient différentes : toi, l'un des meilleurs de la promotion, moi, poursuivant une autre spécialisation que la tienne dans le cadre des ingénieurs de l'air. Mais très vite, nos nombreuses rencontres furent marquées par une grande et profonde amitié.

Nous avons ensemble, et avec d'autres camarades tous très attachés à l'École, été confrontés aux très, trop, nombreux échanges liés au projet de transfert de notre École. Bref, des moments de préoccupation « joyeux » et enthousiastes de notre jeunesse.

Puis, quelques années plus tard, nous nous sommes retrouvés à l'ONERA ; là, tu étais le grand spécialiste de « l'Énergie », moi, le « patron », avide entre autres d'en savoir un peu plus, pas de faux semblants... !

Je voudrais, à ce stade, (te) dire combien j'ai apprécié tes qualités exceptionnelles.

Tu n'as jamais été, jamais, « carriériste » ! Ton souci a toujours été, et de progresser dans la science et les technologies de l'énergétique pour l'aéronautique et l'espace, et d'aider les jeunes à s'épanouir dans leurs activités, leur consacrant toujours, avec bienveillance, le temps nécessaire. Je peux attester moi-même du temps considérable que tu m'as consacré à essayer de

faire comprendre à un esprit plus très jeune, les savoirs de tes spécialités.

Toujours à l'écoute, très concentré aux enseignements que tu pouvais en retirer, faisant preuve d'une fiabilité absolue dans le respect de tes engagements, très précieuse pour la hiérarchie

(ayant parfois tendance à en abuser !), tu as toujours manifesté une vraie passion pour les « choses » de l'aéronautique et de l'espace. Et ainsi, lorsque l'âge de la retraite et le moment de céder la place aux plus jeunes sont venus, tu as continué à travers le bénévolat et la société savante 3AF, à faire partager ton enthousiasme. Merci Francis.

Pour conclure ces quelques mots, je dirais cher Francis, que tous ceux qui t'ont rencontré ont eu le bonheur de rencontrer quelqu'un d'exceptionnel : une personnalité d'une rare humilité, très conviviale, très à l'écoute des autres avec une très grande générosité, toujours respectueux des engagements pris mais disponible, toujours porté par le respect pour l'autre, et ce avec une grande simplicité, portée par la réussite collective, un Exemple apprécié de tous ceux qui ont eu le bonheur de te rencontrer.

Francis, j'ai eu ce grand bonheur.

Avec aujourd'hui une grande émotion, je te dis Merci pour tout ce que j'ai reçu de toi. Michel ».



*Pour la 3AF, Michel Scheller,  
président d'honneur de la 3AF, ancien directeur  
général de la DGAC et ex-président de l'Office  
National d'Études et de Recherches Aérospatiales.*



En visiophonie, le mardi 14 novembre 2023 de 18h30 à 20h00



Crédit Jacqueline Macou de Pixabay.

« Il faut que cet homme descende au cœur le plus intime de la nuit, dans son épaisseur, et sans même cette lampe de mineur, qui n'éclaire que les mains ou l'aile, mais écarte d'une largeur d'épaule l'inconnu ».

**Saint Exupéry**  
Vol de nuit 1931.



La naissance du transport de fret aérien (1910) suit de peu les premiers vols (1903). Très vite, les premiers essais débouchent sur du transport plus ou moins régulier du produit noble par excellence : la poste.

**Passé** - Après l'armistice débute la période légendaire des vols postaux transcontinentaux. En 1918 les lignes Latécoère sont créées et deviennent la Compagnie Générale Aéropostale en 1927, laquelle fait faillite en 1931 avant que son héritage soit transmis à la naissante Air France en 1933... KLM n'est pas en reste, son premier vol commercial relie en 1920 Londres à Amsterdam avec à son bord une lettre (!) et des journaux.

**Après la Seconde Guerre** : les capacités disponibles et notamment celle du DC3, permettent de transporter du fret partout dans le monde et de multiplier par 10 le trafic de 1938. Seulement 13 ans après, le DC 8 et le B707 (1958 !) « raccourcissent » la planète.

**Début des années 70** : c'est dès le début des années 1970 qu'intervient la plus grande révolution du Cargo et que se dessine le transport aérien de fret moderne, avec simultanément l'arrivée du Boeing B747-100, des gares de fret avec des stocks de palettes mécanisés et une informatique de gestion globale. Trois composants essentiels qui vont fina-

lement peu changer pendant plus de 30 ans...

De l'autre côté de l'atlantique, un jeune vétérinaire entrepreneur lance une petite compagnie de fret express avec (quelle drôle d'idée !) une flotte de 14 Mystère 20 ; les premières années sont difficiles, mais on connaît la suite...

Alors que les trente glorieuses se terminent, la croissance du fret aérien elle s'accélère.

C'est le début de la mondialisation, le secteur automobile est en la matière un des pionniers (usines BMW, VW, Peugeot, Renault en Afrique et en Amérique du Sud). Dans un monde avide de pétrole, le secteur « Oil and Gaz » est aussi florissant et grand utilisateur de la porte de nez du 747 Cargo...

**À partir de 1990** : jusqu'en 1990, la croissance est continue, bien que sur les mers des porte-conteneurs de plus en plus grands et rapides, se suivent désormais en files continues entre les grands centres économiques. Ce n'est cependant pas une concurrence pour le transport aérien car le maritime manque de capacités et les ports sont encore peu efficaces.

Les années 90 sont difficiles, le fret aérien n'est pas la priorité des compagnies aériennes. Air France, compagnie de lancement, renonce à l'achat du Boeing 747-400F (livré finalement à Singapour Airlines) et s'interroge en 1994 sur l'avenir du fret, filiale ou pas filiale...

**1998** : 1998 est une année marquante, les exports de biens manufacturés chinois explosent et dépassent ceux du Japon. Cette année-là, Air France pose un avion-cargo 747-200 une fois par semaine à Shanghai (avec une escale technique à Tachkent), l'aéroport de Pudong n'est pas encore ouvert. L'essentiel du trafic chinois du sud sort encore par Hong Kong où le nouvel aéroport émerge tout juste.

**2004** : en 2004 Air France-KLM, dont l'activité cargo est la première à être combinée, pose deux avions-cargos par

## Fret aérien, passé, présent et à venir

jour à Shanghai. Pékin, Chengdu, Canton, sont aussi desservis... Le trafic de Hong Kong lui n'a pas baissé, bien au contraire. 2004 marque la fin d'une période de croissance « facile » en raison d'un effet de ciseau entre une économie qui ralentit, un prix du pétrole à des niveaux records, et des soutes passagers de plus en grandes. C'est l'effet 777-300 ER (Air France compagnie de lancement) avec plus de 25 tonnes sur l'Asie et l'Europe en vol direct... Conjugué avec l'essor du tourisme chinois à partir de 2010, et donc de la multiplication des fréquences d'avions passagers des compagnies asiatiques et du Golfe, l'effet est dévastateur sur l'économie du cargo qui s'effrite régulièrement.

**2008** : le 15 septembre 2008, dans une conjoncture cargo déjà morose, c'est la faillite de la banque Lehman Brothers. En quelques jours l'activité ralentit partout dans le monde, la « peak season » (octobre à décembre) est gâchée et 2009 est une très mauvaise année. Les compagnies américaines et européennes sont touchées et réduisent naturellement leur flotte tout cargo. Ainsi Air France KLM Martinair passe de 29 avions-cargos en 2009, à 9 en 2014. Ne

restent basés à Paris seulement 2 Boeing 777 ERF, (Air France compagnie de lancement).

2010 est le rebond. Dans le secteur du cargo, les choses vont parfois très vite et les évolutions sont presque toujours plus rapides et plus fortes que dans le secteur passagers. Certains acteurs, tels Emirates, qui avait une activité cargo significative, mais également Qatar, Cargolux en Europe et des compagnies émergentes comme Airbridge « pèsent » soudainement sur le marché lorsque les acteurs du fret express Fedex, DHL et UPS résistent à la crise et se renforcent.

À partir de 2014, le cargo se retrouve confronté à une capacité abondante, son économie se tend, les investissements ralentissent.

Avant 2020, le transport aérien avait été de toutes les crises. Citons en pêle-mêle quelques-unes : pont aérien de Berlin en 1948, Tsunami en 2004, Ébola, cyclones, tremblements de terre, 1991 immobilier et économie au Japon, 1997 finances en Asie et semi-conducteurs au Japon ou encore Subprime en 2008. Aucune de ces crises n'avait cependant approchée en ampleur et en durée ce que nous avons

*Crédit Train Learn Grow de Pixabay.*



# Fret aérien, passé, présent et à venir



FedEx\_DC10. Crédit Creative Commons by Kevin McCoy.

vécu à partir de mars 2020.

Pendant cette période Covid, le transport de fret aérien a joué un rôle crucial, maintenant un flot d'échanges essentiels, pas seulement pour les produits médicaux, mais aussi pour la nourriture et l'e-commerce dans un monde à l'arrêt. Les revenus du transport de fret aérien (globalement 50% de plus à activité égale) ont été extraordinaires. Ils ont contribué à limiter les pertes des compagnies généralistes et ont dégagé des marges extraordinaires chez les spécialistes. Cargolux a ainsi généré plus de résultats cargo en deux ans que dans ses 50 ans d'histoire...

**Présent** - En 2023, trois ans plus tard tout de même... l'activité cargo retrouve ses niveaux d'avant la crise, sauf peut être de et vers la Chine. Les conséquences de la crise sont encore bien visibles, il n'y a jamais eu autant d'avions-cargos en opération et en commande mais, alors que le « passager » rebondit, les coefficients de remplissage baissent. La régulation de la capacité tout cargo à la baisse est inévitable. Certaines compagnies comme WestJet sont en grande difficulté ; les plus vieux avions seront vite retirés mais ce n'est pas très grave car ils ont été amortis en moins de deux ans. Plus significatifs, pour la première fois de l'histoire, les grands du fret express mettent en œuvre des mesures de réduction de réseau et d'économie.

**À venir** - L'avenir économique du cargo en 2024 est donc incertain et l'équation offre demande semble défavorable pour plusieurs années. Même si le rebond du passager devait ralentir, notamment en

raison de l'augmentation du prix des billets, les nouveaux avions commandés (B787, A 350) sont très, trop performants en version soute cargo... et contribueront à déséquilibrer durablement le ratio offre demande. C'est une des caractéristiques originales de l'activité cargo que de ne pas avoir le contrôle total de la capacité. Source de tension supplémentaire : les compagnies du Golfe y compris la Turquie sont sur des plans de croissance d'activité nettement supérieurs aux moyennes prévisibles...

Mais tout cela ne sera qu'une question finalement classique d'adaptation. Il se dit beaucoup dans la presse spécialisée que l'avenir du cargo passera par une digitalisation accrue. On peut avoir un avis nuancé sur cette question, tout d'abord parce que depuis 1970, le cargo n'a cessé d'être à la pointe de l'innovation et de se digitaliser. Ce processus est en fait continu, il ne s'agit donc pas d'une révolution que ce soit pour l'automatisation, la robotisation de la manipulation des charges, la localisation des expéditions, la transmission des données, voire du transport par drones au moins sur de courtes distances, ou sur des dessertes qui s'y prêtent (îles).

Le prochain challenge, le plus important de l'histoire de l'aviation depuis l'après-guerre, et en particulier pour le cargo, sera celui de la décarbonation du transport.

Nous en sommes pour l'instant au stade des ambitions sincères, des déclarations optimistes, des premiers pas, mais ce challenge me semble sous-estimé...

De plus la pression extérieure pourrait ne pas se satisfaire de la trajectoire déjà



# Fret aérien, passé, présent et à venir

ambitieuse affichée par les compagnies. Inévitablement, les faits, les opinions publiques et leurs débiteurs politiques chercheront à accélérer le plan de marche...

Les solutions espérées sont loin d'être généralisables à grande échelle (SAF), ou matures (H<sub>2</sub>). Il faudra donc des investissements considérables, des innovations, dont certaines ne dépendent pas que du secteur aérien, et des ressources (électricité) en compétition avec d'autres besoins (alimentaires, route, maritime, etc.).

Pour notre industrie, rien ne serait pire que des mesures contraignantes mal ciblées, imposées au mauvais moment, qui pourraient handicaper les compagnies françaises et européennes mais aussi pénaliser les exportateurs européens ou encore rendre plus chers des produits qu'il serait illusoire de vouloir rapatrier rapidement en Europe (ex. Pharma). Les mouvements de mondialisation se sont construits sur des périodes longues (10, 20 ans, voire plus), il serait surprenant qu'il faille moins de temps pour inverser la tendance. Le transport de fret aérien, même plus cher, va rester indispensable pour longtemps...

**Résumé par Pascal Morvan,  
Décembre 2023.**

## Références :

- statista.com
- iata.org
- rapports annuels Air France, KLM, Cargolux

## **Le Cargo et la mondialisation**

*Pour le meilleur et parfois pour le pire, le transport de fret aérien a accompagné, permis, facilité, bénéficié (parfois...) de la mondialisation. Ses acteurs ont été les témoins privilégiés de l'évolution des productions et des consommations.*

*On l'a vu le secteur automobile a été un des premiers utilisateurs dans les années 1970.*

*Parfois c'est le transport aérien qui génère son trafic, ainsi en va-t-il des produits périssables (mangues de l'Afrique Subsaharienne, melons du Sénégal, des Antilles, fraises du Sénégal, haricots verts du Kenya, asperges de l'Équateur, etc., etc.)*

*qui complètent des soutes d'avions passagers qui seraient vides au retour, et qui contribuent à une économie locale.*

*Parfois ces trafics sont beaucoup plus discutables comme quand il s'agit de surpêche ou de pêche d'espèces protégées (ailerons de requins en Afrique du Sud et Chine...).*

*Pour l'anecdote, avant 1992, les Japonais ne mangeaient pratiquement pas de saumon. La réserve halieutique de l'archipel s'épuisant, ils commencent à importer massivement du saumon norvégien, par avion à partir de 2000 seulement...*

*Le transport de fret aérien a été de toutes les aventures, High Tech japonais dès les années 1980, puis coréen, puis chinois à partir de 2000...*

*Textiles indonésiens philippins dans les années 70 déjà, puis indien, pakistanais, Sri Lankais Maurice, et enfin chinois (encore...), vietnamien, avec des marques mondiales reposant sur une logistique complexe dont le meilleur exemple est le groupe espagnol Inditex... mais aussi des marques comme GAP, H&M, Levis, qui produisent dans plus de 50 pays... Délirant...*

*Nous avons vu le secteur Pharma « décoller » à l'import vers 2000, c'est assez récent donc, mais en 2023, ces trafics sont omniprésents dans les avions (50% des médicaments européens sont importés de Chine, Inde et USA).*

*Heureusement, cela marche dans les deux sens et les entreprises européennes utilisent massivement le fret aérien (aéronautique, automobile, machines-outils, agroalimentaire, sans oublier le luxe qui s'est incroyablement développé ces 20 dernières années...*

*Visiter un magasin de fret aérien, c'est réaliser à quel point nous vivons dans une économie mondiale interdépendante, en flux tendu avec des stocks minimaux, avec un coût environnemental certain dont on s'est fort peu soucié jusque-là...*

*Une tendance qui s'est accélérée avec le e-commerce et le transport en masse de marchandises parfois bon marché et de piètre qualité pour alimenter la consommation débridée... d'acheteurs si impatients qu'ils voudraient être livrés immédiatement après avoir cliqué...*

## Nouveaux designs pour les ailes d'avions du futur bio inspiré

Par **Marianna Braza**, directrice de recherche CNRS à l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse, UMR 5502 CNRS-INPT-UT3

En visiophonie, le **mardi 5 décembre 2023 de 18h30 à 20h00**



mation de l'énergie électrique en chaleur et de reprendre leur forme d'origine lorsqu'ils sont refroidis. Cependant, ces systèmes n'ont pas été utilisés en échelles réelles ou en vol réel.

Depuis les années 2010, l'équipe pluridisciplinaire formée par des chercheurs de deux laboratoires toulousains, l'IMFT (Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse) et le LAPLACE (Laboratoire Plasma et Conversion d'Énergie) ont consacré leurs efforts à la mise en œuvre de concepts du morphing électroactif, inspirés par les systèmes des ossatures, plumes et plumettes de grands oiseaux prédateurs, qui sont capables d'accroître simultanément la portance, de réduire la traînée et le bruit aérodynamique, comme par exemple la chouette lorsqu'elle fond sur sa proie. Grâce à cette synergie pluridisciplinaire entre l'aérodynamique et les actionneurs électroactifs, nous avons développé la thématique du morphing électroactif bio-inspiré, capable d'agir à une multitude d'échelles de longueur et de temps, comme exigé par la nature du spectre turbulent, qui s'étend sur une plage large de nombres d'onde.

Nous avons ainsi associé les propriétés d'actionneurs comme ceux des AMF, capables de produire de grandes déformations à de basses fréquences (de l'ordre de 1Hz), à celles de piezoactuateurs spécifiques, capables de produire des vibrations de plus haute fréquence (de l'ordre de quelques centaines de Hz), à de faibles déformations. C'est comme le fonctionnement de l'aile de ces oiseaux qui réalisent de grandes cambrures à l'aide de leur ossature pendant les phases de décollage et d'atterrissage et en même temps qui actionnent optimalement leurs plumes et plumettes en fonction des pressions qu'ils captent par leur système nerveux et musculaire, pour accroître leur efficacité aérodynamique (rapport de portance/traînée) et réduire le bruit.

À l'aide du support de la Fondation STAE, « Sciences et Technologies pour l'aéro-

**D**epuis le premier vol de Clément Ader sur son Eole III en 1897, exposé au Muséum du Centre National des Arts et Métiers, jusqu'actuellement, les ailes d'avion ont évolué considérablement grâce aux avancées en matériaux et concepts aérodynamiques. Les premiers aéronefs, en faisant référence aussi à l'avion des frères Wright qui avaient réalisé en 1914 le premier vol durable, avaient des ailes souples. Progressivement, les ailes ont été construites avec des matériaux rigides, jusqu'à nos jours. Cependant, depuis les vingt dernières années, une partie des recherches en aéronautique s'est focalisée sur l'utilisation de matériaux permettant de créer des déformations de différentes parties de l'aile afin d'optimiser leur forme pour accroître les performances aérodynamiques [1]. La modification de forme et du comportement vibratoire des ailes est appelé « morphing », dont l'origine étymologique vient du mot grec « morphi », qui veut dire « forme » ou « figure ». Dans ce contexte s'inscrivent des recherches utilisant des Alliages à Mémoire de Forme (AMF) ou « Shape Memory Alloys » (SMA), sous forme de fils électroactifs qui ont la capacité de se contracter sous l'effet Joule de transfor-





## Nouveaux designs pour les ailes d'avions...

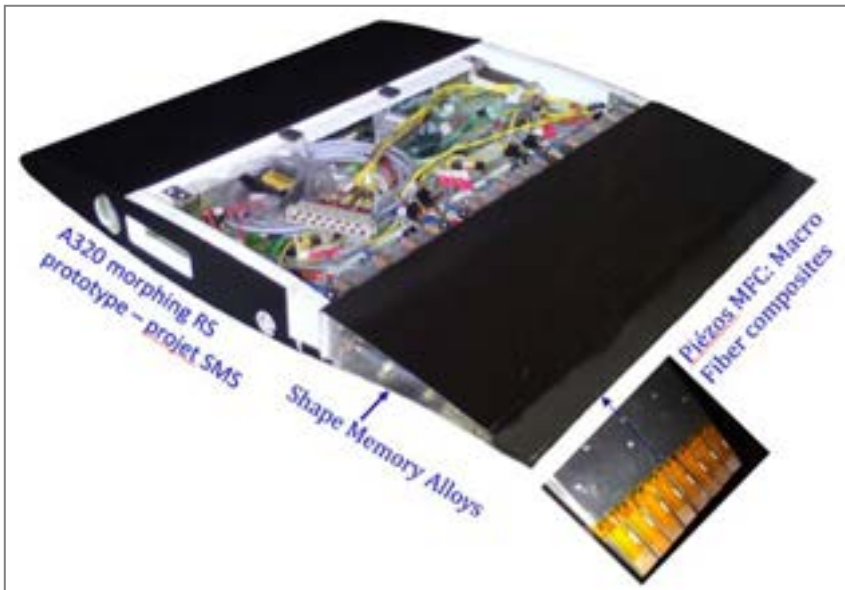


Fig.1 - Reduced Scale (RS) A320 morphing prototype du projet Européen SMS présentant le concept du morphing électroactif hybride.

nautique et l'Espace (<https://www.fondation-stae.net/>), au sein des projets du « Réseau Thématique de Recherche Avancée » - RTRA, EMMAV : « Electroactive Morphing for Micro-Air-Vehicles et DYNAMORPH (Dynamic Regime Electroactive Morphing), ainsi que du chantier RTRA-SMARTWING, la plateforme pluridisciplinaire [www.smartwing.org](http://www.smartwing.org) a été structurée en incluant les activités de cinq Instituts de recherche toulousains dans cette thématique avec la participation d'Airbus - Toulouse, Département « ETCT » - Emerging Technologies and Concepts Toulouse, (actuellement appelé « UpNext »), qui nous avait offert deux projets de recherche entre Airbus et les Laboratoires IMFT et LAPLACE dans les années 2014-2017, visant le morphing d'un volet hypersustentateur d'une aile Airbus A320 en échelle proche de 1, puis un troisième projet « MINOTHOR » - « Morphing in THOR », destiné à « morpher » les volets hypersustentateurs du large drone d'Airbus THOR pour des vols d'essais par Airbus-Hambourg en 2020.

Grâce au support de la Fondation STAE, puis d'AIRBUS, nous avons obtenu le projet Européen H2020 N° 723402 SMS - « Smart Morphing & Sensing for aeronautical configurations », [www.smartwing.org/SMS/EU](http://www.smartwing.org/SMS/EU) et <https://cordis.europa.eu/project/id/723402/fr>, coordonné par l'Institut National Polytechnique de Toulouse (INPT) - Laboratoire IMFT et incluant 9 partenaires européens et approuvé (« endorsed ») par AIRBUS-Toulouse. Nos activités au

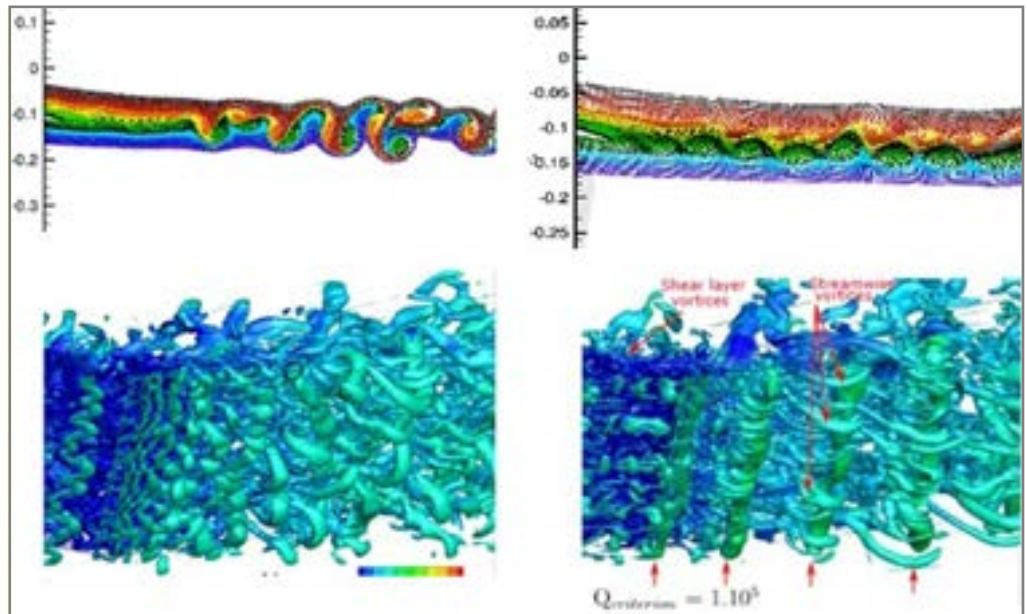
sein de ce projet ont permis d'étudier séparément les effets de cambrure obtenue par des AMF ou d'actionneurs électromécaniques sur les performances aérodynamiques, puis les effets de piézoactuateurs disposés dans la région du bord de fuite, (fig.1). Ces derniers, basés sur des matériaux piézo-céramiques, sont capables de générer des vibrations à des fréquences optimales (de quelques centaines de Hz) avec de faibles déformations, à l'aide de prototypes d'ailes d'avion de type A320 qui ont fait l'objet d'expériences détaillées en soufflerie de l'IMFT et auprès d'autres partenaires du projet. En parallèle, des simulations numériques de Haute - Fidélité (Hi-Fi) ont été effectuées, permettant de comprendre les mécanismes associés à l'amélioration des performances et à l'optimisation des paramètres du morphing (formes cambrées, fréquences et amplitudes). L'association simultanée et optimisée de cambrures de grande flèche à de basses fréquences et de vibrations par de faibles déformations à plus haute fréquence a fait l'objet d'un concept novateur du « morphing électroactif hybride », terme utilisé pour la première fois dans nos publications, [2,3].

Il convient de mentionner par ailleurs, que les actionnements électroactifs ont une réponse beaucoup plus rapide, quasiment instantanée, par rapport aux actionnements mécaniques, qui utilisent par exemple des vérins hydrauliques et sont beaucoup plus légers que ceux-ci.

Au sein du projet européen SMS, nous avons analysé les mécanismes conduisant à l'augmentation des performances aérodynamiques à l'aide de vibrations et de légères déformations de la région du bord de fuite du prototype d'aile d'avion A320 « RS »- « Reduced Scale » de ce projet européen, ayant une corde de 70cm, à l'aide d'expériences physiques (Hi-Fi) par « Time-Resolved PIV » en soufflerie subsonique S4 de l'IMFT et de simulations numériques Hi-Fi sur les supercalculateurs des centres de calcul nationaux, TGCC du CEA, CINES- Montpellier, CALMIP en Midi-Pyrénées et de deux attributions importantes d'heures de calcul auprès de la « Partnership for Advanced Computing in Europe », PRACE (projets FWING et BEAMW). Ces simulations ont évalué les intervalles optimaux

# Nouveaux designs pour les ailes d'avions...

Fig. 2 - En haut à gauche : cas statique (i.e. sans morphing) illustrant la formation des zones cisailées et des tourbillons de von Kármán (VK). En bas à gauche : idem, représentation 3D montrant les ondulations des rouleaux tourbillonnaires le long de l'envergure - instabilité secondaire. En haut à droite : Morphing à 300 Hz : renforcement des tourbillons de Kelvin-Helmholtz (KH) de la zone cisailée inférieure, réduction de la largeur et suppression de l'instabilité VK dans la région proche. En bas à droite : atténuation de l'instabilité secondaire et manipulation des tourbillons longitudinaux vers une structure plus ordonnée. RS prototype, incidence de 10°, nombre de Reynolds de 1 million, [6].



des fréquences (de l'ordre de 300 Hz) et amplitudes (de l'ordre de 1mm) des piézoactuateurs qui ont été implémentés par le Laboratoire LAPLACE (équipe du Prof. J.F. Rouchon), le long de l'envergure de l'aile. Les vibrations de cette région créent un ensemble de petits tourbillons qui interagissent avec ceux existant à cause des instabilités naturelles (i.e. sans morphing) le long des zones cisailées (tourbillons de Kelvin-Helmholtz) et plus en aval, tourbillons de von Kármán, résultant

de l'interaction des deux zones cisailées formées en aval du point de décollement à l'extrados et à partir de la pointe du bord de fuite en intrados (fig.2).

Ces tourbillons se convectent le long des zones cisailées et produisent des éclatements de tourbillons existants qui tournent en sens inverse (« vortex breakdown ») en produisant ainsi un effet « [4] » de « shear-sheltering », qui amincit les zones cisailées et la largeur du sillage proche. De ce fait, la traînée de forme diminue drastiquement, ainsi que la région de recirculation, située au-delà de 80% de la corde pour des incidences de l'ordre de 10° et de nombre de Reynolds de l'ordre de 1 million, correspondant à des conditions du décollage/atterrissage. Par ailleurs, ceux des tourbillons générés par la vibration qui tournent dans le même sens par rapport à des tourbillons existants, produisent des coalescences (« vortex pairings ») qui renforcent ces derniers et contribuent à une augmentation de la portance. La figure 2 présente un actionnement en fréquence optimale qui réduit la largeur de la zone cisailée inférieure tout en augmentant l'intensité de ces tourbillons qui tendent à « pousser les tourbillons de von Kármán plus loin dans le sillage, [5].

De ce fait, la modification de la turbulence qui entoure la région du bord de fuite et du sillage proche crée des effets de rétroaction, (« feedback ») qui modifient la distribution de la pression pariétale le long de la voilure, produisant ainsi des effets bénéfiques sur les performances aérodynamiques (figure 3a,b).

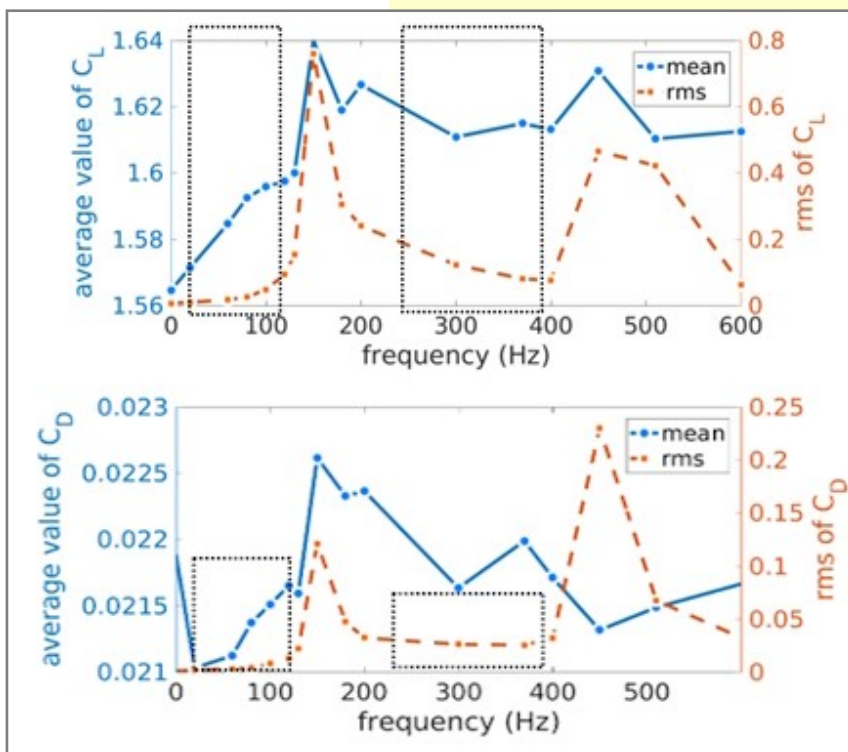


Fig. 3a - Variation des coefficients de portance et de traînée moyenne et de leurs valeurs rms. Les rectangles indiquent les régions optimales. Prototype d'aile A320 en morphing, « RS » - « Reduced Scale », corde de 70cm, envergure de 57 cm, incidence de 10°, nombre de Mach de 0.06, nombre de Reynolds de 1 million. Amplitude des vibrations de 1mm, [5].

# Nouveaux designs pour les ailes d'avions...

	Cl	Cd	Cl/Cd
Static	1.5646	0.0219	71.5
60 Hz	1.5894	0.0214	74.4 (4.1%)
300 Hz	1.6147	0.0217	74.5 (4.2%)

3b. Performances aérodynamiques.

3c. Densité Spectrale de Puissance (PSD), signal de pression pariétale en un point situé près du bord de fuite.

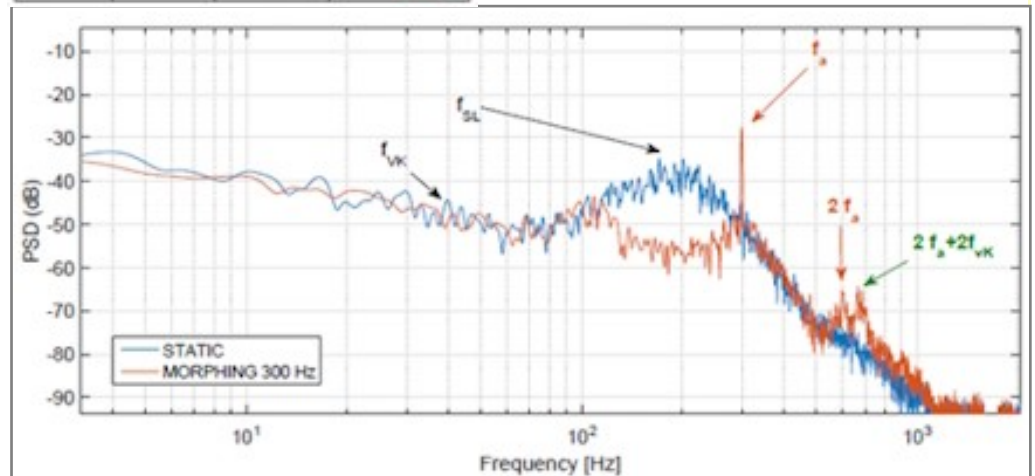


Fig. 3 - Performances aérodynamiques, prototype d'aile A320 en morphing, « RS » - « Reduced Scale », corde de 70cm, envergure de 57 cm, incidence de 10°, nombre de Mach de 0.06, nombre de Reynolds de 1 million. Amplitude des vibrations de 1mm, [5].

Cette figure présente l'augmentation des performances aérodynamiques dans les régions des paramètres du morphing optimales qui réduisent simultanément la rms des forces. Ces mêmes types du morphing, à cause des effets d'éclatement de tourbillons cohérents, amènent à une réduction drastique de l'énergie spectrale (fig. 3) et des « bumps » de fréquences d'émission de tourbillons cohérents, résultant ainsi à une réduction drastique des sources du bruit aérodynamique créé par le bord de fuite (fig. 3c).

L'effet du morphing hybride associant de grandes cambrures à des vibrations du bord de fuite, est capable d'augmenter davantage les performances, grâce à des formes optimales de l'aile cambrée à l'aide des AMF et de vibrations du bord de fuite, qui freinent l'augmentation de la traînée induite générée par l'augmentation de la cambrure. Ce résultat important du morphing a été obtenu pour la première fois au plan international par nos études au sein du projet SMS, [7], (PhD M. Carvalho, p.85), avec activation des AMF par 6 Ampères (30 Volts) et activation des piézos avec une fréquence de 200Hz.

Dans le cadre de ce projet, les résultats obtenus ont été prouvés capables d'être portés à des échelles proches de 1 concernant une aile d'avion de type A320 en morphing, à l'aide du prototype A320 « Large Scale », - « LS » du projet eu-

ropéen SMS en configuration « high-lift », comportant une partie fixe amont de 1.40 m de corde et un volet hypersustentateur de 1m de corde, qui se déploie de la même manière qu'en configuration réelle en décollage ou atterrissage, formant le bien connu espacement (« gap ») entre les deux parties. Ce volet, construit en synergie IMFT-LAPLACE par l'atelier de l'IMFT (fig. 4), est « morphé » en cambrure et en vibrations par les mécanismes décrits précédemment. La configuration du prototype LS en « clean » est d'une corde globale de 2.40 m et d'une envergure de 2 m. Par rapport à l'aile réelle du A320, ces dimensions correspondent à peu près à celles d'une section située au milieu de celle-ci. Des mesures en situation « take-off » et « landing », conduisant à une corde globale de l'ordre de 2.70m ont été effectués en soufflerie S1 (de type Eiffel) de l'IMFT avec 2m d'envergure et en soufflerie GVPM de Politecnico Milano, partenaire du projet SMS, avec 4m d'envergure respectivement.

Les expériences physiques sur le prototype LS ont été menées en forte synergie avec des simulations numériques et sont publiées dans l'ouvrage de synthèse du projet européen SMS, [8]. Les performances des actionnements optimaux ont été étudiées numériquement pour la configuration autour d'un avion complet A320 avec les volets hypersustentateurs en morphing par cambrures et aussi par



# Nouveaux designs pour les ailes d'avions...

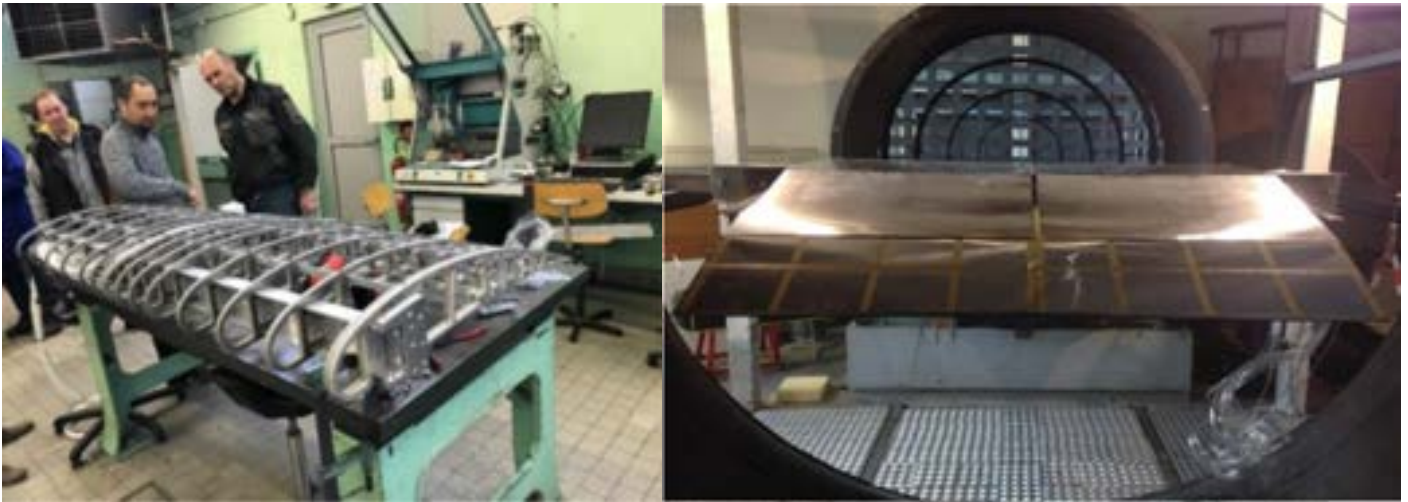


Fig. 4 - Volet hypersustentateur du prototype « LS » - « Large Scale », du projet Européen SMS dans l'atelier de l'IMFT. À droite, le prototype « high-lift » à deux éléments en soufflerie S1 de l'IMFT.

le morphing hybride. Il a été mis en évidence que la cambrure avec une forme optimale produit un gain en efficacité aérodynamique de 2.24% et que le morphing hybride produit une réduction conséquente du coefficient de traînée de

l'ordre de 1%, calculé cette fois-ci par rapport à la surface totale de l'avion, indiquant ainsi une diminution conséquente de la force de traînée en situation réelle, [9].

Les concepts du morphing par vibration et légères déformations du bord de fuite ont été prouvés très efficaces non seulement pour les phases de vol du bas subsonique mais en régime transsonique, en utilisant le prototype « tRS » - « transonic Reduced Scale » du projet SMS, ayant une corde de 15 cm, dont les expériences physiques ont été effectuées en soufflerie transsonique de l'Institut IMP-PAN (Institute of Fluid-Flow Machinery), partenaire du projet SMS à Gdansk, au nombre de Mach de 0.78 et incidences de 1.8° et de 2.4° et des simulations numériques par l'IMFT incluant en plus un prototype transsonique de corde de 70 cm.

Il a été prouvé que l'instationnarité des zones cisillées et du sillage proche sont en forte interaction (par feedback) avec la région de l'interaction-choc-couche limite (SBLI - « Shock-Boundary Layer Interaction ») et que cette instationnarité aval affecte même la région de la couche limite bien en amont du SBLI [10] avec une influence drastique sur les conditions qui sont à l'origine du tremblement en régime transsonique (« transonic buffet »). Il a été prouvé qu'en « repoussant » l'instabilité de von Kármán bien plus en aval dans le sillage, l'instabilité du tremblement ne peut se former. Les présents concepts du

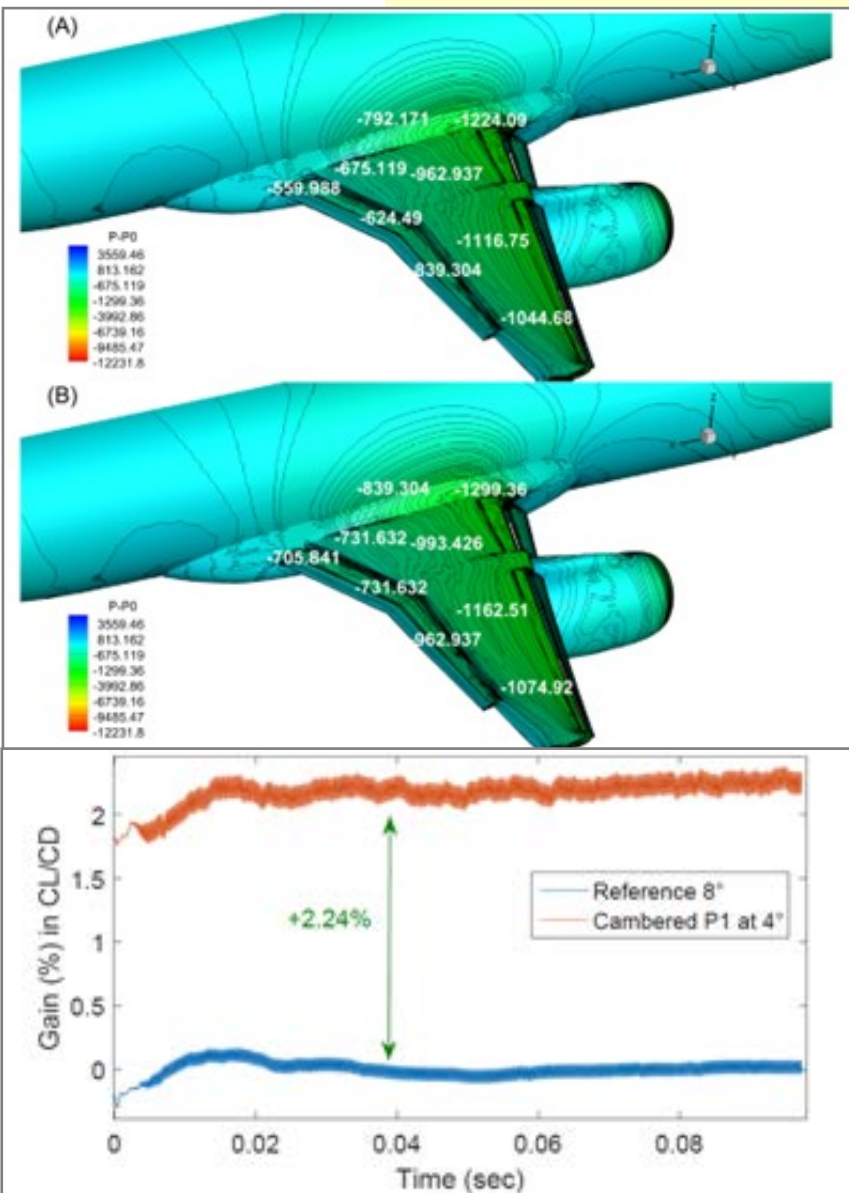


Fig. 5 - Simulations numériques Hi-Fi autour de la configuration complète du A320 avec morphing du volet hypersustentateur.

# Nouveaux designs pour les ailes d'avions...

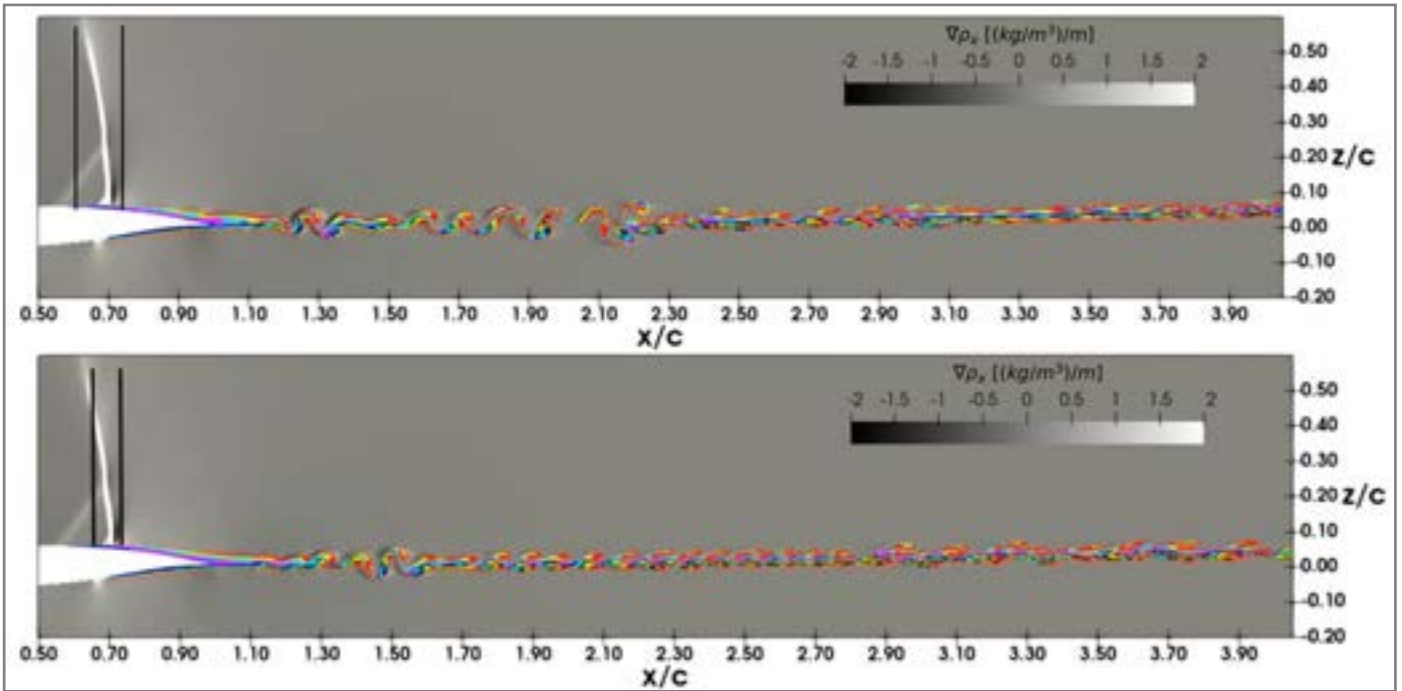
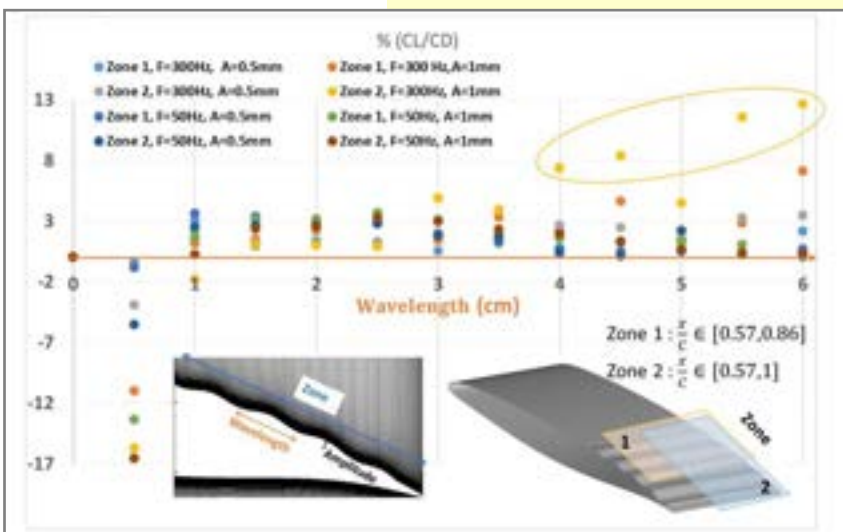


Fig. 6 - Atténuation de l'instabilité du tremblement en régime transsonique à l'aide du morphing par ondes progressives, au nombre de Mach de 0.78, incidence de 1.8° et nombre de Reynolds de 4,5 millions [11].

morphing ont été utilisés en ce sens afin de diminuer l'impact de l'instationnarité et des structures tourbillonnaires du sillage proche, créant ainsi une réduction de la largeur du sillage, atténuant considérablement, voire supprimant l'instabilité du tremblement et conduisant à une réduction drastique du coefficient de traînée, de l'ordre de 9%, [10]. Cet effet est très appréciable en phase de vol de croisière, qui est la phase de vol la plus longue, permettant ainsi la réduction de carburant et des émissions.

Un nouveau concept du morphing est étudié au sein du projet ANR EMBIA, <https://anr.fr/Project-ANR-21-CE05-0006> et du projet européen HORIZON-2023-PATHFINDER-Open-Project N° 101129952 -BEALIVE-"Bioinspired Electroactive multiscala Aeronautical Live skin" coordonné

Fig. 7 - Efficacité aérodynamique en fonction de la longueur d'onde progressive le long de la voilure pour un ensemble de paramètres.



par l'IMFT et incluant 8 partenaires Européens avec le support (« endossement ») d'AIRBUS-Toulouse et de Rolls Royce - Allemagne (RRD). Le nouveau concept du morphing est inspiré du système des écailles de poissons et de plumettes de grands oiseaux prédateurs rendues électroactives, à plusieurs degrés de liberté. Ce concept est capable de matérialiser une « peau vivante » (« live-skin ») dont les effets du morphing de type « Traveling Waves » (TW) ont été étudiés en régime transsonique sur l'aile A320 de corde de 70cm à l'aide d'une large étude paramétrique de fréquences de vibration, d'amplitudes, de longueurs d'ondes et de localisation de la zone active. Ces études, effectuées par simulation Hi-Fi, ont prouvé une réduction de traînée de l'ordre de 6% en régime transsonique et une augmentation de l'efficacité aérodynamique de 2.2%, (fig. 6), [11].

Ce même concept, étudié sur le prototype RS en régime bas - subsonique avec une nouvelle recherche de paramètres optimaux, a conduit à une augmentation de l'efficacité aérodynamique de l'ordre de 13% (fig. 7). Ce nouveau concept du morphing prometteur fait l'objet d'expériences physiques en synergie avec les simulations et des approches de l'IA sont en cours pour optimiser le fonctionnement de cette « peau électro active » dotée d'un grand nombre de degrés de liberté.



# Nouveaux designs pour les ailes d'avions...



**Conclusion et perspectives** - L'ensemble de nos études ont prouvé l'efficacité de ces concepts du morphing pour accroître les performances aérodynamiques et pour réduire simultanément les sources de bruit dans toutes les phases de vol et en incluant des échelles proches de la réalité. Les gains en performances sont résumés dans les conclusions du livre issu du projet SMS, publié par Springer, [6].

Il convient de mentionner que ces concepts du morphing ont été prouvés efficaces en utilisant de faibles amplitudes (de l'ordre de quelques mm). L'utilisation de plus grandes amplitudes a été prouvée néfaste car elle accentue la naissance et l'intensité de tourbillons générés dans la région du bord de fuite avec comme conséquence l'augmentation de la traînée, [5]. De ces faites, ces concepts du morphing sont économes en énergie. À titre indicatif, pour réaliser le morphing hybride par association des AMF et de piézos, un ordre de grandeur de 50 W par mètre linéaire est suffisant. Les concepts étudiés ont été implémentés dans un système de « feedback controller » par l'ONERA - Toulouse, [12] qui applique à chaque instant les vibrations et amplitudes optimales sur le système des actionneurs à l'aide d'un système de capteurs de pression, indiquant ainsi la possibilité d'application de ce morphing en vol réel dans les années à venir.

L'augmentation de l'efficacité aérodynamique conduit à un système d'ailes plus « léger » à cause de l'augmentation de portance et nécessitant moins d'énergie propulsive grâce à la réduction de traînée. De ce fait, les réacteurs conventionnels (utilisant des carburants actuels ou améliorés), ou hybrides (propulsion électrique/H<sub>2</sub> ou H<sub>2</sub>) ont besoin de moins d'énergie propulsive avec des effets bénéfiques concernant la réduction des émissions dans le cas de l'utilisation de carburants, en accord avec les objectifs fixés par le « Flightpath 2050 : Europe's Vision for Aviation », <https://data.europa.eu/doi/10.2777/15458>.

Cette réduction d'énergie contribuera aussi aux designs de future génération à « zéro-émission », car elle réduit la quantité de H<sub>2</sub> nécessaire à être stockée dans des réservoirs spécifiques. De ce fait, une réduction de volume et de poids est envisageable pour ces nouveaux designs.

Pour ces mêmes raisons, les réacteurs actuels ou futurs fonctionnent à un régime plus optimal grâce à l'amélioration des performances, produisant moins de bruit notamment en phase d'atterrissage et réduisant ainsi la pollution sonore au voisinage des zones urbaines. Tous ces effets contribuent à un bénéfice environnemental et sociétal considérable.

Résumé par Dr Marianna Braza,  
Février 2024.

## RÉFÉRENCES :

- [1] S. Barbarino, O. Bilgen, R. M. Ajaj, M. I. Friswell and D. J. Inman. « A review of morphing aircraft ». *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 22 (9):823–877, 2011. <https://doi.org/10.1177/1045389X11414084>
- [2] J. Scheller, M. Chinaud, J.F. Rouchon, E. Duhayon, S. Cazin, M. Marchal, M. Braza “Trailing-edge dynamics of a morphing NACA0012 aileron at high Reynolds number by time-resolved PIV”, *J. Fluids & Structures*, 55, pp. 42–51, (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfluidstructs.2014.12.012>.
- [3] J. Scheller « Electroactive morphing for the aerodynamic performance improvement of next generation airvehicles », PhD Thesis INPT, <https://www.theses.fr/189548525>
- [4] G. Jodin, V. Motta, J. Scheller, E. Duhayon, C. Döll, J.F. Rouchon, M. Braza, (2017) « Dynamics of a hybrid morphing wing with active open loop vibrating trailing edge by time-resolved PIV and force measures », *Journal of Fluids and Structures*, 74, pp. 263-290, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01638290>.
- [5] N. Simiriotis, G. Jodin, A. Marouf, P. Elyakime, Y. Hoarau, J.C. Hunt, J.F. Rouchon, M. Braza, “Morphing of a supercritical wing by means of trailing edge deformation and vibration at high Reynolds numbers: experimental and numerical investigation”, *J. Fluids & Structures*, 91, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jfluidstructs.2019.06.016>.
- [6] Marouf, A., Hoarau, Y., Rouchon, J-F., & Braza, M. (2023) Three-dimensional simulation effects of trailing-edge actuation on a morphing A320 wing by means of hybrid turbulence modelling. *International Journal of Numerical Methods for Heat & Fluid Flow*, 33 No. 4,



# Nouveaux designs pour les ailes d'avions...

pp. 1436-1457, <https://doi.org/10.1108/HFF-09-2022-0559> et <https://hal.science/hal-03993494>

[7] M. Carvalho, « Morphing study by integrated electroactive actuator-sensors for the optimization of aerodynamic performance », PhD thesis INPT, co-directeurs J.F. Rouchon (LAPLACE) and M. Braza (IMFT), 1 July 2021, <http://www.theses.fr/s199962>.

[8] Braza, M., F. Auteri, P. Flaszynski, J.F. Rouchon, and G. Tzabiras. 2023. "Smart Morphing and Sensing for aeronautical configurations - Prototypes, experimental and numerical findings from the H2020 N°723402 SMS EU Project". Vol. 153, Notes on Numerical Fluid Mechanics and Multidisciplinary Design, Springer,

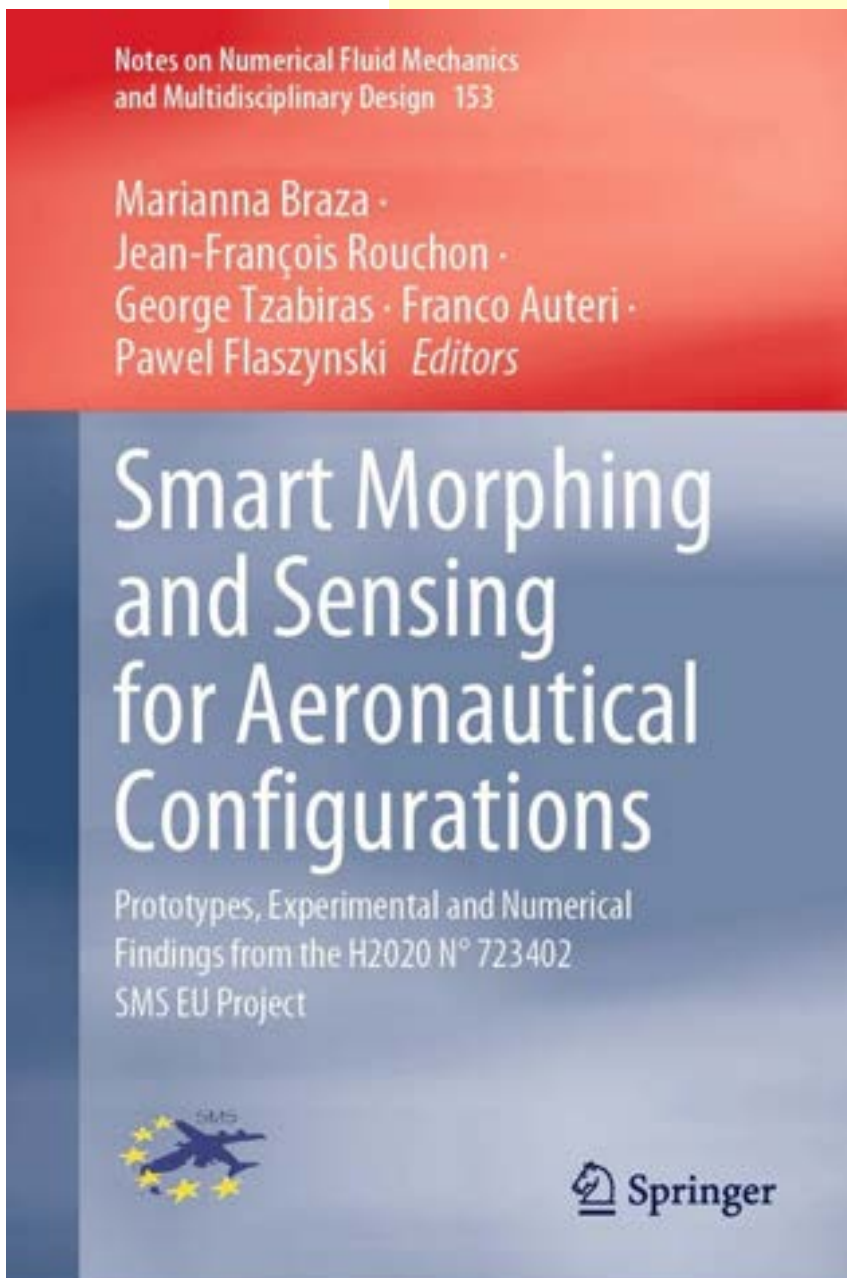
<https://doi.org/10.1007/978-3-031-22580-2>

[9] A. Marouf, J.B. Vos, A. Gehri, Y. Hoarau, M. Braza, «Aerodynamic performance by Hi-Fi simulations around the full A320 aircraft», in Vol. 153, Notes on Numerical Fluid Mechanics and Multidisciplinary Design, Springer, <https://doi.org/10.1007/978-3-031-22580-2>, pp.137-140.

[10] J.B. Tô, N. Simiriotis, A. Marouf, D. Szubert, I. Asproulis, D.M. Zilli, Y. Hoarau, J.C.R. Hunt, M. Braza « Effects of vibrating and deformed trailing edge of a morphing supercritical airfoil in transonic regime by numerical simulation at high Reynolds number », Journal of Fluids & Structures, 2019, 91, <https://doi.org/10.1016/j.jfluidstructs.2019.02.011>

[11] J. Abou-Khalil, C. Jimenez-Navarro, R. El Jaïd, A. Marouf, R. El Akoury, Y. Hoarau, J.F. Rouchon and M. Braza, "Aerodynamic performance increase over an A320 morphing wing in transonic regime by numerical simulation at high Reynolds number", International Journal of Numerical Methods in Heat & Fluid Flow, sous presse, mars 2024.

[12] C. Raibaud, C. Döll, P. Mouyon, "Feedback control of the morphing wing", Vol. 153, Notes on Numerical Fluid Mechanics and Multidisciplinary Design, Springer, <https://doi.org/10.1007/978-3-031-22580-2>, pp.40-47.



### Journées des Artistes sur l'aérodrome de Chavenay



L'Aéro-club Septième Ciel organisait le samedi 25 mai 2024 une nouvelle Journée des Artistes ; une Journée préparée avec l'aide et le soutien du Groupe ADP (Aéroport de Paris) et soutenue financièrement par l'Association des Usagers De l'Aérodrome de Chavenay et de son Environnement (AUDACE).

Cette journée a regroupé 28 artistes, des peintres principalement dont **Lucio Perinotto**, peintre invité officiel de l'Air et de l'Espace, mais également des sculpteurs et des photographes réunis dans un espace de plus de 1000 m<sup>2</sup>. Des auteurs aéronautiques ont pu dédicacer leurs ouvrages, l'association « Horizons Artificiels » a pu proposer des démonstrations de simulateurs de vol et l'Association Aéronautique et Astronautique de France (3AF) était présente pour informer sur les métiers de l'aéronautique et du spatial.

Plus de 450 visiteurs, riverains, élus locaux et usagers sont venus admirer les œuvres des peintres, photographes, sculpteurs et céramistes, qui trouvent en ce lieu atypique une occasion exceptionnelle et conviviale de faire connaître leurs œuvres.

Le Comité Régional Aéronautique d'Ile-de-France (CRAIF) et la FFA soutiennent et encouragent tous les aéroclubs à organiser ce type de manifestation qui, au-delà de l'aspect culturel, créée en lien avec les élus, favorise l'intégration des aérodromes dans leur environnement.

Juin 2024, P. Gilliéron

**Note :** un catalogue des artistes est disponible sur demande à l'adresse email [3af.idf@orange.fr](mailto:3af.idf@orange.fr).



Le hangar de l'aéro-club "Septième Ciel", une surface de 1000 m<sup>2</sup> proposée chaque année aux artistes de la région.





Ce colloque, organisé par le groupe Ile-de-France de la 3AF (Association Aéronautique et Astronautique de France) en liaison avec l'Université Paris Nanterre et le musée de l'Air et de l'Espace du Bourget, s'est tenu le 18 janvier dernier et a réuni plus de 110 participants, étudiants, professeurs, ingénieurs, et chercheurs.

Après les interventions d'**Anne-Catherine ROBERT-HAUGLUSTAIN**, directrice du Musée de l'Air et de l'Espace ; de **Bruno SERIO**, directeur des études du Cours Master Ingénierie Aéronautique Transports et Énergétique, Université Paris Nanterre (CMI-ATE) puis de **Louis LE PORTZ**, président de l'Association Aéronautique et Astronautique de France (3AF), se sont succédés 16 exposés répartis sur les 5 sessions suivantes :

- Session 1- Futur du transport.
- Session 2- Avant-projets rigoureux et pluridisciplinarité.
- Session 3- Démonstrations critiques, développements rapides et efficaces, intégration des équipements.
- Session 4- La formation des acteurs : clef de l'innovation et de la ré industrialisation.
- Session 5- Expériences de grands projets.
- Table ronde animée par Michel POLACCO, journaliste.

**Résumé du colloque** - Le contexte actuel évolue fortement pour la concrétisation de nos transports de demain, qu'ils soient terrestres, navals ou aériens. Ces nouveaux transports doivent répondre aux attentes sociétales sur les plans sécurité et environnement en apportant une très forte réduction de la production de CO<sub>2</sub>. Les exigences économiques et formations correspondantes doivent maintenant être très intimement associées aux avancées écologiques.

L'optimisation du bilan environnemental multicritère sur le cycle de vie complet des véhicules et de leurs composants sera une clef importante de notre réussite comme la recherche de la meilleure efficacité énergétique.

Toutes ces ambitions, fort motivantes pour les jeunes et leur avenir, imposent de multiples progrès dans les outils comme dans les méthodes de travail : de la conception à la maintenance, en passant par la production. Deux points ont été particulièrement traités : la gestion des avant-projets et la recherche de la simplification.

Industriels, formateurs, étudiants, services officiels, ... ont été au cœur des échanges au Musée de l'Air et de l'Espace du Bourget ce 18 janvier 2024.



# PUBLICATIONS

Une rubrique alimentée par les membres pour partager des lectures



**Une histoire de l'aéronautique et du spatial. Les acteurs, les faits, les innovations.** Broché – Grand livre de Jean-Christophe Kraemer et de Régis Le Maitre, 2022. Éditeur Cépaduès.

*Entre la simple chronologie et la véritable encyclopédie, la place était toute trouvée pour cette présentation synthétique réunissant les évènements majeurs, les anecdotes connues ou moins connues, les pilotes, les inventeurs, les constructeurs, les scientifiques, les théories et les inventions qui ont initié et construit l'aéronautique et le spatial que l'on connaît aujourd'hui.*

318 pages

ISBN: 978.2.36493.953.0

**L'espace et le NewSpace au service du climat** : une opportunité pour relever les défis du changement climatique par **Meftah Mustapha**. Impression à la demande, 15 mars 2023.

*Cet ouvrage montre que l'espace et les satellites sont des outils indispensables dans la bataille pour le climat. Il retrace les origines de la conquête spatiale, la course aux étoiles, l'émergence du NewSpace et la révolution « CubeSat ». Autant de sujets qui représentent une source d'inspiration pour imaginer l'espace au chevet de la Terre.*

218 pages

ISBN: 978.2.32211.953.0



Un ouvrage aéronautique ou spatial à caractère technique ou scientifique qui vous a plu ? N'hésitez pas à le faire connaître via cette rubrique en transmettant un message email à l'adresse [3af.idf@orange.fr](mailto:3af.idf@orange.fr)

## CONFÉRENCES, VISITES & MATINALES ILE-DE-FRANCE

### Invitations à participer à/au :

- L'exploration et la colonisation de Mars, conférence Mars Society, 15/01/2024.
- La planète Mercure, conférence proposée par l'Institut Français d'Histoire de l'Espace, 18/04/2024.
- Centrales Solaires orbitales, conférence Association des docteurs et doctorants de l'ONERA, 03/06/2024.
- Paris Air Forum, 13/06/2024.

### Jeudi 18 Janvier

#### LES TRANSPORTS DE DEMAIN : QUELS INGÉNIEURS POUR DE NOUVELLES AMBITIONS ?

Colloque organisé en partenariat entre l'Association Aéronautique et Astronautique de France, le Musée de l'air et de l'espace du Bourget et le CMI-ATE de l'Université Paris Nanterre.

### Mercredi 28 Février

#### GROUPE ÎLE-DE-FRANCE - Des pistes pour les moyens de transport du futur

par Michel Kieffer, enseignant-chercheur associé chargé de la spécialisation Aéronautique Transports et Énergétique, Université Paris Nanterre. **Une conférence** pour évoquer des solutions de réduction de consommation peu coûteuses, efficaces et applicables.

### Mercredi 20 Mars

#### GROUPE ÎLE-DE-FRANCE – L'Institut Aérotechnique de Saint-Cyr-L'École

par Clodoald Robert, directeur de l'Institut AéroTechnique et membre de la commission technique Aérodynamique. **Une conférence** pour présenter les moyens et les activités passées et présentes au service de la recherche, de l'industrie et des sports.

### Mercredi 3 Avril

#### GROUPE ÎLE-DE-FRANCE - L'intégration des drones civils dans l'espace aérien

par Antoine MARTIN, chargé de missions à la direction de la sécurité de la DGAC. Une conférence pour faire le point sur la réglementation, les bonnes pratiques et les enjeux.

### Mercredi 24 Avril

#### GROUPE ÎLE-DE-FRANCE et la commission « Aviation Légère et Machines Dérivées » - Visite de l'Association « Ailes Anciennes » du Bourget « Dugny ».

### Mercredi 29 Mai

#### GROUPE ÎLE-DE-FRANCE Les MATINALES du Groupe Ile-de-France en lien avec la Commission 3AF SIGMA2 - Les Phénomènes Aérospatiaux Non identifiés (PAN) .

### Jeudi 13 Juin

#### GROUPE ÎLE-DE-FRANCE et le COMITÉ RÉGIONAL AÉRONAUTIQUE D'ILE-DE-FRANCE - Les simulateurs de vol

par Nathalie Gilliers, ingénieure à la Direction Générale de l'Aviation Civile en charge de l'activité "Simulateurs" et membre du Comité Directeur du CRA Ile-de-France. **Une conférence** pour présenter l'intérêt des simulateurs, des solutions pour ac-

croître l'attractivité des aéro-clubs et permettre à leurs membres de maintenir et de développer leurs compétences à moindre coût.

### Mercredi 19 Juin

#### GROUPE ÎLE-DE-FRANCE et la commission « Aérodynamique » - Visite des souffleries ONERA de Meudon.

### Vendredi 21 Juin

#### GROUPE ÎLE-DE-FRANCE Assemblée Générale du Groupe 3AF Ile-de-France - En visiophonie.





# AGENDA

## CALENDRIER DES CONFÉRENCES 3AF Île-de-France\*

- **JEUDI 19 SEPTEMBRE 2024 de 18h30 à 20h**, « **DISPARITION DU MH370** » par **Patrick Blelly**, commandant de bord sur long courrier, et **Jean-Luc Marchand**, ingénieur, ancien de l'ESA et d'EUROCONTROL.
- **MERCREDI 13 NOVEMBRE 2024 de 18h30 à 20h**, « **APPONTAGE D'HÉLICOPTÈRE : DES SIMULATIONS POUR L'AIDE AU PILOTAGE** » par **Laurent Binet**, chef de l'unité de recherche « Dynamique du vol et systèmes à voilures tournantes ».
- **MERCREDI 4 DÉCEMBRE 2024 de 18h30 à 20h**, « **LE RAFALE MARINE ET LE CHARLES DE GAULLE** » par **Philippe Perrier**, ancien responsable technique du programme Rafale chez Dassault-Aviation.

\* En partenariat avec le Groupement des Ingénieurs et Cadres Supérieurs de l'Aviation Civile (GIACRE).

## Avec le Comité Régional Aéronautique d'Île-de-France#

- **MERCREDI 11 DÉCEMBRE 2024 DE 18h30 à 20h**, « **FLYING NEURON - LE SYSTÈME ANTI COLLISION ÉVOLUTIF ET COMPLET** » par **Jean-Louis ABOU**, VP chargé de la réglementation à la fédération RSA.

# Comité régional rattaché à la Fédération Française Aéronautique (FFA).

### Venez enrichir et partager vos compétences

Au sein de nos Commissions Techniques et de nos Groupes régionaux

Avec nos colloques et conférences au meilleur niveau mondial

Avec nos publications régulières : études thématiques, Lettre 3AF, Gazettes régionales

### 3AF, Association Aéronautique et Astronautique de France

Plus de 70 ans de passion

L'association française de référence internationale

### Venez vivre votre passion avec nous

Rejoignez plus de 1500 membres et 60 sociétés ou institutions aérospatiales

Partagez et échangez avec des passionnés d'aéronautique et d'espace

Vous êtes étudiant ? 3AF vous introduit dans le milieu aéronautique et spatial