



Association Aéronautique
et Astronautique de France

LETTRE 3AF

Le bulletin de la société savante
de l'Aéronautique et de l'Espace



copyright : Thomas Laisné / Safran



INTERVIEW DE PHILIPPE PETITCOLIN DIRECTEUR GÉNÉRAL DU GROUPE SAFRAN



LES SOUFFLERIES À GRANDE
VITESSE DU CNRS À ORLÉANS



ÉVOLUTION DU CONTEXTE
STRATÉGIQUE DES DÉFENSES
ANTIMISSILES



L'UNIVERSITÉ SAFRAN À MASSY

3 **ÉDITORIAL**

4 **MESSAGE DU PRÉSIDENT**

5 **INTERVIEW DE PERSONNALITÉ**

PHILIPPE PETITCOLIN, DIRECTEUR GÉNÉRAL DU GROUPE SAFRAN
Par Jean-Pierre Sanfourche, Chargé de Mission 3AF

9 **HOMMAGE À SERGE DASSAULT**

10 **DÉFENSE ET SECURITÉ**

ÉVOLUTION DU CONTEXTE STRATÉGIQUE DES DÉFENSES ANTIMISSILES ET
DES DOCTRINES : GAME CHANGER - RENFORCEMENT DES DISSUASIONS ET DE
L'IAMD

Par Luc Dini, membre Senior 3AF, co-chairman de la conférence IAMD de la 3AF

SCIENCES ET TECHNIQUES AÉRONAUTIQUES

18 **LES SOUFFLERIES À GRANDE VITESSE DE LA PLATEFORME FAST**

Par Viviana Lago et Romain Jousot, CNRS Orléans

23 **ANIMA - UN PROJET NOVATEUR SUR L'IMPACT DU BRUIT AÉRONAUTIQUE**

Par Laurent Leylekian, ONERA

ESPACE

27 **LE PROJET FEDERATION DU CNES**

*Par Damien Hartmann, président d'Open Space Makers, Bruno Chanetz, président
d'Alumni-ONERA*

FORMATION ET CARRIÈRES

29 **SAFRAN UNIVERSITY**

Par Valérie Guénon, directrice de Safran University

VIE DE LA 3AF

30 **INTERVIEW DE CHRISTIAN MARI, PRÉSIDENT DU HAUT CONSEIL SCIENTIFIQUE
DE LA 3AF**

Par Bruno Chanetz, Rédacteur en Chef

32 **NOTE DE LECTURE**

L'HEROÏSME À L'ÈRE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE - LES AS ONT 100 ANS
- COLLOQUE DE L'ARMÉE DE L'AIR, 18/12/2017

Par Jean-Pierre Sanfourche, Chargé de Mission 3AF

33 **ACTUALITÉ**

L'ONERA, ISAE-SUPAERO ET L'ENAC CRÉENT UNE FÉDÉRATION POUR LA
RECHERCHE AÉRONAUTIQUE

34 **IN MEMORIAM**

JEAN-CLAUDE LAPEYRE

Par Claude Motel, secrétaire du Groupe Aquitaine, et Bruno Chanetz, Rédacteur en Chef

35 **PARTI DES PROCHAINS ÉVÉNEMENTS 3AF**

ÉDITEUR

Association Aéronautique
et Astronautique de France
6, rue Galilée, 75116 Paris
Tél. : 01 56 64 12 30
secr.exec@aaaf.asso.fr

DIRECTEUR DE LA
PUBLICATION
Michel Scheller

RÉDACTEUR EN CHEF
Bruno Chanetz

COMITÉ DE RÉDACTION
Pierre Bescond
Jean Détery
Pierre Froment
Jean-Yves Guédou
Paul Kuentzmann
Jean-Pierre Sanfourche
Jean Tensi
Anne Venables
Bernard Vivier

CONCEPTION GRAPHIQUE
ICI LA LUNE
www.icilalune.com

Imprimé par l'ONERA

Droit de reproduction, textes
et illustrations réservés pour
tous pays.



ÉDITORIAL

Cette Lettre s'ouvre par une interview de Philippe Petitcolin, directeur général de Safran, l'un des grands groupes les plus innovants de France, avec 850 dépôts de brevet en 2017. Il y a tout juste un an, à travers un article consacré à " l'usine du futur au groupe Safran * "; la Lettre 3AF avait déjà donné un aperçu de cette capacité d'innovation. Parmi les autres sujets abordés dans la présente interview : la nouvelle génération de turboréacteurs LEAP et l'université Safran, placée elle aussi sous le signe de l'innovation parce qu' " innover suppose d'être formé en permanence " déclare Philippe Petitcolin.

" Safran University " est le creuset où se fondent toutes les connaissances du groupe. Cette université interne est décrite par sa directrice Valérie Guénon. Les questions de transmission du savoir étant au cœur des préoccupations des industriels, Philippe Boulan, ancien directeur de l'université Safran, vient de créer, au sein de la 3AF, une Commission technique " Compétences et formation ** ".

C'est encore d'innovation, et plus encore d'innovation ouverte, dont il est question avec Damien Hartmann, président d' " Open Space Makers ", une association visant à fédérer les initiatives privées pour l'espace, voulue par le CNES dans le cadre du projet FEDERATION, dont la 3AF accompagne le développement depuis un an ***.

Autant que l'innovation, et au-delà même si l'on en juge par le grand nombre de conférences et de publications relevant actuellement de cette thématique, l'Intelligence Artificielle est un sujet qui suscite l'intérêt de notre communauté. L'Armée de l'air s'était saisie de la question sous un angle original : " l'héroïsme à l'ère de l'intelligence artificielle " en organisant un colloque à l'Ecole militaire le 18 décembre 2017. Les actes viennent de paraître et Jean-Pierre Sanfourche, qui a participé à cette journée pour la 3AF, nous livre ses conclusions.

Dans un article " Défense et sécurité " Luc Dini (Thales), évoque " l'évolution du contexte stratégique des défenses antimissiles et des doctrines "; grâce à des extraits de son intervention à la Sorbonne. Cet article complète le bilan du congrès 3AF de Stockholm en 2017, publié dans la dernière Lettre 3AF **.

La partie technique de cette Lettre traite des souffleries à grandes vitesses du laboratoire ICARE d'Orléans et du projet européen ANIMA sur l'impact du bruit aéronautique. Ce projet rassemble 22 partenaires sous l'égide de l'ONERA.

Dans la " Vie de la 3AF "; on trouvera une interview de Christian Mari qui a effectué la totalité de son parcours professionnel chez Safran. Il est maintenant Président du Haut Conseil Scientifique (HCS) de la 3AF. Christian Mari a, entre autres, la mission de constituer tous les deux ans le jury, qui désigne les lauréats des prix 3AF. La prochaine cérémonie d'attribution des prix se déroulera à l'automne prochain.

Événement exceptionnel : un legs dont notre association est bénéficiaire, nous permet de revenir sur les activités du Groupe Aquitaine afin de rendre hommage à l'un de nos adhérents, Jean-Claude Lapeyre, pour qui la passion de l'aérospatiale n'était pas un vain mot. ■

Bruno Chanetz
Rédacteur en Chef

B. Chanetz

AEGATS '18
Advanced Aircraft Efficiency in a Global Air Transport System
www.aegats2018.com

CALL FOR PAPERS

TOULOUSE 23-25 OCT 2018

3AF
CEAS

* Lettre 3AF n° 25 – mai/juin 2017 – interview de François de La Fontaine

** Lettre 3AF n° 30 – mars/avril 2018 – pp 43-44 (Ph. Boulan) et pp 10-16 (L. Dini)

*** Lettre 3AF n° 28 – juillet/août 2017 – n° spécial CNES FÉDÉRATION

LE MESSAGE DU PRÉSIDENT



Bonjour à tous,

Je dois vous avouer, j'apprécie beaucoup cette Lettre que je trouve très intéressante à bien des égards. J'espère que ce sera très largement partagé, et je tiens à remercier tous ceux qui nous enrichissent par leurs présentations, et les principaux acteurs que sont Bruno Chanetz, notre Rédacteur en Chef, et Jean-Pierre Sanfourche, le fidèle des fidèles.

Un ingénieur, c'est par " définition " quelqu'un qui innove (qui se doit d'innover !). Il s'agit là bien sûr d'un lieu commun, et l'on pourrait s'interroger sur les raisons qui présentent " l'Innovation " comme un axe de progrès (elle l'a toujours été !), et qui mettent en avant les efforts que nous devons accentuer en ce domaine. Je crois qu'il convient de réfléchir, qu'il convient que nous réfléchissions ensemble, à cette " situation ".

Je vous fais part, ici, de quelques réflexions personnelles, qui ne sont que de modestes contributions à une réflexion plus large que je souhaite voir se développer.

Dans un premier temps, la notion de " Système " a motivé les ingénieurs à d'avantage de créativité. Le " Système " d'armes du Rafale, à titre d'exemple, est le support d'innovations tout à fait exceptionnelles.

Les retombées de telles approches ont donné des lettres de noblesse à la notion de Système de Systèmes. Bien évidemment, un dialogue de plus en plus étroit s'est instauré entre ingénieurs et utilisateurs. On peut par exemple, illustrer le propos par la mise en place, sous l'égide de la Direction Générale de l'Aviation Civile, de l'Université du Transport Aérien, excellente initiative qui se propose de sensibiliser nos ingénieurs sur les fondamentaux de l'écosystème au sein duquel ils évoluent.

Aujourd'hui, on ne parle que GAFAM, *Big Data*, *Clouds*, Intelligence Artificielle, etc...

Très clairement, on est entré dans une période de nouvelles approches des problèmes à résoudre, des plateformes et de l'intelligence répartie, des *blocks-chains*, etc...

Tout cela est permis bien entendu pas les progrès sans précédent de l'électronique (le *hard*) et la réflexion qui relève du domaine du *soft*.

En France, nous occupons une place privilégiée, car nous disposons d'ingénieurs passionnés et des meilleurs talents. Mais il nous faut être attentifs, car à l'évidence, des " ruptures " vont se faire jour, sans crier gare.

Nous reviendrons bien sûr, sur ces préoccupations fondamentales, et dans nos domaines de l'Aéronautique, de l'Espace, et pour les applications civiles comme pour les applications de Défense.

La Société Savante 3AF a une responsabilité qu'elle ne doit pas oublier. Nous ne l'oublierons pas.

Je suis ravi des interviews que nous menons avec les grands noms de notre industrie. Et merci, un grand merci, à Philippe Petitcolin, qui nous donne un éclairage pertinent sur ce que doivent être les axes de travail de notre Société Savante.

A tous, je souhaite une bonne lecture, et je souhaite que chacun prenne autant de plaisir à la découverte de la Lettre 3AF n°31, que moi-même lorsqu'elle me fut présentée.

Et n'hésitez surtout pas à nous faire remonter les réflexions qu'elle vous suscite. C'est un enrichissement qui s'inscrit parfaitement dans les évolutions que nous devons procéder plutôt que subir.

Avec toutes mes amitiés,

Michel Scheller,
Président de la 3AF ■

INTERVIEW DE PERSONNALITÉ

PHILIPPE PETITCOLIN

DIRECTEUR GÉNÉRAL DU GROUPE SAFRAN

Par Jean-Pierre Sanfourche, Chargé de Mission à la 3AF



Philippe Petitcolin

Jean-Pierre Sanfourche : Le Groupe Safran est né de la fusion, en 2005, de Snecma et de Sagem, deux sociétés de spécialités techniques différentes et de cultures très différentes. Ces deux cultures ont-elles aujourd'hui complètement convergé ?

Philippe Petitcolin : Safran est aujourd'hui le troisième acteur aéronautique mondial et ses fondamentaux sont solides. Sa réussite n'était pas forcément donnée il y a encore dix ans : contrairement à ce qui se passe aujourd'hui avec Zodiac Aerospace, le rapprochement entre ce qui était alors Snecma et Sagem, n'avait rien d'évident sur le papier. Il s'agissait de deux fleurons de l'industrie, mais nous avions d'un côté une entreprise publique spécialisée dans les moteurs et les équipements, et, de l'autre, une entreprise privée spécialisée dans l'électronique, la défense mais aussi les télécommunications. Il a donc fallu des années de travail pour définir des objectifs communs, progresser vers une offre intégrée, et construire ensemble une culture partagée, parachevée il y a deux ans par l'adoption du nom unique de Safran pour la totalité des sociétés du Groupe. Il y a donc bien eu convergence, comme vous dites. Mais il est bon également qu'un Groupe ne soit pas totalement homogène, qu'il y

règne une certaine diversité de points de vue. Intégrer ne revient pas à supprimer les identités, dont l'apport enrichit l'ensemble.

JPS : Votre Groupe opère dans des domaines techniques différents – propulsion, équipements électriques et électroniques –, il est donc composé de nombreuses sociétés, il emploie au total quelque 90 000 personnes et il est implanté sur tous les continents : quels sont les principes fondamentaux de management que vous mettez en application pour parvenir à la cohérence de ce très grand ensemble ?

PP : Pour Safran, l'objectif est clair : être un Groupe uni et cohérent tout en demeurant riche de sa diversité. Cela passe, bien sûr, par une organisation efficace, où les responsabilités sont bien établies et les étapes de validation clairement définies : c'est particulièrement nécessaire dans les domaines souvent sensibles qui sont les nôtres, qu'il s'agisse d'aéronautique ou de défense. La cohérence passe aussi par la diffusion d'une culture et de valeurs communes ainsi que par l'entretien d'un vrai sentiment d'appartenance. Mais il faut également laisser le plus de place possible à l'innovation de terrain, ce qui suppose de ne pas étouffer les spécificités des sites et des chaînes de production. Tout le monde peut ensuite bénéficier des innovations trouvées localement, notamment grâce à des dispositifs d'amélioration continue à l'échelle du Groupe. Avec One Safran par exemple, nous repérons, standardisons et déployons les meilleures pratiques partout où cela est pertinent.

JPS : Comment mettez-vous en œuvre ce que vous appelez le " Pilotage RSE (Responsabilité Sociétale d'Entreprise) " et la Charte d'Éthique à laquelle je crois savoir que vous attachez le plus grand prix ?

PP : Nos concitoyens sont de plus en plus exigeants vis-à-vis des entreprises en matière de RSE. Qu'il s'agisse de santé, de sécurité, d'égalité, d'export, de relation fournisseurs, de procédures ou d'environnement, nous devons d'être intraitables, d'autant plus que Safran est un groupe fortement international évoluant dans des domaines critiques. C'est pourquoi nous avons développé une solide doctrine de maîtrise des risques sur tous ces sujets, et nous avons déployé un réseau de spécialistes pour la transmettre et en évaluer l'application. Le pilotage de cette politique RSE, telle que définie par notre Charte d'Éthique, est porté par la DRH du Groupe, à travers un comité pluridisciplinaire qui initie la démarche et en rend compte chaque année à notre Conseil d'Administration.

JPS : Le 18 octobre 2017, votre Groupe a signé avec IndustriALL Global Union son premier accord à portée mondiale sur la Responsabilité Sociale d'Entreprise. Pourriez-vous nous dire comment se développe cet accord et comment vos travaux s'insèrent dans le chantier actuel du gouvernement sur la redéfinition de la mission de l'Entreprise ?

PP : Cet accord est un événement majeur en matière de RSE : seules 150 entreprises dans le monde en ont signé un du même genre ! La France est motrice dans ce domaine, avec plus d'un quart des accords à portée mondiale signés par des entreprises françaises. Pour Safran, un tel engagement est le fruit d'un long travail de deux ans où nos équipes se sont pleinement investies. Son plan de suivi est en cours d'élaboration avec nos partenaires et devrait aboutir à l'été. Selon ses termes, deux réunions par an seraient prévues, l'une dans une zone d'implantation du Groupe afin d'y mesurer le respect de nos engagements, l'autre sous forme de bilan annuel global.

JPS : Comment la Safran Corporate University contribue-t-elle à la cohérence d'ensemble de la culture d'entreprise ?

PP : Capable d'accueillir 250 personnes par jour, Safran Corporate University est le symbole d'une exigence partagée : celle d'innover. L'innovation est notre moteur principal. Or innover suppose d'être formé en permanence. Réunissant des femmes et des hommes du monde entier et de tous les métiers, dans un cadre propice au perfectionnement des savoirs et des savoir-faire, notre université est aussi le moyen de s'enrichir par l'échange, le partage des bonnes pratiques et la découverte mutuelle de ses collègues. Les formations sont ainsi l'occasion de tisser des liens professionnels et personnels solides entre personnes de métiers, de pays et de cultures différentes. Également présente à Dallas et Pékin, proposant des formations en ligne, notre université est aussi un formidable moyen pour diffuser les valeurs et l'esprit de Safran auprès de ses salariés du monde entier.

JPS : Quels sont vos principes fondamentaux concernant le recrutement et la formation des personnels techniques : formation interne, formation permanente, etc.

PP : Ingénieurs, opérateurs, techniciens, data scientists, managers, chercheurs, communicants, juristes, commerciaux, etc. Les métiers sont nombreux dans un grand Groupe comme le nôtre ! Mais ce qui nous relie ce sont surtout trois choses : la passion, l'innovation et la recherche de l'excellence. Travaillant sur des produits de haute-technologie à la pointe des savoirs de leur temps, les femmes et les hommes de Safran sont animés par une même volonté de rendre les voyages

toujours plus sûrs, plus simples et plus agréables. Ils aiment leur métier et se donnent les moyens de le faire au mieux, notamment par la formation. Avec près de 1,5 million d'heures de formation par an, environ 4,3 % de sa masse salariale dédiée à la transmission des savoirs et 81 % de ses salariés bénéficiant d'au moins une formation par an, Safran place au cœur de son identité le savoir et son évolution constante. Nous devons donner des perspectives à chacun. C'est essentiel pour recruter et fidéliser, notamment sur les métiers dits " en tension ". De fait, nos perspectives d'embauche sont prometteuses, en particulier pour les jeunes, avec environ 21 000 départs à la retraite dans les 4 ans à venir. Nous accueillons en France près de 2000 alternants, presque autant de stagiaires, et tissons, comme à Commercy, des partenariats à long terme avec les acteurs de la formation pour répondre à nos besoins tout en permettant à nos nouveaux salariés d'acquérir des qualifications durables. Quand les formations initiales n'existent pas, nous n'hésitons pas à les créer, comme à Bondoufle, où nous mettons sur pied, avec d'autres acteurs du secteur, un centre de formation dédié aux futurs métiers industriels de l'aéronautique.

JPS : En 2015 a été installé sur le Plateau de Saclay le centre de R&T Safran Tech : parmi les premières innovations produites par cette unité, quelles sont les plus porteuses d'avenir ?

PP : Nous allons principalement dans trois directions : celle des nouvelles architectures de propulsion pour les avions, notamment basées sur les principes d'une hybridation entre énergie thermique et électrique ; celle des nouveaux matériaux ; celle du digital. Beaucoup plus exigeantes pour l'aéronautique que pour les applications terrestres, les technologies hybrides combinent deux métiers forts de Safran et sont une de nos pistes les plus convaincantes pour l'avenir. Côté matériaux, nous travaillons à l'extension de l'état de l'art sur les composites à matrice organique, toujours plus légers et résistants, ou encore à l'ouverture d'une nouvelle classe de matériaux très prometteuse pour l'application à la propulsion aéronautique : les céramiques, robustes et extrêmement résistantes à la chaleur. Côté digital, l'intelligence artificielle doit améliorer l'efficacité de nos processus de production, par exemple l'assistance à nos techniciens opérateurs sur des tâches lourdes et complexes de contrôle non destructif. Quant à la réalité virtuelle ou augmentée, précise et rapide, elle nous aide à développer des innovations technologiques ambitieuses en maîtrisant mieux les risques liés à leur élaboration. Dans ces domaines comme dans bien d'autres, Safran est l'une des entreprises françaises les plus innovantes, et se trouve pour la troisième année consécutive sur le podium du classement des déposants de brevets, avec 850 brevets déposés l'an passé.



Montage final du moteur Leap. Copyright : Cyril Abad / CAPA Pictures / Safran

JPS : Comment voyez-vous le développement de l' " Usine du Futur " au sein des différents centres d'activité du Groupe ? L'Homme restera-t-il au cœur du dispositif ?

PP : Pour embrasser la révolution qui se joue avec la digitalisation de l'économie, il faut innover et implanter l'innovation sur le terrain de façon coordonnée, ce que nous faisons chez Safran avec une direction dédiée à l'Usine du Futur. Cette direction accompagne le déploiement dans nos usines de procédés indispensables comme la fabrication additive ou la réalité augmentée. Parallèlement, il faut permettre à chaque business de définir et satisfaire ses besoins au plus près de ses réalités, ce que nous faisons au moyen de notre réseau de Chief Digital Officers présent partout dans le Groupe. Il y a aussi une question d'état d'esprit et de vision : que ce soit dans les usines ou dans les bureaux, le digital modifie notre rapport au travail et à son organisation. Il constitue une formidable opportunité, pour être toujours plus précis et performants, pour alléger notre quotidien des tâches les plus pénibles ou pour favoriser l'accès de tous aux données. Cette transformation est incontournable si on ne veut pas être dépassé dans la compétition mondiale. Je pense surtout que c'est une chance pour l'industrie, notamment en France, où le digital peut créer de l'emploi et non en détruire puisqu'il suppose des tâches à plus forte valeur ajoutée. Si nous nous y prenons bien, l'Usine du Futur permettra de rouvrir des usines sur notre territoire et d'y créer des emplois durables parce que qualifiés.

JPS : Quels avantages attendez-vous de votre récente prise de contrôle de Zodiac Aerospace ?

PP : Voulu de part et d'autre, cette alliance—un terme que je préfère à prise de contrôle, peut-être un peu agressif—unit le destin de deux Groupes qui auront marqué l'histoire de l'aéronautique depuis plus d'un siècle et possèdent de nombreuses complémentarités : ce sont toutes deux des entreprises internationales, des fournisseurs de rang 1 dans l'aérospatial, avec une forte dimension high-tech et fort marché après-vente. Leur offre se complète. Safran est ainsi présent sur l'ensemble de la chaîne de valeur aéronautique et peut désormais proposer une offre équilibrée entre propulsion et équipements. Nos clients sont maintenant autant les constructeurs que les compagnies aériennes, avec même un rôle accru des passagers dans la définition de nos produits à travers le business des cabines, des sièges et des divertissements en vol. L'apport de Zodiac Aerospace complète également notre modèle économique avec des cycles longs voire très longs côté équipements et moteurs, et des cycles plus courts côté sièges et cabines. Plus que jamais, nous sommes parés pour faire face à une concurrence accrue sur le marché aéronautique, et jouer à armes égales avec les géants mondiaux, à l'heure où les consolidations se multiplient.

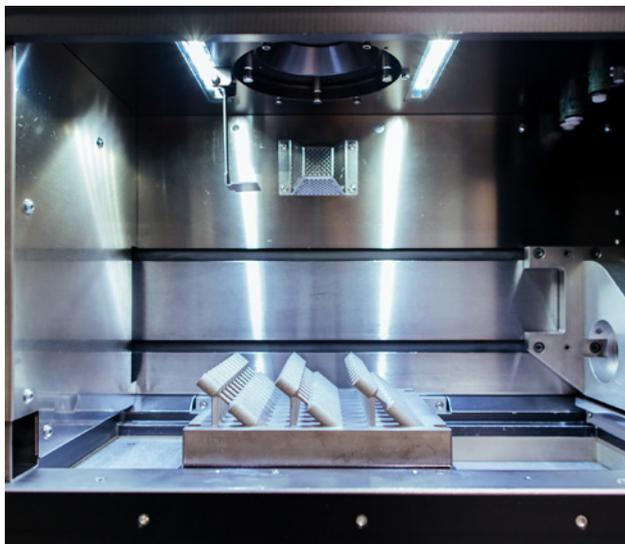
JPS : Pour conclure notre entretien, accepteriez-vous de nous exposer trois objectifs prioritaires pour les mois à venir ?

INTERVIEW DE PERSONNALITÉ

PHILIPPE PETITCOLIN, DIRECTEUR GÉNÉRAL DU GROUPE SAFRAN



Cabine ECOS de Zodiac Aerospace. Copyright : Zodiac Aerospace



Injecteur de carburant en fabrication additive.
Copyright : Cyril Abad / CAPA Pictures / Safran

PP : Notre premier objectif demeure la réussite d'un challenge sans précédent dans l'histoire aéronautique : la montée en cadence de notre nouveau moteur, le LEAP, lancé il y a deux ans et commandé à plus de 15 000 exemplaires. Du jamais vu ! Nous sommes en ligne avec nos objectifs et devons maintenir nos efforts. Un autre objectif prioritaire est de réussir le rapprochement avec Zodiac Aerospace, qui entre dans sa phase la plus intense après un premier moment de prise en main et de mise en œuvre des mesures les plus urgentes. Certaines activités affichent de bonnes performances. D'autres doivent être redressées. Nous sommes confiants mais il nous faudra beaucoup d'efforts pour élever Zodiac Aerospace à des performances dignes de son statut. Enfin, nous devons continuer à innover sans cesse, en particulier dans le domaine de la R&T. En arrivant à la tête de Safran, j'ai pris la décision d'investir des sommes croissantes en la matière, avec pour objectif de passer de 350 millions d'euros en 2016 à plus de 500 millions en 2020. C'est ainsi que nous maintiendrons une croissance interne robuste, et continuerons de nous différencier par l'innovation. ■

HOMMAGE

SERGE DASSAULT NOUS A QUITTÉS LES AVIONS ÉTAIENT SA PASSION...

Par Bruno Chanetz, Rédacteur en chef



Serge Dassault est mort le 28 mai 2018 à Paris. Fils de Marcel Dassault, il était né à Paris le 4 avril 1925. Sa vie d'adulte commence de manière dramatique lorsqu'il est interné début 1944 par la Gestapo avec ses parents et son frère à la prison de Montluc, puis à Drancy, point de départ vers les camps de la mort. Les nazis espèrent ainsi obliger Marcel Dassault à mettre ses compétences aéronautiques au service du III^{ème} Reich. Devant son refus de coopérer, ils le déportent à Buchenwald dont il reviendra par miracle en mai 1945. De cet épisode tragique, Serge Dassault gardera toujours une grande attention à la personne humaine d'une part, le souci de la souveraineté nationale d'autre part.



Diplômé de l'École polytechnique et de l'École nationale supérieure de l'aéronautique, Serge Dassault entre au bureau d'études de la Générale Aéronautique Marcel Dassault en 1951. En 1955, il prend la direction des Essais en vol et, à ce titre, supervise la mise au point de nombreux avions militaires (Super Mystère B2, Étendard, Mirage III et Mirage IV). Nommé ensuite directeur de l'exportation, il pilote les négociations qui aboutissent à la vente des Mirage III à la Suisse et à l'Australie. Serge Dassault lance également la campagne de vente des Mystère 20 aux États-Unis. En 1963, il prend la direction de la société Électronique Marcel Dassault.

En 1986, Serge Dassault devient Président-Directeur général de la Société des Avions Marcel Dassault - Breguet Aviation, devenue Dassault Aviation en 1990, avant d'en devenir le Président d'honneur.



Sous son impulsion, Dassault Aviation développe et met en œuvre, avec constance, une politique d'adaptation aux nouvelles réalités du marché. Serge Dassault fait évoluer la Société pour lui permettre d'affronter les défis du XXI^{ème} siècle. C'est sous sa présidence que des produits innovants, correspondant aux nouveaux besoins des clients, voient le jour : Super-Étendard modernisé, Mirage 2000-5, Mirage 2000D et Rafale pour les avions militaires ; Falcon 2000, Falcon 900EX, Falcon 50EX, Falcon 900C et Falcon multi rôles pour les avions d'affaires.

Autant de programmes qui assureront le développement des compétences de l'entreprise et ouvriront la voie à de nombreux succès : exportation du Rafale, réussite du démonstrateur de drone de combat européen nEUROn, élargissement de la gamme Falcon avec le 7X, le 8X et aujourd'hui le 6X.

Eric Trapier, P-DG de Dassault Aviation a déclaré :

Serge Dassault a consacré sa vie à l'aéronautique et à l'industrie de notre pays. Il a défendu avec passion et détermination Dassault Aviation et ses salariés, avec comme seule ambition la pérennité des ailes françaises. Il a su entretenir un réel esprit de famille au sein de notre société. Aujourd'hui, c'est toute l'entreprise qui est en deuil.

Serge Dassault était Grand Officier de la Légion d'honneur.

(d'après l'hommage de Dassault Aviation à Serge Dassault le 29 mai à Saint-Cloud.) ■

DÉFENSE ET SÉCURITÉ

ÉVOLUTION DU CONTEXTE STRATÉGIQUE DES DÉFENSES ANTIMISSILES ET DES DOCTRINES : GAME CHANGERS – RENFORCEMENT DES DISSUASIONS ET DE L'IAMD

par Luc Dini, membre Senior 3AF, co-chairman de la conférence IAMD de la 3AF

3AF a lancé la conférence Missile Defense en 2004, en raison des enjeux de la défense antimissile pour l'Europe, en lien avec les initiatives américaines, de l'OTAN, d'Israël mais aussi de l'Asie, sans oublier la Russie. Depuis quelques années nous constatons d'une part que les menaces évoluent sur fond de crises ou de tensions régionales (Syrie, Yémen), d'autre part que le besoin en défense antimissile se confirme, mais avec des frontières qui évoluent entre les défenses antimissile balistique et les défenses aériennes, entre les défenses du territoire et de théâtre, voire avec la défense spatiale. L'ère de la défense aérienne et antimissile intégrée est née ou renaît, mais aussi celle de nouvelles doctrines de défense aérospatiale intégrée et de déni d'accès qui les accompagnent, sans oublier les doctrines de dissuasion nucléaire ou leurs éventuelles évolutions.

Comme toujours, la conférence IAMD de 3AF est à la fois un forum favorisant la rencontre d'experts du monde entier, mais aussi le témoin des facteurs de changements (" game changer ") à la fois technologiques et internationaux qui influent sur la défense antimissile et son lien avec la dissuasion. Cet article brosse un tableau de ces différents changements parmi lesquels les évolutions récentes de doctrines et des systèmes antimissiles et IAMD¹, notamment russes.

La publication de la toute nouvelle Joint Air Power Strategy de l'OTAN, le 26 juin 2018, témoigne également de l'évolution des concepts stratégiques, des menaces symétriques et des nouvelles doctrines qui impacteront l'IAMD et la synergie entre les composantes de défense sol, maritimes, aériennes et spatiales.

Cet article s'appuie sur une intervention de Luc Dini, " débatteur " de Bruno Tertrais, conférencier sur le thème Défense antimissile et dissuasion, dans le cadre de la chaire enjeux stratégiques de la Sorbonne, le 19 mars 2018 (voir photo colonne de droite).

Il inclut également plusieurs interventions concernant les postures russes et américaines sur la défense antimissile, parmi lesquelles celle d'Ivanka Barzashka (sur la doctrine de défense aérospatiale russe), du Dr Igor Sutyagin (défense aérienne et antimissile intégrée russe) et

du Dr Brad Roberts (revue 2017 de la politique et posture de défense antimissile US).

Luc Dini²

Co-chairman de la conférence IAMD 3AF



Bruno Tertrais (à gauche) Directeur adjoint de FRS, Mme Nicole Gnessoto (au centre) – Professeur au CNAM- Présidente du conseil d'administration de l'IHDEN- Luc Dini (à droite).

Photo publiée par la Fondation St-Cyr

LES MENACES ÉVOLUENT, LES MISSIONS DES DÉFENSES AÉRIENNES ET ANTIMISSILES AUSSI : LES GAMES CHANGERS

Les défenses antimissiles changent et leurs relations à la dissuasion évoluent, aux USA, en Russie, en Chine, et en Europe probablement aussi avec des " game changers " ; tout au long de l'histoire de ces défenses. L'inflexion la plus récente est intervenue après 2010, mais il est intéressant de revenir sur le passé pour évoquer les grands changements de ces défenses et mieux comprendre la complémentarité entre les défenses antimissile balistique stratégique, les doctrines de dissuasion et les défenses antimissiles de théâtre.

¹ IAMD : Integrated Air and Missile Defense

² Luc Dini a notamment participé en 2017 et 2018 au Wargame stratégique du London Kings College sur le thème BMD and nuclear deterrence, wargame dirigé par Ivanka Barzashka. Luc Dini est directeur IAMD et Product Line Manager chez Thales.

ÉVOLUTION DU CONTEXTE STRATÉGIQUE DES DÉFENSES ANTIMISSILES ET DES DOCTRINES : GAME CHANGERS-RENFORCEMENT DES DISSUASIONS ET DE L'IAMD

DES ANNÉES 1960 À 1990

À l'origine, dans les années 60, la défense antimissile stratégique était déjà complémentaire de la dissuasion nucléaire, du côté russe, comme américain. Elle reposait sur des intercepteurs à charge nucléaire que le traité ABM de 1972 a limité à 100. La défense ABM stratégique russe fut maintenue depuis avec pour mission principale d'une part l'alerte des moyens de dissuasion, d'autre part la protection des installations stratégiques de Moscou face à une frappe en premier, balistique ou aérienne, sur ses centres de commandement. Du côté américain, la mission de défense des populations avec des intercepteurs nucléaires fut abandonnée, comme celle des sites stratégiques centraux. Les USA ont pour autant gardé une composante radar et satellite d'alerte, destinée à l'alerte au profit des systèmes de dissuasion.

DE 1990 À 2010

Les années 80 voient le début du programme SDI (Strategic Defense Initiative) américain le 23 mars 1983³ durant la guerre froide. Ce programme présentait la vision d'une protection totale (et étanche) de la population américaine contre des salves massives de missiles balistiques intercontinentaux (ICBM) nucléaires de l'URSS. Ce programme faisait appel à de nouvelles technologies, reposant sur des armes à énergie dirigée (le rêve des lasers tueurs dans l'espace vite disparu) mais surtout sur des armes à énergie cinétique, combinant des radars avec des missiles intercepteurs dotés d'un guidage très précis. Ces intercepteurs à énergie cinétique devaient détruire les ogives nucléaires des missiles assaillants par un impact direct à très grande vitesse (plus de 7 km/s de vitesse relative) avec le véhicule tueur. La défense de théâtre contre les avions et les missiles balistique courte portée faisait aussi partie du programme, compte tenu des risques de confrontation sur les théâtres possibles de la guerre froide (dont l'Europe). Les armes à énergie cinétique furent donc la réelle rupture technologique qui permettait enfin de substituer à l'interception "nucléaire" une chaîne de guidage précise allant jusqu'à l'impact cinétique direct.

Cette vision a permis aussi à l'Amérique de lancer un défi technologique à l'ex-URSS sur sa dissuasion et sa défense (qui restait nucléaire), mais aussi d'utiliser la défense antimissile comme un levier d'influence, politique, technologique et financier vis-à-vis des régions d'Europe, du Moyen Orient et d'Asie.

Cette défense du territoire américain s'est orientée ensuite vers une mission plus réaliste pour défendre les populations contre des menaces balistiques longue portée, potentielles, mais surtout limitées (en nombre et sophistication). La menace provenait alors d'une organisation terroriste s'emparant de missiles soviétiques, puis de pays proliférants (Iran et Corée du Nord désignés ensuite par les USA). Cette défense stratégique, déployée finalement aux USA dans les années 2000, est basée sur un nombre limité d'intercepteurs (44 aujourd'hui) et participe alors à une dissuasion par effet de seuil, vis-à-vis d'un pays proliférant, doté d'un arsenal limité, en rendant incertain l'effet d'une attaque "limitée" tout en exposant l'agresseur à des représailles certaines et efficaces. Cette défense serait au contraire inefficace contre une frappe massive par la Russie ou la Chine, qui disposent d'arsenaux plus nombreux et sophistiqués (surtout pour la Russie, mais la Chine dispose aussi de missiles en nombre suffisant). La Russie comme la Chine ne sont d'ailleurs pas désignées comme des agresseurs potentiels conformément à la politique de Missile Defense américaine en vigueur, ou à celle de l'OTAN d'ailleurs. Des systèmes d'interception Aegis navals et terrestres, utilisant les missiles SM3⁴, sont aussi déployés en Asie (Japon) et en Europe (système EPAA⁵).

Parallèlement, la Russie a continué la modernisation de ses "ceintures" de défense stratégique aérienne et antimissile autour de Moscou, contre des frappes préventives précises, pour préserver sa capacité de dissuasion avec des systèmes nouveaux fixes et mobiles (S300 et par la suite par les tout nouveaux S400, S500- voir l'encart 2). Certains (dont le S400) peuvent aussi jouer un rôle sur un théâtre d'opérations (défenses de théâtre), mais aussi être exportés vers des pays tiers (Syrie, Chine, etc.) pour créer des zones de protection. Les défenses sont à la fois nucléaires (ABM fixes) et conventionnelles (duale) pour les défenses mobiles. Cette capacité duale sera appliquée aux systèmes anti-aériens. Une nouvelle phase de modernisation va apparaître vers 2010 et tourner la page des défenses nucléaires.

QUEL RÔLE POUR LES DÉFENSES DE THÉÂTRE ?

En parallèle, nous avons vu le développement de défenses antimissiles balistiques (et anti-aériennes donc duales) destinées aux théâtres d'opérations extérieures, mobiles, projetables, après la guerre froide, donc dans le nouveau contexte de prolifération de missiles balistiques courte portée (les Scuds) et des missiles de croisières

³ https://fr.wikipedia.org/wiki/Initiative_de_défense_stratégique

⁴ SM3 : Missile intercepteur dans l'espace à longue portée, par impact direct

⁵ EPAA : European Phased Adaptive Approach

⁶ ALTBMD: Active Layered Theater Ballistic Missile Defense

(guerre Iran-Irak, première guerre du Golfe avec l'Irak, Syrie, Yémen). Ce fut pour l'OTAN la pierre angulaire de la coopération transatlantique ALTBMD⁶ lancée depuis 2000, avec une inflexion vers la défense du territoire et des populations de l'OTAN en 2010 (décision de déployer une capacité EPAA limitée prise au sommet de Lisbonne, confirmée à Chicago en 2012): la défense antimissile du territoire devient alors un complément à la dissuasion qu'elle ne remplace pas. Cette complémentarité entre défense antimissile et dissuasion fut rappelée à tous les sommets de l'OTAN, depuis l'annonce d'une capacité initiale antimissile déployée en Europe, lors du sommet de Chicago en mai 2012.

Les défenses de théâtre ont aussi un lien indirect avec la dissuasion. Elles permettent d'assurer à la fois la protection des forces déployées sur des théâtres extérieurs (donc leur liberté d'action), mais aussi celles des sites névralgiques et des populations, sur des zones limitées, contre des missiles balistiques mais aussi de croisière. En évitant ainsi les pertes humaines, ou l'interruption d'activités économiques, elles jouent un rôle de tampon, en évitant une escalade rapide. Ce fut le cas en Israël durant la première guerre du Golfe.

Israël a d'ailleurs déployé depuis quatre couches de défenses aériennes anti-roquettes et antimissiles, avec une défense passive, sans oublier les moyens offensifs de réplique ou de chasse aux lance-missiles. Le Japon est dans une posture similaire avec des moyens de défense mais sans aucun moyen offensif ou de riposte.

De son côté, L'Europe n'a pas de rôle direct dans les défenses antimissiles stratégiques du territoire de l'OTAN (EPAA US) pour la réalisation des systèmes d'interception haute altitude et longue portée (sauf à autoriser leur déploiement sur leur territoire, cas de la Roumanie, puis de la Pologne voire de l'Espagne pour la base navale de croiseurs Aegis) ou à contribuer aux systèmes radar d'alerte et de poursuite. Mais l'Europe (et la France) contribue aux systèmes de Command Control⁷ antimissile et de défense aérienne (ACCS), politiquement, financièrement, opérationnellement et industriellement. Pour autant, certains pays européens dont la France ou l'Italie disposent aussi de capacité de défense aérienne et de théâtre, comme le système SAMP/T (100 % européen), ou le Patriot pour d'autres. Le système SAMP/T contribue parallèlement aussi à la posture de sûreté arienne de la France (protection d'événements et de sommets) et peut être projeté vers des zones de crise extérieures, comme le

SAMP/T italien, par exemple, en Turquie. La spécificité du SAMP/T est d'ailleurs une conception destinée à contrer les missiles de croisière rasants très manœuvrants, navals ou terrestres, qui a été adaptée pour se doter d'une capacité anti-balistique par impact direct. Ces caractéristiques font du SAMP/T un excellent système IAMD dont les capacités ATBM, mais aussi anti-missile de croisière, sont démontrées, remarquables et reconnues. Les versions navales, toutes équipées du missile ASTER, ont de fait la capacité anti-missile de croisière et peuvent bénéficier d'une capacité ATBM par extension.

TOURNANT DANS L'ÉVOLUTION STRATÉGIQUE ET TECHNOLOGIQUE DES DÉFENSES À PARTIR DE 2010

Mais depuis 2013, dès l'arrêt des négociations entre les USA, l'OTAN et la Russie, sur la coopération pour les défenses antimissiles du territoire⁸, la Russie a adopté une stratégie de défense aérospatiale intégrée innovante (voir encart 1, Ivanka Barzashka), combinant une défense stratégique fixe non nucléaire (système Nudol) autour de Moscou, qui participe à une capacité de défense multicouche y compris anti-satellite. Nous constatons aussi la modernisation des moyens de dissuasion nucléaire balistiques russes, sans compter le développement d'un nouveau missile de croisière nucléaire. De même les systèmes mobiles S400 et bientôt S500, participent à cette défense IAMD centrale, qui n'est pas nouvelle (voir encart 2 : Igor Sutyagin) mais ils peuvent être aussi déployés sur d'autres zones et les frontières. L'ensemble de ces systèmes, accompagnés de moyens de guerre électronique et électromagnétique à énergie dirigée, contribue à la nouvelle doctrine d'interdiction A2/AD russe, combinant moyens défensifs et offensifs, incluant les missiles balistiques manœuvrants contre les défenses et les missiles hypersoniques. Les systèmes S400 sont également exportés vers d'autres pays y compris vers des zones de crise comme la Syrie. Ils participent ainsi à la création de bulles de défenses IAMD sophistiquées, à l'exportation des doctrines d'emploi et à la politique d'influence de la Russie sur certaines zones. Tout ceci marque un changement de posture stratégique confirmé par le président Poutine dans son discours du 1^{er} mars 2018, mais déjà amorcé et annoncé dès 2011-2012 (voir la conférence Missile Defense : coopération or confrontation organisée par le Ministre de la défense russe, à Moscou en mai 2012).

⁷ Le système ACCS (Air Command Control System) est réalisé au travers d'une co-maîtrise d'œuvre ThalesRaytheonSystems réunissant le français Thales et l'américain Raytheon, avec une large participation américaine et européenne

⁸ une coopération avait existé antérieurement sur l'interopérabilité des défenses de théâtre entre l'OTAN et la Russie (coopération via le conseil OTAN Russie)

ÉVOLUTION DU CONTEXTE STRATÉGIQUE DES DÉFENSES ANTIMISSILES ET DES DOCTRINES : GAME CHANGERS-RENFORCEMENT DES DISSUASIONS ET DE L'IAMD

Ces évolutions des systèmes défensifs, mobiles, fixes, mais aussi des systèmes offensifs et des technologies utilisées (dont le brouillage, les armes à énergie dirigée) mais aussi les armes hypervéloces et manœuvrantes, associées aux doctrines nouvelles (A2/AD), constituent des “ game changers ” dans le paysage de la défense antimissile...qui s'exportent...

En Asie, la Chine n'a pas entrepris de politique aussi “ offensive ” que la Russie contre les défenses stratégiques US, continentales, mais elle mène une politique diplomatique régionale vis-à-vis de la prolifération balistique et nucléaire de la Corée du Nord, en incitant à la recherche d'une solution pacifique. De plus, simultanément, la Chine développe vis-à-vis de la stratégie de containment américaine, des moyens offensifs (missiles balistiques manœuvrants ASBM, missiles hypersoniques) et des systèmes défensifs IAMD. Elle acquiert aussi des systèmes S400 russes, et adopte une doctrine A2/AD mais développe aussi ses propres systèmes d'armes IAMD (système HQ9), des armes anti satellites et des systèmes d'alerte.

Nous voyons donc une transformation du paysage stratégique avec l'évolution des doctrines de dissuasion, des systèmes offensifs et de défense stratégiques et IAMD, mais aussi des menaces. Elles sont multiples et leurs effets peuvent être cumulés combinant saturation, manœuvre, diversité de vitesses, du drone au missile hypersonique, guerre électronique... Les défenses IAMD européennes sont potentiellement exposées à des menaces de cette nature sur des zones de crise. Parallèlement, les USA tardent à mener leur revue de Missile Defense Policy Posture prévue depuis 2017 (voir encart 3 : Dr Brad Roberts). Beaucoup d'événements récents influent sur cette revue. D'une part la crise au Moyen Orient, et particulièrement en Syrie, où sont déployés des systèmes défensifs russes, alors qu'une frappe précise et localisée de missiles américains, britanniques et français a été menée en représailles de l'utilisation d'armes chimiques par la Syrie, sans oublier les tensions croissantes avec l'Iran (sortie des USA de l'accord nucléaire avec l'Iran, tensions avec Israël sur la zone syrienne, guerre au Yémen avec les Houtis chiites). D'autre part nous observons les tensions en Asie, avec les fluctuations des relations entre les USA et la Corée du Nord, sur fond d'une rencontre qualifiée d'historique qui s'est déroulée le 12 Juin 2018 entre les présidents Trump et Kim Jong-un. Cette rencontre semble orienter le cours des choses vers une solution diplomatique basée sur un document déclarant l'intention d'une dénucléarisation de la Corée du Nord (avec des contre-parties probables importantes et une implication régionale de la Chine).

Nous verrons si la suite des événements confirme cette issue diplomatique et quel sera l'impact sur la BMD US en Asie, mais aussi ailleurs. Du fait de ces événements structurants, quelles orientations peut-on attendre pour la Missile Defense américaine : un durcissement des défenses ? Vis-à-vis de quelles menaces ? Quelles réactions de la Russie et de la Chine ? Nous pouvons d'ailleurs noter un commentaire posté par Ivanka Barzashka et le Pr Wynn Bowen⁸ concernant cette revue américaine et le souhait d'un débat avec l'Europe sur les orientations US vis-à-vis de la montée en puissance de la Russie. L'OTAN prend la pleine mesure des évolutions de menaces et de doctrines aériennes auxquelles il pourrait être nécessaire de faire face sur des zones de crise, en publiant la toute nouvelle Stratégie de Puissance Aérienne Interarmées (voir encart 4).

QUELLES PERSPECTIVES ET GAME CHANGERS EN EUROPE : UNE IAMD MODERNISÉE, UNE CAPACITÉ DE SURVEILLANCE ET D'ALERTE ÉLARGIE AVEC UNE DISSUASION FORTE ?

Face à ces changements, l'Europe, et la France envisageront des axes de renforcement de leur défense IAMD en lien avec la dissuasion car il s'agit d'enjeux de souveraineté, vis-à-vis de la sécurité des territoires, des espaces aériens voire de l'espace. Il faut aussi que certains pays confirment leur rôle dans les actions extérieures, tout comme dans les mécanismes de command control pour la protection des territoires et des espaces aériens au sein de l'OTAN, sans oublier les aspects économiques et industriels. Plusieurs thèmes d'effort pourraient être envisagés :

- Continuité et renforcement du C4I de l'OTAN, de Ballistic Missile Defense (BMD) et IAMD et de sa résilience.
- Renforcement de la capacité d'alerte et de surveillance, aérienne, spatiale et antimissile complémentaire de la dissuasion. Quid des systèmes d'alerte spatiaux et radar ?
- Renforcement des capacités de dissuasion (aérienne et balistique maritime) pour des pays comme la France et la Grande Bretagne.
- Amélioration des capacités d'interception des missiles IAMD multi menaces (aériennes, missiles balistiques manœuvrants et hypersoniques) et renforcement des performances et de la résilience des systèmes C2 et des conduites de tir radar qui assurent la précision d'engagement et de guidage des systèmes de missiles IAMD. Ces systèmes jouent un rôle autant dans la sûreté des espaces aériens et la protection de sites et zones sensibles en Europe, que pour assurer la protection sur des zones de déploiement extérieurs.

⁸ a commentary <<https://goo.gl/pGw854>> on the Trump administration's upcoming Missile Defense Review - “The US May Seek Defenses Against Russia. We Need to Talk About That.”

**ENCART 1 : LE RÔLE STRATÉGIQUE DE LA
DÉFENSE AÉROSPATIALE RUSSE**Par **Ivanka Barzashka** (27 mars 2018)

Traduction Luc Dini

Ivanka Barzashka dirige un projet sur la défense aérospatiale et les risques nucléaires au Centre des études scientifiques et de sécurité du King's College de Londres. L'étude se concentre sur la compréhension de l'évolution de la relation entre l'attaque et la défense entre les États-Unis, l'OTAN et la Russie.

Elle comprend une série de wargames, dont le second s'est déroulé en février 2018 à l'Académie de Défense britannique.

Le système de défense aérospatial russe est "l'un des éléments les plus importants" de la stratégie de défense russe car il porte, avec les armes nucléaires, une "responsabilité particulière" pour assurer la sécurité de la Russie, selon les mots du président Vladimir Poutine. Le président Poutine a déclaré à plusieurs reprises que "la parité stratégique et l'équilibre des forces" dépendent dans une large mesure des forces de défense aérospatiales.

Le système en cours de développement est plus qu'une modernisation des défenses antimissiles à tête nucléaire de l'ère de la guerre froide autour de Moscou. Le système d'aujourd'hui est davantage décrit comme un système "contre aérospatial" que comme un simple système de "défense" aérospatiale, puisqu'il vise à intégrer les capacités de défense aérienne, de défense antimissile, antisatellite et de guerre électronique.

La stratégie et la posture de la défense aérospatiale russe ont considérablement évolué depuis la fin du Traité (ABM) sur les missiles antibalistiques en 2001, qui limitait les déploiements antimissiles américains et russes, et en particulier depuis que le président Dmitri Medvedev a créé les Forces de Défense Aérospatiales en 2011. Le président Poutine a décidé la fusion de ces forces avec la composante offensive de l'armée de l'air en 2015 pour permettre des opérations militaires en Syrie, ce qui marque un changement important du rôle stratégique des défenses russes.

L'intégration des capacités offensives et défensives est une pierre angulaire de la stratégie militaire russe et concerne à la fois ses dimensions nucléaires et non nucléaires. L'importance de la défense aérospatiale dans la stratégie militaire russe est évidente dans la politique déclaratoire russe et dans le budget de la défense nationale, qui accorde une haute priorité au programme de défense aérospatiale. Aujourd'hui, le système de défense aérospatiale contribue à apporter des solutions à trois problèmes

stratégiques existants et en évolution, auxquels la Russie est confrontée.

Premièrement, les défenses russes aident à atténuer le risque stratégique posé par l'utilisation potentielle de moyens d'attaque aérospatiaux nucléaires et non nucléaires, principalement par les États-Unis et d'autres puissances majeures, en renforçant la dissuasion stratégique de la Russie. Les défenses des forces nucléaires stratégiques et des centres de commandement sont utilisées pour accroître leur capacité de survie et garantir des représailles nucléaires contre l'adversaire. Les défenses déployées près des frontières de la Russie visent à imposer des coûts inacceptables à un adversaire qui envisage des attaques stratégiques avec des armes conventionnelles de précision.

Deuxièmement, les défenses contribuent aux ambitions de la Russie pour jouer un rôle majeur dans le monde en fournissant des capacités de combat. Cela est évident dans l'emploi par Moscou des forces aérospatiales en Syrie au profit des forces de corps expéditionnaire et de la projection d'un pouvoir d'influence régionale en faveur des alliés de la Russie.

Troisièmement, les défenses aident la Russie à peser sur les affaires mondiales par des moyens non militaires en prouvant son influence politique. Cela permet à Moscou de rechercher la parité stratégique avec les États-Unis et l'OTAN et potentiellement, d'ouvrir la porte à un accord de contrôle des armements couvrant à la fois les capacités offensives et défensives.

En aidant à relever ces défis de manière simultanée et cumulée, les dirigeants russes perçoivent la défense aérospatiale comme une contribution à la restauration de la stabilité stratégique qui, selon eux, s'érode depuis l'effondrement de l'Union soviétique par l'unilatéralisme américain, leur domination militaire et leur avance technologique dans l'armement.

ENCART 2 : DÉFENSES IAMD RUSSESpar **Dr Igor Sutyagin**, Royal United Services Institute
Traduction Luc Dini à partir de l'article du Dr I. Sutyagin dans le tiré à part édité par CEAS et 3AF pour la conférence internationale IAMD de 3AF Stockholm, juin 2017.

La nécessité de l'intégration de la défense aérienne et antimissile est apparue à l'origine en Union soviétique au début des années 1960, en raison d'une vision prédominante de l'armée soviétique sur l'emploi opérationnel des missiles balistiques tactiques. Cette vision soviétique, reflétée par l'OTAN, a fait du développement du système tactique de défense antimissile balistique (TBMD) un besoin opéra-

ÉVOLUTION DU CONTEXTE STRATÉGIQUE DES DÉFENSES ANTIMISSILES ET DES DOCTRINES : GAME CHANGERS-RENFORCEMENT DES DISSUASIONS ET DE L'IAMD



S300 VM – MAKS-2013. Wikipedia- Vitaly Kuzmin

tionnel prioritaire – ce qui a déclenché le développement de la famille des systèmes de défense antiaérienne S-300 en 1969. Un membre particulier de cette famille, le système de défense antiaérienne S-300V (forces terrestres), également connu sous le nom de SA-12A / B à l'Ouest, a été spécifiquement conçu pour fournir à la fois les défenses aériennes et ATBM des forces terrestres soviétiques. Ce fut le premier système soviétique spécifiquement conçu pour assurer la défense antimissile aérienne et balistique intégrée (IAMD).

Plus tard (à partir de 1975 et surtout après la guerre du Golfe de 1990-1991), la mission de défense ATBM sur le champ de bataille ainsi que la défense contre des cibles quasi-balistiques a été étendue à d'autres systèmes de défense antiaérienne à courte portée. Certains d'entre eux ont été spécifiquement conçus avec cette mission à l'esprit, comme le Pantsyr-S (aka SA-22), qui est le meilleur exemple de cette nouvelle tendance. Alors que le réarmement des troupes avec les nouveaux systèmes progresse, les forces terrestres russes approchent du stade où elles opéreront – à partir du niveau de la brigade et plus haut – des systèmes adaptés pour fournir une défense IAMD sur le champ de bataille.

Pendant ce temps, l'idée d'intégrer les moyens de défense aérienne dans le système ABM de Moscou a focalisé l'attention de Moscou depuis l'annonce des plans de l'OTAN visant à déployer également des missiles Pershing-II (précis car à guidage terminal). C'était la première fois que des missiles balistiques prétendument non stratégiques pouvaient faire une différence stratégique pour la sécurité de l'URSS en général : le Kremlin considérait en effet que l'attaque de Pershing II pouvait décapiter le commandement suprême soviétique et que c'était l'une des missions opérationnelles principales du Pershing-II. Alors que cette perception était fondamentalement erronée, la peur des Pershing-IIs déclencha une véritable secousse sismique dans les postures soviétiques vis-à-vis des capacités requises pour les systèmes de défense aérienne stratégique.

La capacité d'engager des missiles balistiques à portée intermédiaire est alors devenue la norme pour les futurs développements des systèmes de défense aérienne à longue portée, cette exigence un héritage de l'Union soviétique pour la Russie. Compte tenu des similitudes de conception entre l'intercepteur SA-12B (missile surface-air 9M82) et l'intercepteur de missiles balistiques à courte portée PRS-1 (ABM-3A Gazelle) du système ABM de Moscou, le SA-12 était le premier candidat à une défense antimissile aérienne et balistique intégrée (IAMD). Les brigades de défense antiaérienne des troupes terrestres russes équipées de SA-12 sont actuellement chargées de coopérer avec les moyens de défense aérienne stratégique en contribuant à l'IAMD pour la protection des zones administratives et industrielles clés de la Russie. Les développements d'un autre membre de la famille S-300 originale, le S-300P (alias SA-10) et ses dérivés (SA-20 et S-400, alias SA-21) de la défense antiaérienne stratégique ont également contribué à la capacité TBMD du milieu des années 1990 aussi.

Ces réalisations techniques ont été suivies par des changements organisationnels dans les forces de défense russes, qui ont abouti à la création de la 1^{ère} Armée de défense antimissile et de défense antimissile balistique russe de Moscou, construite autour du système ABM de Moscou et des SA-20 / SA-21 unités duales, compatibles d'une capacité ATBM. Cela signifie que la zone de défense aérienne de Moscou exploite actuellement le premier système de défense antimissile aérienne et balistique entièrement intégré dans le monde.

ENCART 3 : LA REVUE DE POLITIQUE ET DE POSTURE MISSILE DEFENSE US (PROGRAMMÉE DEPUIS 2017)

Traduction Luc Dini à partir de l'article du Dr Brad Roberts dans le tiré à part édité par CEAS et 3AF pour la conférence (Juin 2017). " IAMD in Europe " : complexity consensus, challenges " Traduction L. Dini

Brad Roberts est directeur du Centre for Global Security Research du Lawrence Livermore National Laboratory. De 2009 à 2013, il a été Sous-secrétaire adjoint à la défense pour la politique nucléaire et de défense antimissile des États-Unis et, à ce titre, il a été co-directeur de la Revue de défense antimissile balistique de l'administration Obama. Les opinions exprimées ici sont ses opinions personnelles. Cet article résume les arguments avancés par Roberts, "Anticiper l'examen 2017 de la politique et de la posture américaines de défense antimissile," dans Thomas Karako, éd., Missile Defence and Defeat: Considérations pour la nouvelle revue politique (Washington, DC: Center for Strategic and International Études, 2017).

DÉFENSE ET SÉCURITÉ

ÉVOLUTION DU CONTEXTE STRATÉGIQUE DES DÉFENSES ANTIMISSILES ET DES DOCTRINES : GAME CHANGERS-RENFORCEMENT DES DISSUASIONS ET DE L'IAMD

Parmi ses toutes premières actions dès janvier 2017, le président Trump a demandé au ministère de la Défense de mener une série de six examens de la politique et de la posture de défense, dont un examen de la défense antimissile balistique. Ceci faisait suite aux directives du Congrès pour mener un examen qui examinerait de manière générale les défis pour tenir en échec les missiles ennemis.

L'examen devrait englober les principaux éléments suivants.

Il débutera par un examen des informations sur l'environnement de la menace. Cela se fera à la fois en amont et en aval – pour évaluer les développements depuis 2009 et prévoir les développements au cours de la prochaine décennie. Il est susceptible de caractériser une menace qui est devenue plus complexe et diverse, y compris l'émergence croissante de la menace des missiles de croisière. La menace des missiles russes contre l'OTAN est un nouveau développement majeur depuis 2009.

Cet examen évaluera vraisemblablement aussi le Programme de référence de 2017 pour l'acquisition de nouvelles défenses antimissiles. Ce programme reflète les décisions de l'ère Obama d'étoffer la défense du territoire et les postures régionales de défense antimissile en complétant le déploiement de 44 intercepteurs basés au sol et en continuant à augmenter les forces régionales déployées. La façon de se prémunir contre la possibilité d'une croissance future de la menace sera un élément clé, ce qui conduira à d'autres discussions sur un nouveau site de missiles aux États-Unis.

Le troisième volet principal sera un examen du contexte budgétaire. Les budgets consacrés à la défense antimissile ont diminué de 14 % au cours de la dernière décennie, ce qui a eu un impact majeur sur les investissements dans les capacités avancées. L'allègement budgétaire est promis. Mais cela peut s'avérer difficile à réaliser.

Le quatrième volet sera un examen du contexte politique. Le consensus bipartite en faveur de la défense antimissile a été la clé de la continuité des progrès au cours des deux dernières décennies. Mais ces progrès ne constituent pas un fossé large et profond. Il a été construit autour d'un engagement pour la protection de la Nation contre des frappes limitées par des pays tels que la Corée du Nord. La majorité républicaine a récemment révisé la loi pertinente, en désignant le terme "limité" et en engageant les États-Unis à rechercher une défense robuste et à plusieurs niveaux de la Nation. Que ce soit politiquement viable à long terme est une question qui reste ouverte.

Le cinquième volet principal sera un examen de la politique. Les principales priorités énoncées dans le Rapport d'examen de la défense contre les missiles balistiques de 2010 seront examinées et débattues. Bien qu'ils aient bénéficié d'un large soutien bipartite au début de l'administration Obama, chaque nouvelle administration doit mettre son empreinte sur les agendas hérités, en partie en définissant ses propres priorités politiques. Mais il y a eu beaucoup plus de continuité dans la politique nationale que de changement au cours des deux dernières décennies, malgré des changements majeurs à la Maison Blanche, et on peut s'attendre à davantage de continuité, avec quelques changements.

En ce qui concerne la défense du territoire national, les questions clés sont susceptibles d'être les suivantes. Premièrement, jusqu'où les États-Unis peuvent-ils pousser le critère "limité" en pratique, compte tenu des financements et des technologies disponibles? L'administration Trump devrait-elle demander la protection de la nation américaine contre les frappes de la Russie et de la Chine (une position rejetée par les trois administrations précédentes, arguant que cela risquerait de compromettre leur stabilité stratégique et ne serait en aucun cas viable)? Et si l'administration décide de ne pas chercher une telle protection, poursuivra-t-elle les efforts des administrations précédentes pour assurer Moscou et Pékin de l'intention stratégique des États-Unis (efforts qui ont été en grande partie non récompensés)?

La deuxième question clé de la défense nationale sera de savoir si et comment conserver l'engagement de 2009 de maintenir la position actuellement avantageuse vis-à-vis de la Corée du Nord et de l'Iran. Au fur et à mesure que l'un ou les deux développeront et déploieront des missiles à longue portée, le rapport actuel d'environ 40 intercepteurs à zéro ICBM commencera à changer. Si la Corée du Nord et / ou l'Iran se lancent dans une telle construction, que peuvent et doivent faire les États-Unis pour rester en tête? Et jusqu'où devraient-ils vouloir le rester? Et si les États-Unis poursuivent une construction de BMD robuste, que peuvent espérer les États-Unis de la part de la Chine (et de la Russie)?

En matière de défense régionale, la question centrale sera de savoir comment s'appuyer sur l'approche progressive et adaptative en Europe (EPAA), en Asie du Nord-Est et dans le golfe Persique. En Europe, la phase 3 de l'EPAA sera terminée d'ici un an. Comment la posture de défense antimissile européenne devrait-elle continuer à évoluer, voire pas du tout? La défense territoriale contre les menaces du Moyen-Orient est-elle "suffisante" ou l'OTAN a-t-il également besoin d'une protection contre les missiles de théâtre contre les nouvelles menaces balistiques et de missiles de croisière en provenance de Russie? Bien sûr, cette question ne peut être résolue sans la participation des alliés

ÉVOLUTION DU CONTEXTE STRATÉGIQUE DES DÉFENSES ANTIMISSILES ET DES DOCTRINES : GAME CHANGERS-RENFORCEMENT DES DISSUASIONS ET DE L'IAMD

de l'OTAN. En Asie du Nord-Est, des questions majeures se posent sur la manière de renforcer la coopération trilatérale (entre les États-Unis et ses deux alliés, le Japon et la Corée du Sud) et sur le rôle futur de l'intercepteur antimissile avancé du développement conjoint entre les États-Unis et le Japon (SM3 B2A).

Des questions sur le lieu et la manière de déployer cet intercepteur sont directement liées à des questions difficiles concernant le rôle que la défense antimissile régionale devrait jouer vis-à-vis de la Chine. Ces questions ne peuvent pas non plus être résolues sans la participation des alliés américains.

Ces cinq volets se réuniront au cours de l'année 2018 (et non 2017 comme cela était prévu initialement), conduisant à un rapport à l'automne 2018 ou à l'hiver 2018 exposant les priorités politiques de l'administration et ses décisions sur la manière de développer les défenses antimissiles américaines et alliées. Il y a de bonnes raisons de s'attendre à beaucoup de continuité par rapport au rapport de 2010, avec ses deux engagements à la défense du territoire et de la région, à la coopération avec les alliés et à la stabilité stratégique.

Mais il y a aussi de bonnes raisons de s'attendre à plus de changements qu'à la continuité. Au sein du Parti républicain, il y a un important groupe d'opinion pour s'éloigner de l'engagement du critère "limité" de défense de la Patrie. En outre, il est clairement nécessaire d'adapter les stratégies, politiques et architectures régionales de défense antimissile aux nouveaux défis posés par la Russie et la Chine. Mais faire de grands changements à la stratégie, à la politique et aux capacités de défense antimissile des États-Unis est plus facile à dire qu'à faire. L'argent est limité. La technologie est encore plus contraignante. Les relations avec les alliés peuvent être des catalyseurs essentiels de la stratégie et de la politique des États-Unis, mais aussi des contraintes critiques. De plus, le pouvoir exécutif n'est qu'un acteur sur ce sujet. Le Congrès a des opinions bien arrêtées sur ces questions et, quelles que soient ses préférences politiques, l'administration Trump ne peut obtenir le financement demandé qu'à travers un processus de consultations soutenues avec les parties prenantes du Congrès.

ENCART 4: STRATÉGIE OTAN EN MATIÈRE DE PUISSANCE AÉRIENNE INTERARMÉES

Extrait de la stratégie exposée sur le site de l'OTAN le 26 Juin 2018 (https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_156372.htm)

“ Les forces aériennes de l'OTAN doivent être en mesure de se défendre face à un adversaire de force égale et d'anticiper le rôle croissant des moyens cyber et spatiaux :

c'est ce qu'indique la stratégie OTAN en matière de puissance aérienne interarmées, rendue publique ce mardi (26 juin 2018). Depuis des décennies, la puissance aérienne joue un rôle central dans la défense collective et la gestion de crise à l'OTAN, mais cette stratégie est la première du genre depuis la création de l'Organisation en 1949.

“ Depuis près de 70 ans, la puissance aérienne est un élément central des capacités militaires de l'OTAN. De l'exercice de la dissuasion face à l'Union soviétique pendant la Guerre froide à la lutte contre le terrorisme international dans les déserts d'Afghanistan, en passant par les opérations des années 90 dans les Balkans, la puissance aérienne a permis d'assurer la protection de nos populations et d'atteindre nos objectifs politiques ”, a déclaré la porte-parole de l'OTAN, Oana Lungescu. “ Alors que nous prenons des mesures pour renforcer la préparation des forces armées au sein de l'Alliance, cette stratégie nouvellement établie permettra de garantir que les forces aériennes des Alliés restent des forces de premier plan au niveau mondial, des forces flexibles et parées à toute éventualité ”, a-t-elle ajouté.

Cette nouvelle stratégie présente l'environnement de sécurité actuel et futur dans lequel les forces aériennes des Alliés sont susceptibles d'évoluer. Durant des décennies, les opérations aériennes ont pu être menées en l'absence d'adversaire de taille. Faisant le constat que cette période pourrait bientôt appartenir au passé, la stratégie met en garde contre le fait que les systèmes modernes de défense aérienne, la cyberguerre et la guerre électronique pourraient avoir un impact sur les opérations aériennes de l'OTAN. Ce document montre également combien la puissance aérienne aura à gagner d'un meilleur soutien de la part des forces spéciales, des unités maritimes et des unités cyber au travers du renseignement, de l'appui au ciblage et des évaluations post-frappe.

Selon la stratégie OTAN, les forces aériennes des Alliés doivent être en mesure de combattre sur tous les terrains et dans tous les environnements, y compris dans un espace aérien puissamment défendu et fortement encombré. Les opérations aériennes actuellement menées par l'OTAN se poursuivront, et ce document constitue un cadre pour l'élaboration de doctrines et le développement de nouvelles capacités en matière de puissance aérienne. Le dernier document de ce type, à savoir la stratégie maritime de l'Alliance, a été rendu public en 2011.” ■

LES SOUFFLERIES À GRANDE VITESSE DE LA PLATEFORME FAST LEUR VOL À TRAVERS LE TEMPS

Par Viviana Lago, Laboratoire ICARE, CNRS Orléans, membre de la Commission Aérodynamique et Romain Jousset

Les murs du laboratoire ICARE, unité propre (3021) du CNRS, abritent un ensemble d'installations expérimentales uniques en France dédiées à l'étude des phénomènes aérodynamiques des engins aérospatiaux. Cette plateforme expérimentale, dénommée " FAST " (Facilities for Aerothermodynamics and Supersonic Technologies), n'a pas toujours été située sur le campus CNRS d'Orléans puisqu'elle a en effet survécu à 60 ans de bouleversements.

UN PEU D'HISTOIRE...

Son histoire débute en 1958, lorsque le professeur Edmond Brun fonde le Laboratoire d'Aérodynamique à Meudon pour initier des recherches liées à l'activité sur l'aérodynamique spatiale. Les trois souffleries qui équipent alors le laboratoire ont été spécialement conçues pour permettre l'étude des phénomènes de transport, principalement via frottement et convection, dans les trois domaines de vitesses : incompressible, compressible classique (subsonique et supersonique), et hypersonique. Les phénomènes étudiés ont leur siège dans la couche limite, zone de fluide mince au voisinage des parois des maquettes étudiées. Le laboratoire connaît alors une expansion constante avec la construction des premières souffleries à basse pression en 1960, accompagnée par la suite de la construction des souffleries plasmas. Ces nouveaux moyens expérimentaux permettent d'étoffer les domaines de recherche du Laboratoire d'Aérodynamique en s'orientant vers des études sur les échanges d'énergie et de matière ainsi que sur l'étude des processus physico-chimiques dans les écoulements à grande vitesse.

Pour mener à bien ces nouvelles recherches, ce visionnaire qu'est Edmond Brun et qui va entrer à l'Académie des Sciences en 1969, va faire appel à des financements extérieurs provenant du CNES (Centre National d'Études Spatiales), de la SESSIA (Société d'Études, de construction de Souffleries, Simulateurs et Instrumentations Aérodynamiques), ou encore de la DRME (Direction de Recherches et de Moyens d'Essai) devenue par la suite DRET (Direction de Recherche et des Études Techniques). En 1966, la soufflerie raréfiée hypersonique " SR3 " atteint Mach 20, une première en France. Les recherches menées concernent alors la rentrée dans l'atmosphère de véhicules spatiaux, l'analyse de sillages de missiles, la détermination des formes d'ogives, etc. Ces études sont effectuées grâce à une équipe scientifique de 14 ingénieurs de recherche contractuels et de 8 chercheurs CNRS. De par les installations expérimentales uniques du laboratoire, les différentes souffleries

vont être utilisées pour participer à de grands projets, tels que Ariane 3 et Ariane 5, au projet de navette réutilisable européenne Hermès, ou bien encore à celui de la mission Cassini-Huygens en menant des études sur la rentrée de la sonde spatiale Huygens.

Une première zone de turbulence est traversée en 1968, avec la succession de la direction du Laboratoire d'Aérodynamique qui prend acte en 1970 avec la nomination de Jean-Joseph Bernard, Professeur à l'Université Paris-VI. Ce nouveau directeur se propose de concentrer les recherches autour de trois thèmes : l'aérodynamique inter stationnaire, la physique des gaz et les phénomènes d'interface. Ensuite, il amorce une réorganisation en profondeur, justifiée par le constat que les recherches qui avaient fait la renommée du laboratoire ne sont plus à la frontière de la recherche et tendent plutôt vers des études de développement. Comme c'est le cas pour la plupart des laboratoires français et étrangers, le Laboratoire d'Aérodynamique doit amorcer sa reconversion vers de nouveaux sujets de recherche. Ceci ne signifie pas pour autant l'abandon total des travaux dans les domaines de l'aéronautique et de l'astronautique. Ceux-ci sont en effet centrés sur des équipements expérimentaux de premier plan dans le domaine des basses pressions ainsi qu'en aérodynamique super- et hypersonique qui constituent le point saillant du laboratoire. C'est pourquoi, cette dualité entre recherche fondamentale et recherche appliquée dans laquelle le Laboratoire d'Aérodynamique a évolué depuis sa création, fait qu'il intègre de manière naturelle le nouveau département des Sciences Physiques pour l'Ingénieur (SPI), créé en 1975 au sein du CNRS, correspondant au département INSIS actuel.

En 1992, les souffleries traversent une deuxième zone de turbulence provoquée par les mesures de redéploiement du laboratoire en province adoptées par le gouvernement de l'époque. Dans ce contexte, le CNRS décide alors de relocaliser le Laboratoire d'Aérodynamique à Orléans. C'est ainsi que seules les équipes " Plasma " et " Gaz raréfiés-hypersoniques " vont faire partie du voyage, avec le transfert des moyens d'essai lourds qui constituent le point fort du Laboratoire d'Aérodynamique. Le Directeur de Recherche Jean-Claude Lengrand est alors nommé directeur du laboratoire et aura la lourde tâche de mener à bien cette opération. Avec le soutien de la Région Centre, le redéploiement d'une partie du laboratoire avec transfert progressif des installations débute en 1995 et s'achève en 2000. En 2003, Jean-Claude Lengrand laisse sa place à Jean-Pierre Martin, Directeur de Recherche



Vue panoramique du hall des groupes de pompage de la plateforme FAST

venant du laboratoire EM2C de l'Ecole Centrale Paris. Ce nouveau directeur va alors donner un nouveau souffle au laboratoire et aux activités de recherche liées à la plateforme expérimentale FAST constituée des souffleries qui ont été déménagées de Meudon à Orléans.

En 2007, le laboratoire subit les effets d'une troisième zone de turbulence en raison des mesures de fusion de laboratoires menées par le CNRS et qui vont concerner le Laboratoire d'Aérothermique. Celui-ci va en effet fusionner avec un laboratoire voisin, le LCSR, dont les activités de recherche concernent la combustion et la réactivité atmosphérique. Ironie de l'Histoire, car le Laboratoire d'Aérothermique retrouve ainsi des activités de recherche qu'il avait lorsqu'il était implanté à Meudon. Le nouveau laboratoire créé, ICARE, garde son statut d'unité propre de recherche du CNRS et regroupe les activités de recherche des deux laboratoires fusionnés, sous la direction d'Iskender Gökalp, Directeur de Recherche issu du LCSR.

LES SOUFFLERIES À GRANDE VITESSE DE LA PLATEFORME FAST AUJOURD'HUI

Malgré ces bouleversements, la plateforme expérimentale FAST a pu traverser le cours de ces 60 années sans disparaître, et ce en dépit des changements de direction, des changements d'implantation géographique et de la perte de personnel subie au cours des années, perte amplifiée par le déménagement de Meudon à Orléans.



Vue du hall d'expériences de la plateforme FAST

Actuellement, trois souffleries constituent cette plateforme expérimentale : MARHy (ex SR3), PHEDRA (ex SR5), et EDITH (ex SH2). Ces différentes installations ont été maintenues en fonctionnement et modernisées progressivement ce qui permet au laboratoire ICARE de disposer, aujourd'hui, d'un ensemble de souffleries unique en Europe. Cet ensemble permet de simuler expérimentalement les phénomènes aérothermodynamiques des rentrées atmosphériques depuis la frontière de l'espace (environ 120 km d'altitude) jusqu'à une vingtaine de kilomètre d'altitude. Un point commun entre ces trois souffleries et une des particularités importantes et non négligeables pour les études qui y sont menées réside dans le fait que ces souffleries sont toutes associées à un puissant groupe de pompage propre à chacune d'entre elles. Cela permet un mode de fonctionnement continu, par opposition aux souffleries à rafales où seules des études sur des temps très courts peuvent être menées.

La soufflerie à Mach Adaptable Raréfié Hypersonique (MARHy), est une soufflerie raréfiée, couvrant des nombres de Mach allant de 0,6 à 20. Cette soufflerie permet de simuler, en termes de pression, des altitudes comprises entre 20 km et 110 km, ce qui permet de reproduire les régimes d'écoulement transitionnel (faiblement raréfié) et proche moléculaire libre (de plus en plus raréfié). Différentes tuyères de Laval sont utilisables pour créer des écoulements laminaires à différents nombres de Mach. En moyenne, le diamètre du noyau isentropique de l'écoulement varie entre 10 cm et 14 cm, ce qui permet de tester des d'objet de différentes tailles pour reproduire expérimentalement plusieurs niveaux de raréfaction (déterminés par le nombre de Knudsen). Concernant les régimes hypersoniques, le gaz est chauffé lors de la traversée d'une résistance en graphite avant le col de la tuyère pour éviter qu'il ne se liquéfie lors de la forte détente subie dans le divergent des tuyères hypersoniques. Lors de la réinstallation de la soufflerie MARHy à Orléans, le groupe de pompage a été entièrement renouvelé.

Il comporte actuellement 2 pompes primaires et 14 pompes de type Roots, lui conférant une capacité totale de pompage de 153 000 m³/h. Ce groupe de pompage, de la société MPR, est entièrement automatisé, assurant ainsi un fonctionnement optimal de la soufflerie pendant les expériences. La totalité des capteurs du suivi du fonctionnement pour les différentes tuyères a été entièrement modernisée et un nouveau système d'acquisition assure



Vue panoramique de la soufflerie hypersonique raréfiée Marhy

le suivi et l'acquisition des différents paramètres caractéristiques des écoulements. Récemment, la remise en fonctionnement des capacités hypersoniques de la soufflerie MARHy, notamment avec la tuyère Mach 20, s'est accompagnée du développement d'une baie de contrôle spécifiquement dédiée aux tuyères hypersoniques.



La soufflerie à Plasmas Phedra

La soufflerie à Plasmas Hors d'Equilibre De Rentrées Atmosphériques (PHEDRA) permet de créer des écoulements ionisés supersoniques à basse pression. Cette soufflerie permet ainsi de simuler les conditions extrêmes rencontrées par un véhicule ou une sonde spatiale lors de leur déplacement à des très grandes vitesses dans les couches atmosphériques plus denses. Un générateur de type arc-jet, placé dans le caisson d'expérience, permet de détendre un gaz ionisé par transfert d'énergie électrique au travers une tuyère, formant ainsi des écoulements plasma dont les vitesses sont comprises entre 2 km.s^{-1} et 8 km.s^{-1} . La particularité de cette torche à plasma réside dans sa conception dont le col en tungstène inséré dans la tuyère en cuivre assure une grande stabilité de fonctionnement dans le temps. De plus, la géométrie particulière de la tuyère permet d'atteindre des enthalpies spécifiques très élevées (50 MJ.kg^{-1}) malgré les puissances électriques très modestes mises en jeu (inférieures à 10 kW), évitant

ainsi la destruction des électrodes et la pollution du jet de plasma par des particules métalliques. Un autre avantage de la conception de ce générateur réside dans le fait qu'il utilise des cathodes en tungstène mais aussi en molybdène, permettant ainsi d'ioniser directement des gaz contenant de l'oxygène. Cela permet ainsi de produire des plasmas pendant plusieurs heures en continu avec de l'air, ou avec d'autres composés, notamment du CO_2 à des fortes proportions. Pour cette raison, la soufflerie PHEDRA est capable de simuler une rentrée dans l'atmosphère de Mars. Comme pour la soufflerie MARHy, le groupe de pompage associé à la soufflerie à plasma a été renouvelé et automatisé. Il est composé de 3 pompes primaires et de 3 pompes de type Roots de la société MPR, ce qui permet d'obtenir une capacité de pompage de $26\,000 \text{ m}^3/\text{h}$.

La soufflerie pour l'Étude Des Interactions et de Transferts en Hypersonique (EDITH), est une soufflerie créant des écoulements à grande vitesse mais qui fonctionne à des pressions plus élevées que les souffleries MARHy et PHEDRA. Les pressions sont ici de l'ordre du centième de la pression atmosphérique, simulant ainsi des couches plus basses lors de la rentrée atmosphérique. Elle est équipée d'un compresseur fournissant de l'air propre à des pressions comprises entre 12 Pa et 25 Pa et d'un groupe de pompage comportant 2 puissantes pompes à palettes capables d'absorber 1 kg d'air par seconde en maintenant une pression résiduelle de 4 mbar dans la chambre d'expérience. Ces capacités uniques donnent une grande marge de manœuvre pour adapter la forme des tuyères en fonction des conditions d'études.

La plateforme expérimentale FAST possède également un ensemble de moyens de diagnostic associés aux souffleries et spécifiques aux particularités des écoulements créés dans chacune d'entre elles : écoulements raréfiés hypersoniques, écoulement supersonique à haute enthalpie, écoulement supersoniques en régime continu, etc. Ce panel élargi de moyens de diagnostic permet alors une analyse approfondie des phénomènes aérodynamiques, thermiques et physico-chimiques ayant lieu dans les différents types d'écoulements rencontrés lors d'une rentrée atmosphérique.

La pérennisation du savoir-faire acquis au fil des années et son développement continu ont permis de maintenir certains axes de recherches “ historiques ” et d’en développer de nouveaux, plus en lien avec l’actualité et les enjeux socio-économiques présents et futurs.

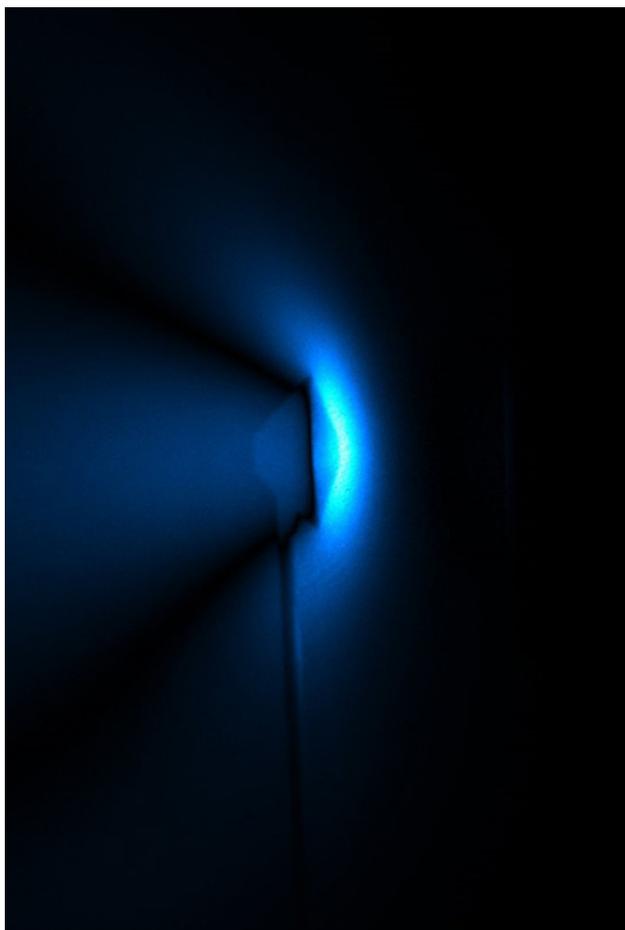
LES RECHERCHES ACTUELLES ET FUTURES

Depuis sa réinstallation à Orléans, les études menées avec la soufflerie MARHy ont principalement concerné le contrôle d’écoulement par plasma. L’idée d’ioniser un gaz avec un dispositif dédié pour en modifier l’écoulement autour de différentes géométries a gagné en intérêt depuis quelques années dans le domaine aérospatial. Les applications potentielles sont nombreuses et concernent notamment les écoulements raréfiés super/hypersoniques : manipulation des ondes de choc pour agir sur les coefficients aérodynamiques, atténuation des ondes de choc pour diminuer les transferts thermiques, ou encore augmentation de la furtivité. Ces “ actionneurs plasmas ” de type électro-hydrodynamiques (EHD), consistent en un jeu d’électrodes conductrices, judicieusement placées à la surface d’un objet, permettant d’y établir une décharge électrique. Un des principaux avantages de ce type d’actionneur est le temps de réponse très bref qui permet, par exemple, une utilisation durant certaines périodes précises d’une rentrée atmosphérique. L’originalité des études menées avec la soufflerie MARHy réside dans le fait que ces actionneurs plasmas ont été testés pour la première fois dans des conditions d’écoulement super/hypersonique et à des pressions très basses, correspondant aux conditions rencontrées lors d’une rentrée atmosphérique. Différents couples de nombre de Mach et de pression d’écoulement ont été étudiés par Sandra Coumar au cours de sa thèse (2014-2017), couvrant des écoulements de Mach 2 à Mach 20 et des pressions de 0,06 Pa à 71 Pa. Les différentes expériences menées ont permis de démontrer que ces actionneurs plasmas, dont la puissance peut être modulée à volonté, vont engendrer une modification de l’angle du choc autour de la géométrie, induisant ainsi une augmentation de la traînée de l’objet testé et donc une diminution de sa vitesse de rentrée. Pour les écoulements à Mach 20, des actionneurs utilisant une décharge impulsionnelle (durée de l’ordre de la nanoseconde) se sont montrés particulièrement efficaces. Ces résultats récents laissent entrevoir dans un futur plus ou moins proche que ce type de dispositif pourrait être utilisé pour améliorer le freinage d’engins spatiaux lors de leur rentrée atmosphérique en complément des dispositifs mécaniques classiques dont la masse embarquée serait alors réduite.



Contrôle d’écoulement par plasma à Mach 20

La soufflerie PHEDRA est, elle, particulièrement adaptée pour étudier la structure des chocs et les transferts d’énergie en présence d’écoulements de plasma en déséquilibre thermodynamique. Son fonctionnement permet de modifier aisément l’enthalpie spécifique de l’écoulement et ainsi de modifier sa vitesse, le taux d’ionisation et de dissociation, et son équilibre thermique. Ces propriétés sont particulièrement importantes puisqu’elles influent sur les transferts thermiques lors des rentrées atmosphériques. De nombreuses études ont ainsi été réalisées avec la soufflerie PHEDRA lors de la conception de la sonde spatiale Huygens (mission Cassini-Huygens) avec des écoulements plasma contenant 99 % de N₂ et 1 % de CH₄, simulant une entrée dans l’atmosphère de Titan. Depuis la réinstallation à Orléans, les recherches se focalisent sur des plasmas de type “ martien ” composés essentiellement de 97 % de CO₂ et 3 % de N₂, pour répondre aux besoins spécifiques des programmes sur l’exploration de la planète Mars. Ces études ont notamment fait l’objet d’un support financier de l’ANR (2006-2010). Actuellement, une étude est menée avec d’autres laboratoires (CORIA, EM2C, Université Clermont Auvergne, IUSTI) à la demande du CNES pour analyser les mesures effectuées durant la phase d’entrée atmosphérique de l’atterrisseur Schiaparelli de la mission ExoMars 2016. En dépit de la perte de l’atterrisseur, des données ont pu être enregistrées et transmises lors du début de l’entrée dans l’atmosphère martienne. Dans ce consortium, la plateforme FAST avec la soufflerie PHEDRA possède les capacités expérimentales de simuler l’interaction entre un écoulement supersonique de type martien et une maquette représentant l’atterrisseur Schiaparelli. Ces tests en soufflerie ont pour but d’étudier l’écoulement autour de la maquette et plus particulièrement l’émission radiative du CO et CO₂ dans le domaine de l’infrarouge.



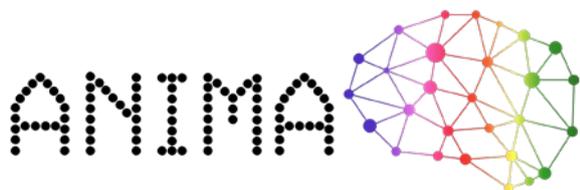
Étude d'un écoulement plasma type martien autour de l'atterrisseur Schiaparelli réalisée dans la soufflerie PHEDRA

Les travaux récents dans la soufflerie EDITH concernent le contrôle fluide d'un jet supersonique en sortie de tuyère. En effet, la Direction des Lanceurs du CNES a fait appel à la plateforme FAST pour étudier la possibilité de modifier la poussée d'une tuyère en utilisant un dispositif de contrôle actif de type fluide. Cette étude a fait l'objet de la thèse de Vladeta Zmijanovic (2011-2014) où il a été démontré expérimentalement qu'il était possible de dévier le jet d'une tuyère d'un angle compris entre 5° et 9° en injectant jusqu'à 10 % du débit total dans le divergent de la tuyère. Les essais effectués avec la soufflerie EDITH montrent ainsi qu'il serait possible d'utiliser cette technique pour s'affranchir des systèmes hydrauliques équipant les tuyères de poussée utilisés jusqu'à présent sur les lanceurs. Les résultats de cette étude sont actuellement appliqués aux études menées sur des tuyères "double galbe".

À l'image d'une rentrée atmosphérique, les souffleries à grandes vitesses du laboratoire ICARE ont donc connu plusieurs épisodes d'intenses bouleversements, mais ont néanmoins pu atteindre un environnement plus clément au sein du campus CNRS d'Orléans. Afin que la plateforme expérimentale FAST puisse continuer son vol à travers le temps, la problématique des rentrées de débris spatiaux va faire l'objet d'études futures pour continuer à répondre de manière pertinente aux enjeux socio-économiques présents et futurs. Une thèse de doctorat va en effet commencer en octobre 2018 sur cet axe de recherche et les souffleries MARHy et PHEDRA, de par leurs spécificités expérimentales uniques, vont être mises à profit pour mener à bien ces études. Dans un futur plus ou moins proche, d'autres études seront menées avec les souffleries à grandes vitesses de l'ICARE et concerneront les futurs projets d'exploration de l'espace, les voyages vers Mars ou vers certains satellites naturels des géantes gazeuses, et pourquoi pas concerneront les moyens de transport terrestre de l'avenir. Les capacités expérimentales uniques des souffleries à grandes vitesses de la plateforme FAST permettront, qui sait, d'écrire 60 années supplémentaires de recherches scientifiques uniques dans le paysage français... ■

ANIMA – UN PROJET H2020 NOVATEUR SUR L'IMPACT DU BRUIT AÉRONAUTIQUE

Par Laurent Leylekian, coordinateur du projet ANIMA, ONERA



C'est un projet original et ambitieux qui a débuté le premier octobre 2017. Financé dans le cadre du programme de recherche et d'innovation H2020 de l'Union européenne, ANIMA rassemble vingt-deux partenaires sous la houlette de l'ONERA avec pour objectif de mieux comprendre les impacts du bruit aéronautique et notamment la gêne induite.

ANIMA n'est pas stricto sensu un projet sur le bruit. Les équipes impliquées ne s'intéressent que marginalement à calculer ou à mesurer le bruit à la source c'est-à-dire celui émis par les avions ou par certaines de leurs sous-parties (trains d'atterrissage, dispositif hypersustentateurs, turboréacteurs). ANIMA signifie en effet "Aviation Noise Impact Management through Novel Approaches" soit "Gestion de l'impact du bruit des avions par de nouvelles approches". Plus que le bruit, c'est bien son impact qui est considéré et notamment la façon dont les différents acteurs du transport aérien gèrent leur relation avec les communautés impactées par le bruit. Une thématique qui entre en résonance avec celle de l'acceptabilité du transport aérien portée par la 3AF.

La nuisance liée au bruit est en effet un facteur critique : mal prise en compte, mal gérée, mal compensée, elle peut mettre en péril le développement des infrastructures de transport aérien et, de manière plus générale, la croissance du transport aérien elle-même. C'est d'ailleurs pourquoi le projet ANIMA participe de l'initiative Future Sky promue par l'EREA – l'Association européenne des Etablissements de Recherche sur l'Aviation – initiative qui s'est donnée pour objectif d'investiguer les grands défis pouvant affecter le développement de l'aviation de ligne à l'horizon 2050 : sécurité bien sûr, mais aussi bruit et énergie.

ANIMA se fonde sur un certain nombre de connaissances préliminaires:

1. Premier fait bien établi mais mal connu du grand public et des communautés vivant à proximité des aéroports: le bruit a déjà été significativement réduit. Depuis la fin des années 1990, des efforts considérables ont été déployés à travers de nombreux projets de recherche dont la plus grande partie a été financièrement

soutenue par les programmes de R&D de la Commission européenne. CleanSky et SESAR sont sans aucun doute les plus connus de ces projets mais eux-mêmes ne constituent que la phase d'intégration de technologies et de protocoles mis au point dans le cadre de projets de moindre envergure. CleanSky intègre de nombreuses technologies de réduction de bruit mises au point dans le cadre de projets dédiés tandis que SESAR met en œuvre des procédures d'approche et de décollage à moindre bruit pour le Ciel Unique européen. D'un point de vue opérationnel, ces efforts de recherche ont permis une décreue significative du bruit par avion et par opération, c'est-à-dire par décollage ou par atterrissage. Mais ce n'est pas le cas de leur impact qui a, pour sa part, augmenté et qui pose de réelles questions sociales et environnementales. Il ne s'agit pas simplement de plaintes pour des épisodes ponctuels de gêne, mais de troubles du sommeil, d'angoisses et de dépressions, de difficultés d'apprentissage des enfants voire de troubles physiologiques allant jusqu'à une prévalence accrue d'hypertension et d'accidents cardiovasculaires.

2. Le nombre de mouvements autour des grands aéroports est resté stable ou a même diminué. Une idée couramment avancée pour expliquer la gêne croissante est que le trafic aérien aurait explosé et que le gain par opération précédemment mentionné aurait été en quelque sorte annihilé par un nombre de mouvement multiplié par dix ou par cent. Une analyse plus objective des données permet de voir que la situation est plus nuancée, au moins sur les grandes plateformes : le nombre de passagers transporté a effectivement bondi, mais le nombre de mouvements a été réduit ou est resté stable en raison d'une meilleure gestion du taux de remplissage des appareils. Pour donner quelques exemples, le trafic 2016 à Paris Charles de Gaulle était de 479 000 mouvements tandis qu'il était de 517 000 mouvements en 2000. De même à Londres Heathrow, il est de 475 000 mouvements en 2016 contre 467 000 en 2000 et à Francfort il était toujours en 2016 de 463 000 contre 459 000 en 2000. Pour être parfaitement juste, il y a eu un pic de mouvements en 2008, juste avant la crise, mais les chiffres restaient du même ordre (575 000 à CDG, 473 000 à Heathrow et 477 000 à Francfort).

Il est en revanche vrai que le trafic a explosé dans des aéroports de moindre envergure, surtout dans les pays d'Europe orientale. Par exemple l'aéroport de Iasi en Roumanie – qui est partenaire du projet ANIMA – a vu son trafic passer de 1800 mouvement en 2005 à 11 700 en 2017 ! Dans le même temps, un aéroport comme celui de Sofia en Bulgarie est passé de 32 000 à 58 000 mouvements.

Cependant, les plaintes de riverains n'ont pas encore émergé – ou n'ont pas encore trouvé de moyen structuré de s'exprimer – autour de ces plateformes, bien au contraire : le coût faible du foncier ainsi que la perspective d'emplois liés à la présence de l'aéroport y ont renforcé l'attractivité et provoqué une croissance de la population adjacente. Evidemment, les plaintes suivront mais leur émergence implique une prise de conscience citoyenne qui n'est pas encore au rendez-vous.

3. Troisième fait : d'innombrables travaux ont définitivement établi que la gêne due à des niveaux de bruit inchangés a bien augmenté autour des grands aéroports. Pour donner quelques chiffres, les courbes " doses-réponse " sur lesquelles est fondée la directive " bruit " de l'Union européenne (2002) indiquait que moins de 5 % des personnes sondées étaient " hautement gênées " par des niveaux de bruit d'avions de 50 décibels. Les travaux les plus récents montrent qu'ils sont aujourd'hui plus de 15 %. À 65 décibels, 25 % des personnes testées se disaient " hautement gênées ". Elles sont aujourd'hui 45 % à le dire. Comment expliquer cette augmentation ? Il est probable que la banalisation du transport aérien a transformé la perception que nous en avons. Il s'agissait autrefois d'un moyen de transport pour une élite suscitant le rêve et l'envie alors qu'il s'agit désormais d'un transport de masse dont la dimension " magique " a disparu et dont on ne voit en conséquence plus que la nuisance induite. Cependant, cette " explication " est sans doute un peu courte d'autant plus qu'elle n'est absolument pas uniforme. Nous savons qu'à niveau de bruit et à typologie de bruit équivalents, les riverains autour de certains aéroports se plaignent tandis que d'autres ne se plaignent pas. Pourquoi cela ? Est-ce dû à des facteurs culturels, à des évolutions des modes de vie, ou à des pratiques de gestion du bruit et de la gêne plus ou moins adaptées de la part des aéroports concernés ?

C'est là le cœur du questionnement pour ANIMA qui n'est pas un projet technologique : comprendre où est la gêne dans le bruit. Comprendre dans quelle mesure et jusqu'où le bruit est effectivement la source des maux qu'expriment les plaintes assignées au bruit. Comprendre si, et comment, des politiques compensatoires visant à améliorer l'environnement des riverains sur d'autres points pourraient conduire à une meilleure qualité de vie à niveaux de bruits équivalents, voire à accepter la possibilité d'une croissance du trafic. Comprendre quelles sont les pratiques d'atténuation de l'impact du bruit qui sont les plus efficaces et quelles sont celles qu'il vaut mieux abandonner.

Ces objectifs revêtent désormais une importance particulière car on ne peut plus compter uniquement sur la technologie pour réduire le bruit. La réduction du bruit des avions par des dispositifs technologiques a fait des progrès impressionnants qui ne peuvent sans doute

qu'être moindre désormais. Les objectifs de recherche initialement définis par l'ACARE (Advisory Council for Aviation Research and Innovation in Europe) et repris à son compte par la Commission européenne consistaient à réduire de moitié le bruit perçu par opération entre 2000 et 2020. Les considérables efforts consentis ont effectivement permis d'atteindre la moitié de cet objectif en 2010. On pense que le plein objectif 2020 sera atteint avec un peu de retard, typiquement vers 2030. Depuis lors cependant, les objectifs de recherche ont été encore renforcés et il s'agit désormais de parvenir à une réduction de 65 % du bruit perçu – toujours par rapport à l'année 2000 – à l'horizon 2050. En termes techniques, ces objectifs de 50 % et de 65 % ont été traduits par -10 décibels et -15 dB. Il faut bien comprendre qu'en termes d'intensité sonore, ceci signifie l'élimination de 90 % puis de 97 % du bruit ! Inutile de dire qu'il est plus facile de gagner les premiers décibels que les derniers d'où la probable saturation annoncée. De plus, le problème n'est pas (que) là : les règles d'urbanisme relatives au bruit des avions sont précisément fondées sur de telles considérations intensimétriques. Il est interdit de construire des immeubles d'habitation dans un périmètre où l'intensité est jugée trop importante. En France, c'est l'objet des Plans d'Exposition au Bruit (PEB). Dès lors que les avions font moins de bruit, ces zones d'exclusion foncière se restreignent et ... les maisons se rapprochent anéantissant ainsi les efforts conduits au niveau du bruit à la source. Certainement plus une question pour le législateur que pour l'ingénieur.



Laurent Leylekian



En conséquence, ANIMA conduit son effort selon trois axes. Le premier axe consiste à évaluer les pratiques des aéroports en matière de gestion et de réduction du bruit et à identifier les meilleures pratiques. Le second axe consiste à approfondir notre connaissance scientifique de la gêne et en particulier des facteurs non acoustiques qui l'influencent. À cet effet, soulignons qu'ANIMA rassemble une large palette d'experts parmi les vingt-deux partenaires issues de dix pays de l'Union et d'Ukraine : des ingénieurs et des acousticiens bien sûr mais aussi des spécialistes de l'aménagement du territoire, des sociologues de l'environnement, des responsables d'aéroports en charge de la mise en œuvre des réglementations relatives au bruit. Il a paru évident à notre consortium que les principaux progrès ne pourraient émerger qu'à l'interface des différentes disciplines mobilisées.

En ce qui concerne le premier axe par exemple, un important travail de recueil et de compilation des couches réglementaires auxquelles sont soumis les aéroports a été entrepris. Tous les grands aéroports européens sont évidemment soumis à la Directive Bruit de l'Union européenne (EU 2002/49) mais aussi au " règlement 598/2014 sur l'établissement de règles et de procédures concernant l'introduction de restrictions d'exploitation liées au bruit dans les aéroports de l'Union, dans le cadre d'une approche équilibrée ". Cependant, en raison du principe de subsidiarité, ils sont également soumis à d'innombrables autres textes réglementaires qu'ils soient

de nature nationale, fédérale, régionale ou même locale. À travers le recueil et l'analyse de ces textes mais aussi et surtout à travers des entretiens avec les personnes en charge de leur mise en œuvre dans les différents pays de l'Union, nous tentons de comprendre les différences entre les situations des différents aéroports et d'illustrer ce que pourraient être les meilleures pratiques, que ce soit pour la gestion foncière, pour les améliorations opérationnelles, voire pour les restrictions, en tenant compte autant que possible des considérations liées à l'intermodalité et aux interdépendances avec les autres nuisances (en particulier la pollution). L'objectif à terme est d'être en capacité de formuler des recommandations différenciées pour différentes typologies d'aéroports. Evidemment, les grandes plateformes ont souvent leurs propres experts et sont généralement capables de mises en œuvre remarquables de politiques de gestion du bruit. Mais ce n'est pas toujours le cas pour les petites infrastructures – celle qui précisément se développent rapidement – et qui sont en demande de telles expertises. Il y a ainsi quatre aéroports partenaires du consortium ANIMA : les deux grands hubs que sont Heathrow et Schiphol et les aéroports régionaux de Iasi en Roumanie et de Kiev en Ukraine. Et même pour les grands aéroports, il y a encore de nombreuses pistes de progrès, par exemple sur les relations entre bruit et impact sanitaire ou sur les relations entre bruit et gêne. Quelques fragmentaires que soient nos connaissances scientifiques en la matière, il est très probable que ces connaissances et leurs implications n'aient pas encore été transposées dans les politiques aéroportuaires relatives à la gestion de



Un projet qui a retenu l'attention des parlementaires européens Merja Kyllönen (2^{ème} à droite) et Ayala Sander (1^{ère} à gauche)

la gêne ou en matière de santé publique. Nous aimerions ultimement être en mesure de formuler des recommandations à cet égard.

C'est pourquoi le second axe d'ANIMA traite de recherches amont, notamment sur ces facteurs non acoustiques. Nous allons par exemple mener des travaux afin de déterminer si les campagnes de communication ou les initiatives prises par les aéroports visant à impliquer les riverains participent réellement à une amélioration de la qualité de vie. À cet effet, des sondages seront conduits avec les aéroports partenaires avant et après la mise en place de telles initiatives. Au-delà de cet exemple, nous tenterons d'aboutir à la définition de " profils dynamiques de gêne ". Pour cela, nous allons développer une application mobile permettant aux personnes d'exprimer instantanément leur gêne liée au bruit. En croisant la gêne exprimée – en un lieu et en un instant déterminés par les données GSM – avec les niveaux de bruit calculés à cet endroit et à ce moment précis, nous espérons obtenir des données dynamiques qui pourraient être encore enrichies si les usagers autorisent le croisement de ces données avec celles de leurs réseaux sociaux. À terme nous souhaiterions être capables d'obtenir au lieu des classiques cartes statiques d'intensité de bruit moyenné, des cartes dynamiques de gêne et de véritables typologies de profils de gêne. Ceci permettrait de mieux cibler les méthodes de remédiation. Précisons que, dans le cadre d'ANIMA, les données récoltées seront rendues anonymes pour d'évidentes raisons éthiques.

Tout ceci signifie-t-il qu'ANIMA fournira des réponses définitives à toutes les questions de bruit. Non évidemment, tant est vaste la problématique considérée. De plus, rappelons qu'ANIMA est un projet de recherche et que, aussi importants qu'ils pourront être, les résultats de ce projets n'auront un impact opérationnel que s'ils font l'objet d'une transposition politique et réglementaire. C'est en cela que le troisième axe d'ANIMA est important.

Ce troisième axe est une action de capitalisation des connaissances acquises sur la gêne et, de manière plus générale, une action de maintien de la Feuille de Route Européenne sur la Recherche liée au bruit aéronautique. L'idée poursuivie est d'enrichir les travaux actuellement tirés par la technologie par une capacité de prévision de réduction de la gêne qu'auront éventuellement les nouvelles technologies, les nouvelles architectures d'avions ou les nouvelles procédures. Ce qui nous guide est une vision dans laquelle nous passerions idéalement d'une conception " bas bruit " à une conception " faible gêne ". Et au-delà des légitimes considérations sociétales, nous sommes convaincus que ce saut paradigmatique renforcerait également le leadership européen vis-à-vis de la concurrence mondiale. À cet effet, ANIMA coordonne un vaste réseau d'experts et d'acteurs de la recherche incluant notamment les coordinateurs des autres projets européens à visée plus technologique. Ensemble, nous entendons contribuer à cette feuille de route, stimuler de nouvelles approches permettant de combler les lacunes scientifiques sur la connaissance de la gêne et proposer des collaborations ciblées cohérentes avec la stratégie européenne de collaboration internationale en matière de recherche et d'innovation. Sans doute pas la moindre des ambitions d'ANIMA. ■

LE PROJET FEDERATION DU CNES

PRÉSENTATION DE L'INITIATIVE FEDERATION DU CNES AU SIÈGE D'OLIVER WYMAN À PARIS

Par Damien Hartmann, président d'Open Space Makers et Bruno Chanetz, président d'Alumni-ONERA

CONTEXTE DE LA PRÉSENTATION

Cette présentation a été faite dans le cadre d'une table ronde sur l'Open Innovation, qui s'est tenue le mardi 15 mai, rue Euler dans le 8^{ème} arrondissement de Paris, au siège d'Oliver Wyman (Marsh et McLennan Companies), l'un des tout premiers cabinets de conseil de direction générale mondiaux avec plus de 4700 professionnels, répartis dans plus de 50 villes dans 30 pays. Cet événement était co-organisé par Oliver Wyman et Alumni-ONERA, l'association des anciens docteurs, post-docteurs et doctorants de l'ONERA. Les organisateurs Eric Ciampi et Archag Touloumian (Oliver Wyman), ainsi qu'Alain Durand et Bruno Chanetz (Alumni-ONERA) avaient prévu quatre conférences :

- Les *business models* de l'économie ouverte par Louis-David Benyayer, professeur affilié à ESCP Europe ;
- L'initiative FEDERATION du CNES, par Damien Hartmann, président d'Open Space Makers ;
- Nouvelles stratégies d'open innovation par approche agile : impact sur les centres R et D, par Florin Paun, directeur Innovation Group chez AKKA Technologies et membre Alumni-ONERA ;
- Open Innovation : l'initiative E3 : Explore, Engage, Endure, par Denis Gardin, Directeur Innovation et Technologies Futures chez MBDA.



Rotonde au siège d'Oliver Wyman

RAPPELS SUR FEDERATION

L'initiative Federation, née au sein du CNES, a fait l'objet du numéro spécial de la Lettre 3AF n° 26 d'août 2017. Le CNES est conseiller fondateur de l'association Open Space Makers. En pratique, cette association a pour mission de :

- réaliser la vision du CNES et de porter le message que tout le monde est appelé à se lancer dans la fabrication de matériel spatial, en *open source*,
- donner les outils et l'accompagnement nécessaires pour que n'importe qui puisse se lancer.

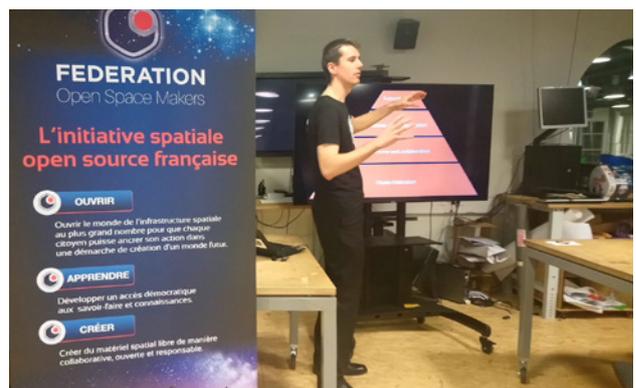
L'objectif de la plateforme web www.federation-openspacemakers.com, est de permettre la diffusion de Federation, de susciter l'adhésion et ainsi faciliter la proposition et la conception d'infrastructure spatiale libre.



Salle de réunion chez Oliver Wyman

EXEMPLES DE PROJETS COLLABORATIFS

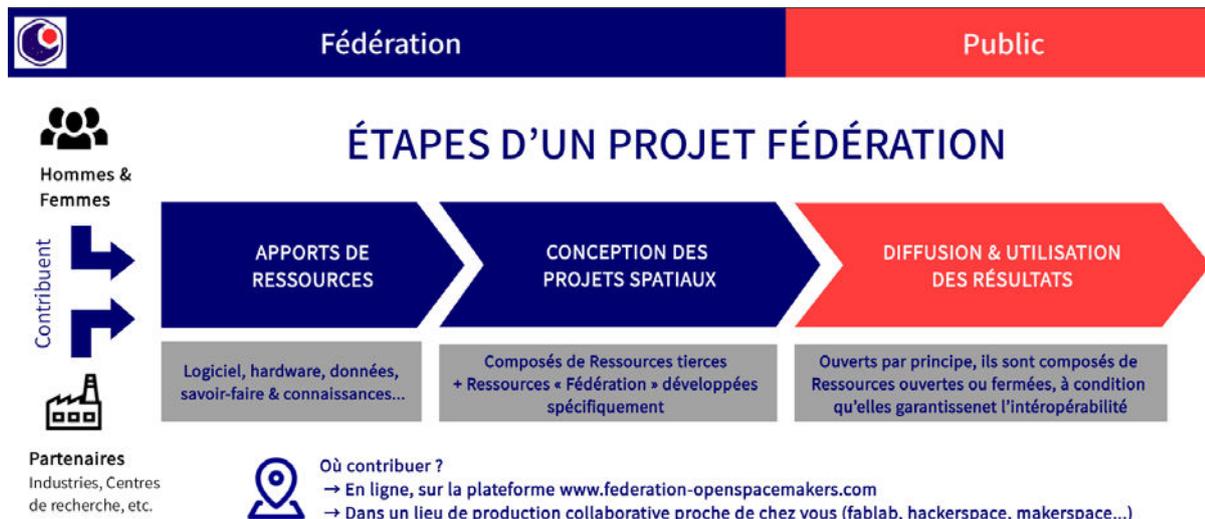
Quatre exemples de projets collaboratifs, déjà engagés, ont été présentés par Damien Hartmann.



Damien Hartmann

UN ROBOT COLLECTEUR DE DÉBRIS

Ce robot collecteur de débris est doté de bras pour rassembler les déchets spatiaux et de modules pour les désorbiter. Une partie du projet consiste aussi à qualifier le milieu aquatique pour réaliser des tests de mobilité sur Terre, et étudier les similitudes et différences avec le vide spatial.



Robot collecteur de débris

UN MODULE DE TÉLÉMÉTRIE POUR NANO-SATELLITES

Ce module de télémétrie pour nanosatellites, vise la transmission de données de télémétrie et de données vidéos. Ce projet est réalisé en partenariat avec l'Amsat France, l'association française des radioamateurs.

UNE CUVE ULTRAVIDE

Cette cuve doit permettre de tester des composants dans des conditions de vide spatial. Ce projet avait déjà été initié il y a quelques années dans un hackerspace de région parisienne avec notamment l'objectif de démontrer que ce type de matériel pouvait non seulement être réalisé dans un lieu de production collaborative, mais en plus avec un coût très bas par rapport aux standards du marché.

DES SYSTÈMES DE PRODUCTION DE RESSOURCES IN SITU SUR MARS

Ce projet est développé en partenariat avec l'Association Planète Mars. Il vise à documenter et prototyper la totalité de la chaîne de création, à partir des ressources martiennes, de l'ensemble des composants nécessaires pour soutenir une base humaine sur la planète rouge. Méthanateur, électrolyseur, haut fourneau...

De nombreux passionnés du spatial sont motivés par le passage à la création de matériel, du type moteur de fusée. Fédération propose aujourd'hui à tous ces passionnés, qui se lancent dans l'aventure dans leur garage, d'orienter leur énergie vers des activités légales réellement tournées vers les étoiles !

De même, un industriel peut avoir parmi sa liste d'idées non développées, plusieurs concepts dont le développement pourrait être intéressant à moyen ou long terme, mais il n'a pas décidé d'y affecter des ressources propres jusqu'ici. Il peut faire une proposition des grandes lignes du projet via la plateforme Fédération, et lancer un appel à manifestation d'intérêt. L'industriel propose alors aux équipes intéressées un mode de fonctionnement via la plateforme Fédération avec relais au sein de l'entreprise.

On peut également imaginer qu'une part croissante de l'humanité va vivre dans l'espace dans les décennies à venir. Quelles technologies (BTP, cuisine, agriculture, production industrielle, urbanisation, sport ...) peuvent être développées dès aujourd'hui pour fonctionner dans une ville spatiale, qu'elle soit en orbite ou sur une autre planète ?

Fédération est aussi là pour supporter des projets dans tous ces domaines !

Fédération fait appel à vous :

- en tant qu'individus, lancez ou rejoignez des projets de conception et de fabrication de matériel spatial ;
- rejoignez l'équipe Federation pour contribuer à l'émergence de nouveaux projets et à leur développement ;
- en tant qu'organisation, proposez des projets sur la plateforme Fédération et lancez la dynamique de co-création avec le grand public.

Et beaucoup d'autres projets encore ...

contact@federation-openspacemakers.com ■

FORMATIONS ET CARRIÈRES

SAFRAN UNIVERSITY

Par Valérie Guénon, directrice



L'université Safran à Massy

Fondée en 2010, Safran University a pour vocation d'accompagner le développement des compétences, l'intégration et la transformation du Groupe Safran. Les formations et les événements organisés par l'Université poursuivent un triple objectif :

- **Renforcer les compétences des collaborateurs.** Dans un Groupe de haute technologie, les compétences et le savoir-faire des collaborateurs sont un atout stratégique. L'accélération des évolutions technologiques nécessite que chacun soit toujours au meilleur niveau, au bon moment et dans les domaines où on en a besoin. Cela concerne les compétences et savoir-faire techniques et opérationnels de tous les métiers, ainsi que les compétences comportementales, dont on sait aujourd'hui qu'elles sont un formidable vecteur de performance opérationnelle. Une attention particulière est portée sur des compétences transverses telles que le Lean-sigma ou la conduite de projets et de programmes.

- **Contribuer à l'intégration et au brassage des collaborateurs,** créant un sentiment d'appartenance, favorisant la création de réseaux solidaires et collaboratifs au bénéfice de la performance et permettant les interactions nécessaires à l'innovation. Au moment où Zodiac Aerospace vient de rejoindre le Groupe Safran, cet objectif revêt une dimension encore plus stratégique.

- **Développer les cadres dirigeants et le leadership.** Safran University propose des parcours à des cadres pour les préparer à des rôles de dirigeants, ou les renforcer et les développer dans des postes qui sont clé pour le Groupe. L'offre de formation permet à chacun, manager ou non, de développer les 5 compétences du modèle de leadership de Safran :

- mobiliser autour d'une vision partagée;
- manager par l'exemple;
- gagner en équipe;
- responsabiliser ses collaborateurs;
- oser innover.



Avec le numérique et l'évolution des méthodes pédagogiques, les formes d'apprentissage se diversifient. Safran University propose un choix croissant de formations à distance, accessibles par tous les salariés, que chacun peut suivre à son rythme et qui permettent des échanges en réseau. Ces nouveaux modes d'apprentissage ne remplacent pas les formations classiques dites "présentielles", mais leur permet d'être plus percutantes et de se focaliser sur l'échange et la dynamique de groupe.

Les formations de Safran University sont dispensées dans le monde entier. Mais c'est près de Paris, à Massy, que se trouve depuis 2014 le Campus Safran. Composé d'un auditorium d'une capacité de 480 personnes, d'une vingtaine de salles de cours avec tous les équipements nécessaires à la formation, d'un hôtel de 80 chambres et d'une demeure du XVIIème siècle dédiée à l'organisation d'événements, c'est le lieu où les salariés du monde entier peuvent se rencontrer, dans un cadre agréable et convivial, sortir de leur contexte habituel de travail, construire et partager une culture commune. Outre la formation, s'y tiennent ateliers, séminaires, événements d'intégration des récents embauchés et des conférences avec des intervenants de haut niveau.



Dans un Groupe qui, au fil des années, s'est constitué d'entités différentes, Safran University est non seulement un lieu de développement des savoir-faire et des compétences, mais un instrument indispensable d'intégration et de transformation. ■

VIE DE LA 3AF

INTERVIEW DE CHRISTIAN MARI, PRÉSIDENT DU HAUT CONSEIL SCIENTIFIQUE DE LA 3AF

Par Bruno Chanetz, Rédacteur en chef

Bruno Chanetz : Christian Mari, depuis quand êtes-vous membre 3AF ?

Christian Mari : J'ai adhéré en 1996, donc il y a 22 ans

BC : Vous êtes président du Haut Conseil Scientifique (HCS) de la 3AF. Quelles sont les missions de cette instance et la manière dont elle les exerce ?

CM : Cette instance a pour mission la dissémination scientifique des travaux de la 3AF afin d'orienter le choix des politiques et des institutions. Il y a d'une part un processus bottom-up de remontée des informations de la part des Commissions techniques (CT). Le HCS leur confère une nature plus politique et leur donne alors un niveau plus élevé de diffusion. Le HCS est en fait nourri par les travaux scientifiques des Commissions techniques (CT) et s'emploie à leur donner une audience plus large. Une monographie concernant " les matériaux pour l'aéronautique " a ainsi été publiée en 2016 par le HCS grâce à l'aide active de deux de ses membres : R. Lafontan et H. Schaff à partir des travaux de la commission Matériaux, présidée à l'époque par Jean-Yves Guedou.

Inversement des sujets de réflexion sont suggérés par le HCS aux Commissions techniques. C'est ce mode de fonctionnement *top-down*, qui a permis de mettre récemment l'accent sur deux thématiques d'importance :

- La qualification des systèmes complexes modernes. En effet les systèmes logiciel étant de plus en plus complexes, il n'est plus possible de les valider dans 100 % des cas, ce qui pourrait prendre des siècles ... Pour s'assurer que le logiciel a la bonne réponse, il faut adapter les procédures afin de vérifier que la réponse a le taux de fiabilité extrême exigé par la sécurité aéronautique. Afin de focaliser les chercheurs sur le sujet et d'inventer les outils appropriés pour parvenir à ce degré de fiabilité, un groupe de travail *Health monitoring* fonctionnel a été mis en place par le HCS.

- L'aérodynamique expérimentale. Il s'agit d'une thématique ancienne, mais qui a été complètement renouvelée ces dernières décennies du fait de l'émergence de nouvelles techniques d'investigation des écoulements et de leur emploi pour les essais industriels. Le HCS a demandé à la CT " Aérodynamique " de se saisir du sujet afin de faire ressortir la spécificité d'une école française d'aérodynamique expérimentale. La réponse fut la publication en octobre 2017 aux éditions Cépaduès avec le logo 3AF et une préface de Michel Scheller d'un livre, destiné aux ingénieurs et aux étudiants, intitulé " Aérodynamique Expérimentale, souffleries et méthodes de mesure " :

<http://www.cepadues.com/livres/aerodynamique-experimentale-souffleries-methodes-mesure-9782364936058.html>

D'autres fois c'est une maturation, fruit d'un fonctionnement plus hybride, constitué à la fois d'une remontée d'information des groupes de travail et d'une sollicitation du HCS, qui permet l'émergence de thématiques ou simplement de les rendre plus visibles :

- L'avion plus électrique, est un sujet d'actualité dans notre secteur, dont s'est saisi Hélène Blanchard, présidente de la CT Energétique, avant d'être mandatée par le HCS en décembre dernier afin lui donner une plus grande visibilité.

BC : Parmi les autres tâches qui incombent au HCS, il en est une qui est bien connue de nos adhérents, c'est la cérémonie de remise des prix de la 3AF. Comment le HCS fonctionne-t-il pour préparer cet évènement biennal ?

CM : Le HCS fait émerger des candidatures par le biais des Commissions techniques, des Groupes régionaux et des industriels membres de la 3AF. Chaque dossier doit être soutenu par un membre émérite de la 3AF, qui écrit une lettre de soutien. Ce parrain s'engage sur la valeur du dossier présenté. Ensuite un rapporteur est désigné au sein du jury, qui comprend tous les membres du HCS, mais qui est également étendu à d'autres membres désignés pour leurs compétences.

Il n'y a pas à proprement parler de récompense, mais une remise de diplôme et du pin's 3AF aux vainqueurs. C'est avant tout honorifique. Plusieurs catégories existent, mais seul le prix " jeunes " est accompagné d'un chèque de 1000 €. Les autres catégories sont : prix PME, prix jeune scientifique, prix réussite collective, prix aéronautique, prix astronautique, grand prix, grand prix spécial, prix de la meilleure thèse et prix excellence scientifique.

BC : Est-ce que le HCS s'implique dans la création de nouvelles commissions ? Est-il à l'origine de la Commission " Compétences et transmission " nouvellement créée ?

CM : Toutes les thématiques utiles à la mise en valeur des sociétés et des hommes du secteur aérospatial sont appelées à être inscrites au tableau de bord de la 3AF. En ce qui concerne la commission " Compétences et transmission " c'est Philippe Boulan qui m'a fait part du souhait qu'il avait de s'investir dans sa création. Je fus immédiatement d'accord avec lui sur cette nécessité, puisque parcourant très régulièrement les revues anglaises et

INTERVIEW DE CHRISTIAN MARI, PRÉSIDENT DU HAUT CONSEIL SCIENTIFIQUE DE LA 3AF

américaines des associations équivalentes à la 3AF, j'avais depuis longtemps constaté qu'il y avait toujours, parmi les articles de ces revues, un reporting Ressources humaines.

BC : Qu'apporte selon vous la 3AF à ses adhérents ?

CM : Aux adhérents membres des CT, la 3AF apporte la possibilité de progresser grâce aux échanges avec leurs pairs, d'enrichir leur vision de celles des collègues des autres sociétés. C'est aussi la satisfaction de pouvoir transmettre son savoir. Les congrès organisés par les CT sont également un bon moyen pour se retrouver et échanger. Ils permettent également un essaimage au profit de la communauté aérospatiale.

À tous et en particulier aux membres, qui ne sont pas impliqués dans les CT, la 3AF offre l'accès à des synthèses sur les sujets les plus avancés dans notre secteur d'activité. C'est le meilleur endroit pour trouver de l'information vérifiée et de qualité. Le grand atout de la 3AF est de disposer d'experts reconnus, qui veillent à ne divulguer que des informations validées. La Commission aérodynamique est un bel exemple pour illustrer mes propos, en raison des comptes rendus de ses activités qui sont régulièrement mis à disposition des lecteurs par le biais des cahiers de la 3AF ou des articles dans la Lettre 3AF. De plus les visites et les conférences organisées par les groupes régionaux constituent manifestations attractives. En témoigne le grand succès des conférences organisées par le groupe IDF à la mairie du XV^{ème}. Ces conférences bimestrielles réunissent une centaine de participants.

BC : Vous avez évoqué la Lettre 3AF. Aussi pour achever cet entretien, que pensez-vous de cette Lettre ?

CM : Je la trouve très intéressante avec un bon dosage entre des articles très techniques et d'autres qui sont de lecture plus aisée et plus informative. Elle donne à nos adhérents une information qu'on ne trouve pas ailleurs. Elle est le reflet du sérieux et de la réelle originalité de notre association.

HAUT CONSEIL SCIENTIFIQUE (HCS)

Président : Christian Mari

Membres :

Christophe Bonnal (CNES)

Anne Bondiou-Clergerie (GIFAS)

Pierre Fossier (Thales)

Thierry Michal (ONERA)

Bertrand Petot (Safran)

Dominique Colin de Verdiere (3AF)

Bruno Chanetz (3AF)

Jean-Claude Hironde (3AF)

Robert Lafontan (3AF)

Hubert Schaff (3AF)



Christian Mari

Ingénieur diplômé de l'École Centrale de Lyon, Christian Mari a très tôt montré son engagement dans la Recherche en Mécanique des fluides orientée vers l'application industrielle en créant avec des collègues une entreprise (on dirait aujourd'hui startup) de valorisation de la recherche et en vendant son application de calcul de couche limite sur aubes de turbine haute pression à Snecma.

Il entre alors chez Snecma aux méthodes numériques Turbine et prend ensuite la direction de la conception des turbines refroidies.

Après un passage à la qualité montage, essais et fabrication dans deux usines de Snecma et un poste de directeur des Ressources humaines, il retourne à ses fondamentaux en dirigeant la R&T chez Snecma d'abord et Safran ensuite.

Président directeur général de TEUCHOS pendant 3 ans, l'entreprise de Safran qui vend des services en ingénierie aéronautique et spatiale, il devient ensuite directeur général délégué de Messier-Bugatti et directeur de la R&T encore chez Messier-Bugatti-Dowty, parallèlement à un poste de président de Martin-Baker France, fabriquant des sièges éjectables d'avions de combat et d'entraînement Rafale, Mirage et Alfajets.

Après 38 ans chez Safran consacrés à la technique et aux recherches en aéronautiques, il dirige aujourd'hui l'entreprise dont il est le fondateur, prodiguant des conseils en R&T. ■

NOTE DE LECTURE

L'HEROÏSME À L'ÈRE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE -

1917-2017 LES AS ONT 100 ANS

Par Jean-Pierre Sanfourche, Chargé de Mission à la 3AF

L'Armée de l'air a tenu le 18 décembre 2017 à Paris, dans le grand amphithéâtre de l'Ecole militaire un colloque sur le thème : " L'héroïsme à l'ère de l'intelligence artificielle ". Ce colloque, organisé par le Centre Etudes, Réserves et Partenariats de l'Armée de l'air (CERPA), avait pour objectif de réunir des personnalités de tous horizons pour croiser les opinions sur l'évolution des places respectives de l'Homme et de la Machine à une époque où les systèmes autonomes se développent avec une extrême rapidité grâce aux nouvelles technologies issues de la digitalisation et que l'on désigne sous le vocable d' " Intelligence Artificielle " (IA).



S'agissant de l'Armée de l'air, la question centrale était la suivante : les pilotes de combat seront de plus en plus assistés par les drones de combat (UCAV – *Unmanned Combat Air Vehicles*) qui accompliront des actes décisifs en opération. Dans ces conditions, ne se trouveront-ils pas un jour supplantés par la machine ? Les héros de demain ne seront-ils pas des systèmes de combat automatisés ?

AUTREMENT DIT Y AURA-T-IL ENCORE DES HÉROS SEMBLABLES AUX AS DE LA GRANDE GUERRE 1914-1918 À L'ÈRE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ?

C'est pourquoi le sous-titre du colloque était : " 1917-2017 Les As ont 100 ans ". Les Actes de ce colloque ont été publiés récemment et nous invitons vivement nos lecteurs à en prendre connaissance en consultant le site :

www.cerpa.air.defense.gouv.fr



1 - Le général d'Armée aérienne, Chef d'État-Major de l'Armée de l'air André Lanata. 2 - Le député Cédric Villani

Après le discours d'ouverture prononcé par le général Chef d'Etat-Major de l'Armée de l'air André Lanata et l'allocution d'ouverture par le député Cédric Villani, trois tables rondes se sont succédé ayant chacune un sujet central :

• Table Ronde n° 1 : Nos héros, qui sont-ils ?

Participants : Alya Aglan, professeur des universités, histoire contemporaine, université Paris 1 Sorbonne – Frédéric Dabi, directeur général délégué IFOP – Général Philippe Steininger, secrétaire général adjoint à la défense et à la sécurité nationale – Pierre-François Souyri, professeur des universités, historien, université de Genève.

• Table Ronde n° 2 : En quoi cette vertu est-elle contemporaine ?

Participants : Ingrid Lamri, présidente de l'ANAJ-IHEDN, colonel Yann Malard, assistant militaire du Chef d'Etat-Major des armées, Anne-Gabrielle Dauba-Pantanacce, directrice de la communication, Google France, Clémence Franc, présidente de la société Nova.

• Table Ronde n° 3 : La machine tuera-t-elle les héros ?

Participants : Philippe Bournhonesque, CEO, IBM France – Béatrice Ogée, CEO, Europ'Assistance – André Loesekrug-Pietri, Joint European Disruptive initiative conseiller spécial de la Ministre des Armées – Général Matthieu Pellissier, commandant du CEAM (Centre d'Expertise Aérienne Militaire de Mont-de-Marsan).

Le colloque été clôturé par l'astronaute Thomas Pesquet et le général André Lanata. L'auditoire a eu le privilège d'assister d'un bout à l'autre à des interventions et présentations de très haut niveau où ont dominé les considérations philosophiques sur la place de l'Homme à l'ère des grandes ruptures technologiques.

Ils ont déclaré :

Général Lanata : *“ Pour toutes ces raisons, j'ai le sentiment que comme dans le film Matrix, il y aura encore des héros à l'ère de l'intelligence artificielle et suis convaincu que cet héroïsme continuera à habiter le cœur et la conscience de l'homme, à la guerre comme ailleurs. ”*

Cédric Villani : *“ Garry Kasparov raconte dans ses conférences combien il a été surpris quand ont été organisés les premiers tournois mixtes hommes/machines dans lesquels les joueurs d'échecs et des logiciels combattaient ensemble en s'aidant les uns les autres, en préfiguration de ce qu'on imagine comme étant l'intelligence artificielle du futur où la machine aide l'homme. Ceux qui ont gagné n'étaient pas les meilleures machines ni les meilleurs humains. C'était les équipes qui avaient la meilleure communication, le meilleur PROTOCOLE entre les humains et les machines. ”*

Général Steininger : *“ Je retiens la perspective historique qui a été la nôtre et ces As qui étaient des héros, qu'ils soient morts au combat ou plus tard, comme René Fonck. Pour les modernes que nous sommes, ce sont les anciens qui constituent des repères, des exemples dont il importe absolument, à ce titre, de conserver la mémoire. ”*

Clémence Franc : *“ Avec la machine sans l'humain, on n'irait pas bien loin. L'homme est à l'origine de l'intelligence artificielle. Il ne faut pas oublier que c'est à l'homme de mener le débat sur l'éthique et sur la responsabilité. C'est à lui de contrôler le périmètre d'action et la vocation de ces machines. ”*

Philippe Bournhonesque : *“ Il faut développer la créativité, la différenciation de l'homme, pour surprendre la machine et pour garder le contrôle. ”*



Thomas Pesquet : *“ Dans la station spatiale, on est loin de l'intelligence artificielle. L'intelligence est répartie et composite mais elle est au sol. Elle est répartie entre les différents ingénieurs qui sont dans les centres de contrôle qui sont eux-mêmes répartis à travers la planète. On a un très beau réseau plein d'intelligence humaine. À bord, il n'y a pas beaucoup d'intelligence, on est là pour appliquer les décisions mais cela reste assez basique. ” ■*

ACTUALITÉ

L'ONERA, L'ISAE-SUPAERO ET L'ENAC CRÉENT UNE FÉDÉRATION POUR LA RECHERCHE AÉRONAUTIQUE

L'ONERA, l'ISAE-SUPAERO et l'ENAC viennent de rendre publique la création d'une fédération de la recherche dédiée à la “ conception, certification et opération des futurs systèmes aérospatiaux ” (lancée en fait le 14 mai dernier). Ses objectifs : développer des procédés, des méthodes, des outils et renforcer la visibilité de la recherche aéronautique française. La future fédération sera entièrement consacrée à l'aéronautique civile, et notamment au transport aérien et aux opérations qui y sont associées ainsi qu'aux drones et à leurs opérations. Au sein de ces deux axes, une question de recherche centrale concernera la conception et l'intégration des nouvelles fonctions de l'intelligence artificielle au cœur des systèmes certifiés.

À ce sujet, Bruno Sainjon, PDG de l'ONERA, précise : “ nous construirons d'autant mieux le futur de l'aérospatial grâce à ce cadre structurant qui saura mettre en synergie les domaines d'excellence scientifique de chacun, tout en respectant les identités propres ”.

Une telle fédération renforcera par ailleurs la visibilité internationale des activités de recherche des trois organismes qui renforcent également par là même leur collaboration. ■



IN MEMORIAM

JEAN-CLAUDE LAPEYRE (1936-2017)

Par **Claude Motel**, secrétaire du groupe Aquitaine et **Bruno Chanetz**, rédacteur en chef

La 3AF rend hommage à Jean-Claude Lapeyre, décédé en septembre 2016. Jean-Claude Lapeyre était né le 14 octobre 1936. Domicilié à Bazas (Gironde), il avait été professeur des écoles. Passionné et très attaché à la 3AF, dont il était membre depuis 1994, il participait assidûment jusqu'en 2011, aux sorties organisées par le groupe Aquitaine, avant de s'effacer fin 2011 pour raison de santé tout en demeurant adhérent jusqu'en 2014.

Jean-Claude se refusant à utiliser Internet, la relation s'établissait par contact téléphonique. Il a participé à la quasi-totalité des visites d'établissements organisées de 2008 à avril 2011. Ses compagnons de visite avaient plaisir à retrouver cet homme curieux de tout, sympathique et réservé. Sa dernière présence parmi nous remonte au 28 avril 2011 lors d'une visite de SPS-Snecma Propulsion Solide au Haillan. Aussi est-ce avec plaisir, que nous le revoyons sur les photos illustrant cette page, qui sont issues des archives du Groupe Aquitaine.

Sa fille Sylvie Lapeyre, née le 19 juin 1963, est décédée le 13 novembre 2017. Elle avait contracté une assurance-vie d'un montant d'environ 100 000 € dont la 3AF est bénéficiaire. La 3AF exprime sa gratitude à Madame Sylvie Lapeyre, qui en mémoire de son père, a tenu par ce legs à soutenir une association à laquelle elle le savait très attaché. ■



Visite du CAEPE site de St-Jean d'Ilac le 1^{er} juillet 2009.
(JCL à l'extrême gauche de la photo)



Visite du CEV Cazaux en novembre 2009 au pied d'un Mirage 2000. (JCL au premier plan, le blouson clair replié sur le bras gauche)



Visite de l'AIA Floirac en janvier 2010.
(JCL à l'extrême gauche de la photo)



Visite à la BA 106 de Mérignac en février 2010 en présence du colonel Guillemain commandant la BA106.
(JCL au 2^{ème} rang, le 1^{er} à gauche)



Visite de SPS le 28 avril 2011. (JCL 1^{er} à gauche)

PARMI LES PROCHAINS ÉVÉNEMENTS



3AF
Association Aéronautique
et Astronautique de France

**14^{ème} Forum EUROPEEN
IES2018**
PARIS, 3-4 OCTOBRE 2018

OCTOBRE

14^{ème} FORUM EUROPÉEN INFORMATION ÉCONOMIQUE ET STRATÉGIQUE
3 et 4 Octobre 2018 à Paris
<http://www.ies2018.com>



AEGATS '18
Advanced Aircraft Efficiency in a Global Air Transport System

OCTOBRE

2nd CONFERENCE ADVANCED AIRCRAFT EFFICIENCY IN A GLOBAL TRANSPORT SYSTEM
23 au 25 Octobre 2018 à Toulouse
<http://www.aegats2018.com>



3AF
Association Aéronautique
et Astronautique de France

**54th 3AF International Conference
AERO2019**
Paris, March 25-26-27, 2019

MARS

54^{ème} CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR L'AÉRODYNAMIQUE APPLIQUÉE
25 au 27 Mars 2019 à Paris
<http://3af-aerodynamics2019.com>



Association Aéronautique
et Astronautique de France

www.3af.fr