

BOURGET 2019 - NUMÉRO SPÉCIAL : 220 PAGES

AIR & COSMOS

AIR & COSMOS

air-cosmos.com

N° 2645H - 14 juin 2019 9,90 €



SPÉCIAL BOURGET

DANS CE NUMÉRO :

- **SCAF : COMBAT AÉRIEN DU FUTUR**
- **AUX COMMANDES DE L'A330NEO**
- **LES TAXIS AÉRIENS URBAINS • À BORD DE L'A330 MRTT**
- **ARIANE 6 : LA PRODUCTION DE SÉRIE EST LANCÉE...**

L'AVION HYBRIDE-ÉLECTRIQUE ARRIVE

Tous les programmes en cours :
• Airbus E-Fan X • UTC projet 804 •
Onera Dragon...

BEL : 10,50 € / CAN : 16,99 \$ / DOM : 11 € / ESP : 10,90 € / MAR : 100 MAD / TOM : 1800 XPF

M 01156 - 2645H - F: 9,90 €



53^e

SALON INTERNATIONAL DE L'AÉRONAUTIQUE ET DE L'ESPACE

Paris • Le Bourget



JOURNÉES
GRAND PUBLIC

21 > 23
JUIN 2019

www.siae.fr

CONFIDENTIEL

Boeing 737 MAX Les reports de livraisons se multiplient

Ici et là, un certain nombre de clients du Boeing 737 MAX commencent à repousser leurs livraisons, initialement prévues pour la fin de cette année et le début de 2020. A l'instar d'Azerbaijan Airlines, qui a repoussé ses dix 737 MAX 8 à 2024. Pour l'instant, ces

reports ne portent que sur de petits volumes. Trop tôt pour envisager un mouvement de plus grande ampleur qui n'a pas forcément pour cause les déboires du 737 MAX, mais qui révèle peut-être une révision à la baisse des plans de croissance initiaux.



>> MRO

Les drones en ont aussi besoin

Avec un marché du drone en pleine expansion, la problématique de leur entretien et de leur réparation commence à prendre une acuité de plus



en plus forte. Un marché MRO sur lequel lorgne Boeing dans le cadre de sa stratégie de croissance dans les services. Signe qui ne trompe pas : Boeing vient de prendre une participation dans Robotic Skies, une société spécialisée dans la maintenance de drones avec d'ores et déjà un solide réseau de 170 ateliers certifiés dans

40 pays. Une démarche dont devra s'inspirer Airbus à court terme.

>> Propulsion électrique

La Nasa évalue les projets en cours

La Nasa a commencé à évaluer les projets de propulsion électrique en cours chez les différents industriels américains, petits et grands. L'objectif est d'accompagner le financement des projets retenus afin d'accélérer leur maturité technologique pour des applications sur avions régionaux et monocouloirs d'ici 2035. Ce qui passe préalablement par la réalisation de démonstrateurs destinés à lever les risques.

>> Royal Jordanian

Des moyen-courriers à remplacer

La compagnie aérienne travaille au remplacement progressif de son parc de moyen-courriers, qui comprend aujourd'hui onze Airbus et quatre Embraer E-Jets dans leurs différentes versions. Royal Jordanian compte en

fait n'en acheter que six exemplaires et en prendre seize autres en location. Outre le remplacement, le trans-



porteur table également sur la croissance de son réseau et de son trafic sur les dix prochaines années. Une annonce pourrait être faite pendant le Salon du Bourget avec de l'Airbus A321LR ou LRX, dont les performances respectives permettent à Royal Jordanian de desservir notamment l'Europe.

Temps forts

La 53^e édition du Salon du Bourget, qui ouvrira ses portes le 17 juin, s'organise d'ores et déjà autour de plusieurs temps forts. Et, à moins d'un coup de théâtre, le premier d'entre eux sera le lancement par la France et l'Allemagne des études de R&D et de démonstrateurs pour le futur avion de combat et ses moteurs, dans le cadre du Scaf. La nouvelle étape d'un programme au long cours et structurant pour l'industrie de défense des deux pays, mais aussi européenne. Tout comme l'est le MGCS dans le terrestre, d'ailleurs.



Comme le souligne Eric Trappier, président de Dassault Aviation, le démonstrateur est technologiquement incontournable, car c'est « un vrai déterminant de levée de risques » (cf. page 20). Et ce démonstrateur, le général Philippe Lavigne, chef d'état-major de l'armée de l'Air, le souhaite pour 2026 (cf. A&C n° 2644). Raison de plus pour s'y mettre dès maintenant, et le Salon du Bourget est la parfaite caisse de résonance médiatique pour cela.

Une 53^e édition qui sera également animée par L'Avion des métiers et le Paris Air Lab. Deux rendez-vous incontournables pour découvrir dans le premier les différents métiers d'une filière

aérospatiale qui se nourrit en permanence de l'innovation, à laquelle le second consacre un espace d'accueil de 3 000 m² réunissant grands acteurs et start-up avec des thématiques autour de l'intelligence artificielle, mais aussi de l'environnement.

Car il y a de fortes chances que la question écologique s'invite une nouvelle fois au Salon du Bourget après les élections au Parlement européen et le buzz médiatique sur lequel essaient de surfer certains mouvements politiques. L'industrie du transport aérien, constructeurs et exploitants, a d'ores et déjà techniquement démontré qu'elle est prête à passer aux biocarburants dès demain.

La prochaine étape sera celle de l'avion hybride, associant biocarburant et propulsion électrique, avant le passage au tout électrique (voir pages 98 à 129). Les taxis aériens urbains sur lesquels travaillent Airbus Helicopters et d'autres (voir pages 130 à 145) seront certainement les premières illustrations concrètes de ces nouvelles ruptures technologiques dont est capable la filière aérospatiale.

D'autant que, du côté des avions commerciaux, la situation est désormais au déséquilibre créé par les déboires du Boeing 737 MAX. Une situation qui n'arrange personne, mais Airbus pourrait lancer son A321 LRX, qui va encore plus loin de 600 NM que la version LR, laquelle vient de commencer ses premiers vols transatlantiques sous les couleurs de TAP Portugal et de La Compagnie. De quoi, peut-être, faire oublier que le spatial sera le grand absent, Ariane Group et Thales Alenia Space ayant déclaré forfait.

NH
90

SAVING LIVES

PROTECTING HEROES



COME AND MEET US AT PARIS
AIR SHOW 2019, STATIC #C3



NH Industries

AIRBUS



LEONARDO

www.nhindustries.com

SPÉCIAL BOURGET

Sommaire

Le futur de l'aviation de combat européenne	8
La vision du futur de MBDA	24
A bord de l'A330 MRTT Phénix	32
Forces aériennes stratégiques : du tout Rafale au F3R	40
Cybersécurité : se protéger contre la cybervulnérabilité	46
Transport aérien connecté	60
Aux commandes de l'Airbus A330neo	76
L'avion électrique arrive	98
Le taxi aérien urbain	130
Faire face à la menace drones	146
Ariane 6 : la production en série est lancée	166
Le service en orbite à l'étude	178



Interviews



Eric Trappier
Dassault Aviation

20

Eric Béranger
MBDA



26



Stéphane Mayer
Nexter

28

G^{ral} Bruno Maigret
Forces aériennes stratégiques



42



Barbara Dalibard
Sita

62



Stéphane Cueille
Safran



94

154



Charles Telitsine
ADP

Michel Dechanet
Thales Air Systems



154

168

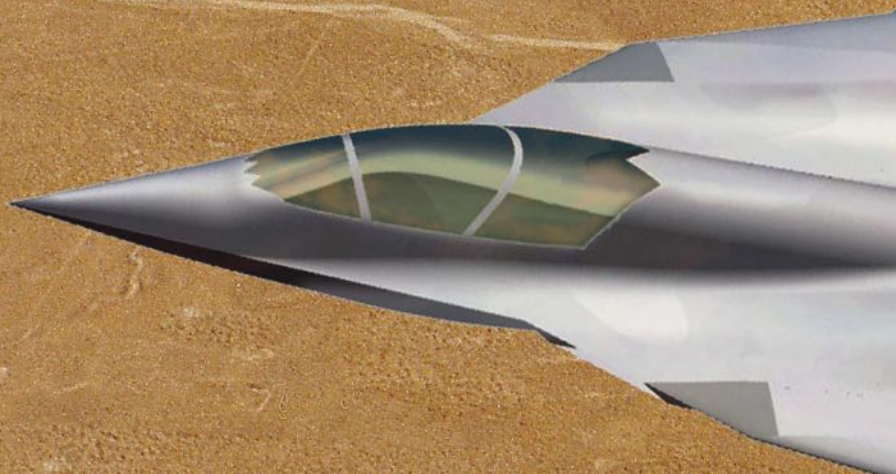


Stéphane Israël
Arianespace

Par Emmanuel Huberdeau

SCAF

LE FUTUR DE L'AVIATION DE COMBAT EUROPÉENNE

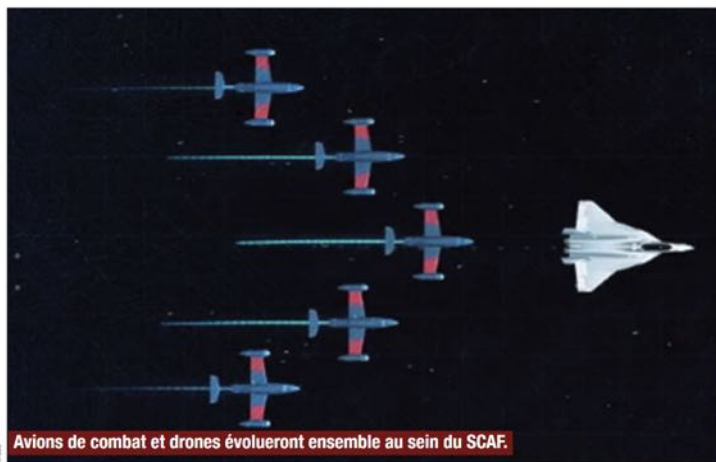


L'ALLEMAGNE, L'ESPAGNE ET LA FRANCE SE SONT LANCÉES DANS UN AMBITIEUX PROGRAMME DE RENOUVELLEMENT DE LEUR AVIATION DE COMBAT À L'HORIZON 2040. LE SYSTÈME DE COMBAT AÉRIEN FUTUR (SCAF) SERA UN SYSTÈME COMPLET, METTANT EN ŒUVRE UN NOUVEAU CHASSEUR, DES DRONES, DES MISSILES, DES CAPTEURS EN RÉSEAU ET INTEROPÉRABLES AVEC LES AUTRES PLATEFORMES AÉRIENNES, MARITIMES ET TERRESTRES.



Le Scaf, ce n'est pas seulement le remplacement du Rafale en France et de l'Eurofighter en Allemagne et en Espagne. C'est un programme beaucoup plus large, prévoyant de développer un système de systèmes devant permettre aux Européens de conserver une capacité d'entrée en premier sur un théâtre d'opérations à l'horizon 2040. Allemands, Espagnols et Français espèrent à travers ce projet conserver une capacité d'action dans un environnement aérien de plus en plus contesté (voir encadré).

Le Scaf est le fruit d'une initiative franco-allemande lancée en juillet 2017, à l'occasion d'un conseil de défense commun. Les deux pays se mettent alors d'accord pour développer en partenariat les systèmes qui permettront de renouveler leur aviation de combat, représentée



principalement aujourd'hui par le Rafale et l'Eurofighter. Ce rapprochement intervient alors que la coopération franco-britannique, lancée en 2014 autour d'un projet de démonstrateur de drone de combat baptisé Fcas

(Future Combat Air System), commence à battre de l'aile. De fait, le projet est aujourd'hui pratiquement abandonné, même s'il reste encore des développements communs concernant certaines technologies. Un bud-

get de près de 2 Md€ (1,54 Md\$) pour la construction, d'ici à 2020, d'un prototype de drone de combat (Ucav) avait pourtant été annoncé en 2016.

PARIS ET BERLIN S'ENGAGENT.

En avril 2018, à l'occasion du salon aéronautique de Berlin, ILA, la France et l'Allemagne annoncent la signature d'un accord sur le besoin opérationnel de haut niveau pour le Scaf. En juin 2018, Florence Parly, ministre française des Armées, et son homologue allemande, Ursula von der Leyen, signent une lettre d'intention concernant le Scaf. Celle-ci fixe l'objectif de lancer une phase d'étude pour le programme dans les mois qui suivent. La lettre d'intention désigne également la France comme nation leader sur le projet.

Le 31 janvier 2019, un marché de 65 M€ sur deux ans, financé à parts égales par Paris et Berlin, est attribué à Airbus et Dassault Aviation pour conduire une étude de concept commune. Cette étude doit aboutir à la définition d'une première architecture du système. C'est-à-dire qu'elle doit identifier les concepts de base préférentiels pour les principales

Des espaces aériens de plus en plus contestés

Depuis la fin de la guerre froide, les forces aériennes occidentales n'ont pas vu leur maîtrise de l'espace aérien réellement contestée. En Irak, en ex-Yougoslavie ou en Libye, les forces aériennes locales et les moyens de défense sol-air pouvaient représenter une menace potentielle, mais ont été rapidement neutralisés. Aujourd'hui, en Afrique, au Moyen-Orient et en Afghanistan, les Occidentaux font face à des groupes terroristes ne bénéficiant ni de moyens aériens ni de systèmes de défense sol-air sophistiqués. Pourtant, cette relative liberté d'action pourrait ne pas durer. On constate en effet une prolifération des systèmes de défense sol-air de moyenne ou longue portée, notamment d'origine russe. Des puissances moyennes, voire des groupes paramilitaires comme en Ukraine, peuvent aujourd'hui être dotées de systèmes de défense aérienne multicouches modernes. Des adversaires

potentiels comme la Chine et la Russie ont développé des systèmes de longue portée que redoutent les Occidentaux. De la même manière, des puissances moyennes ont aussi pu se doter de chasseurs modernes au cours des dernières décennies. De nouveaux moyens viennent contester la supériorité aérienne des Occidentaux. Des systèmes de brouillage des moyens de positionnement par satellite sont, par exemple, accessibles. De la même façon, le domaine cyber constitue une nouvelle menace. La guerre électronique restera par ailleurs un domaine de lutte majeur. Les forces aériennes doivent donc s'adapter. La mise en réseau des plateformes et l'emploi de l'intelligence artificielle sont deux moyens de réduire la boucle décisionnelle, donc de gagner en efficacité et en réactivité. Les plateformes et les armements devront aussi être plus résilients, en étant rapides, manœuvrants ou encore furtifs.

GROUPE ISAE



Pôle mondial de formation
et de recherche en ingénierie
aéronautique et spatiale



**1 GROUPE,
5 GRANDES ÉCOLES**

GROUPE-ISAE.FR

ISAE-SUPAERO – Institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace, Toulouse

ISAE-ENSMA – École Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechnique, Poitiers-Futuroscope

ESTACA – École supérieure des Techniques Aéronautiques et de Construction Automobile, Paris-Saclay Laval

ÉCOLE DE L'AIR – Salon de Provence

SUPMÉCA – Institut supérieur de mécanique de Paris, Saint-Ouen



AÉRONAUTIQUE



SPATIAL



TRANSPORTS



ÉNERGIE

composantes du Scaf : le chasseur, les drones, le système de systèmes et les services associés. Dans le même temps, sont lancées les études relatives au futur moteur. Safran et MTU se chargeront de ces développements. A l'occasion du Salon du Bourget, les industriels attendent la signature de contrat pour le développement

teurs. Les difficultés rencontrées par le programme A400M rappellent qu'un trop grand nombre de participants à un programme multinational complique la spécification du système et peut retarder la concrétisation du projet. De la même façon, il semble important de réaliser la répartition industrielle en fonction du sa-

ce programme, la France a nommé un général de l'armée de l'Air, ainsi qu'une ingénieure générale de l'armement, preuve de l'importance du projet.

UN SYSTÈME DE SYSTÈMES.

A quoi ressemblera plus précisément le Scaf ? Le terme de

de l'ensemble des missions air-air et air-surface.

Il s'agit donc d'une nouvelle approche en termes de conception. Le Scaf sera développé d'abord comme un réseau au sein duquel évolueront des plateformes complémentaires. La réflexion se porte donc en premier lieu sur la constitution d'un



Le SCAF mettra en réseau un ensemble de plateformes, de capteurs et d'effecteurs.

de démonstrateurs. MBDA devrait intervenir pour les armements qui joueront un rôle important dans le programme. D'autres sociétés seront concernées telles que Thales, Hensoldt et Indra, car l'Espagne a également rejoint le programme. En effet, Berlin et Paris avaient indiqué dès le départ que le programme serait ouvert à d'autres nations alliées voulant rejoindre l'initiative franco-allemande. Il semble cependant important de consolider, dans un premier temps, le projet autour d'un nombre limité d'ac-

voir-faire des entreprises impliquées, plutôt qu'en fonction d'un retour égalitaire basé sur le niveau des investissements réalisés par chaque nation. Dans cette logique, Dassault Aviation s'est vu confier principalement le développement du NGF (chasseur de nouvelle génération), tandis qu'Airbus est nommé responsable pour le système de systèmes. Dans les faits, Airbus interviendra en soutien de Dassault sur le NGF et Dassault pourra aussi être impliqué dans le système de systèmes. Pour mener

système de systèmes peut en effet être dur à appréhender. Le ministère des Armées définit le Scaf comme un système s'articulant autour d'une composante pilotée, de missiles, de drones fortement connectés, aptes à agir en autonomie si besoin. Le système sera adapté aux menaces aériennes contemporaines et exploitera le potentiel de l'intelligence artificielle, ajoute le ministère des Armées. Il précise que le système devra être polyvalent et flexible d'emploi, et pouvoir répondre aux exigences

réseau et d'un système d'information qui doivent permettre aux plateformes, capteurs, armements et centres de commandement d'échanger un très grand volume de données à haut débit. Le système d'information devra pouvoir traiter de façon autonome ce « tsunami » d'informations afin de permettre aux opérateurs humains de se concentrer sur la prise de décision. Laquelle devra pouvoir intervenir le plus rapidement possible. Ce système de systèmes a été baptisé « Air Combat



Des avions si différents...

...un même savoir-faire

HIGHER TOGETHER™

Dans l'aéronautique, les missions sont diverses mais l'exigence de performance est unique. Le succès de chaque vol réside dans une maîtrise technologique parfaite, fruit des compétences et de l'expérience de nos ingénieurs, techniciens et compagnons. Une excellence conjuguée à une recherche permanente de l'innovation pour créer des avions d'exception, civils et militaires.

www.dassault-aviation.com

 **DASSAULT**
AVIATION

*Ensemble plus loin

Cloud ». D'une manière générale, les termes utilisés par les acteurs du programme Scaf sont anglais du fait du caractère multinational du programme. Le Combat Cloud reposera sur de nouvelles liaisons de données permettant d'échanger des informations à haut débit de façon sécurisée. Ce réseau pourrait s'appuyer sur des moyens satellitaires et sur des systèmes dérivés des relais de téléphonie mobile. L'emploi de laser est aussi envisagé.

Le réseau devra probablement être géré depuis un centre de commandement dédié, capable de gérer ces flux et de se protéger en cas de cyberattaque. Le Combat Cloud s'appuiera aussi sur les mégadonnées et l'intelligence artificielle afin de collecter, stocker, fusionner en temps réel et redistribuer l'information. Des interfaces hommes-ma-

chines seront conçues pour faciliter la tâche des opérateurs humains. Le système devrait être optimisé pour que l'homme se concentre sur la prise de décision et que les autres fonctions puissent être réalisées par les machines. Les nouvelles plateformes seront toutes intégrées à ce réseau, mais les plateformes toujours en service à l'horizon 2030, 2040 devront aussi pouvoir s'y insérer. En effet, des technologies du Scaf devraient être mises en service progressivement à partir de 2030. Le Rafale, l'Eurofighter, l'A400M, l'A330 MRTT, l'Eurodrone devront donc pouvoir échanger des informations au même titre que le futur chasseur ou les futurs drones. De la même manière, les troupes au sol et les navires de guerre devront aussi être pris en compte. Le système devra par ailleurs être interopé-

nable avec les moyens d'autres nations européennes et de l'Otan.

CHASSEUR NGF.

Au cœur de ce système de systèmes, se trouvera un nouveau chasseur, remplaçant du Rafale et de l'Eurofighter. Celui-ci a été désigné NGF (New Generation Fighter). Pour l'heure, les industriels et les armées en sont encore à la phase préliminaire de conception de cet appareil. Aucun choix n'a été définitivement arrêté. Des maquettes et des vues d'artiste ont été présentées par Dassault Aviation et le ministère des Armées, mais il est probable que le concept évolue encore fortement. Eric Trapier, président de Dassault Aviation, expliquait récemment que le NGF sera plus grand que le Rafale, qu'il aura des capacités conséquentes

d'emport en armements, qu'il devra être furtif et manœuvrant. Une grande partie des développements seront consacrés à la connectivité de l'appareil. Le partage de l'information est devenu une clé des opérations aériennes. Le NGF pourrait aussi être employé dans certains cas comme appareil de conduite et commandement avancé, à la tête, par exemple, d'un essaim de drones.

Pour accroître la survivabilité de l'appareil, la France, l'Allemagne et l'Espagne ont donc décidé de miser sur la furtivité. Il devrait s'agir d'une furtivité multispectrale avec une signature radar réduite, mais aussi d'une réduction des signatures infrarouge et électromagnétique. Celles-ci peuvent être atteintes à travers les formes de l'appareil et les matériaux employés. Les

DASSAULT AVIATION

Dassault a présenté en 2018 une première maquette du NGF.





METEOR

SUPÉRIORITÉ AÉRIENNE GARANTIE



Conçu pour assurer des missions de supériorité aérienne, le missile air-air Meteor propulsé par statoréacteur est capable d'intercepter des cibles à très longue portée avec une zone d'interception garantie nettement supérieure à celle des missiles de même gamme actuellement en service. Acquis par la France, le Royaume-Uni, l'Allemagne, l'Italie, l'Espagne et la Suède, il est aujourd'hui intégré sur les avions de combat de dernière génération.



SECURING
THE SKIES



PROTECTING
YOUR ASSETS



MASTERING
THE SEAS



COMMANDING
THE COMBAT ZONE



mbda-systems.com

maquettes et vues d'artiste du NGF montrent un appareil dépourvu de plans verticaux, probablement dans l'optique de réduire sa signature radar. Les appareils furtifs emportant leurs armements et leur carburant en soute sont plus volumineux que les chasseurs classiques emportant leurs armements ou des bidons pendulaires sous voilure, ce qui explique que l'appareil sera probablement plus grand que le Rafale. L'appareil sera le fruit de compromis prenant en compte

le coût de conception et de production puis de possession, la taille, la masse, la manœuvrabilité, la furtivité, la capacité d'emport en armements ou encore l'autonomie. La recherche de connectivité pourrait se traduire par un volume et un coût croissants dédiés aux systèmes de communications par rapport aux chasseurs de générations précédentes. La taille du NGF pourrait aussi être impactée par celle du missile ASN4G, le futur remplaçant du missile nucléaire

ASMPA actuellement emporté par le Rafale. Si le NGF reprend aussi la mission de dissuasion nucléaire, ses dimensions devront correspondre à celles du futur missile hypersonique.

D'une manière générale, les concepteurs devraient chercher cependant à limiter la taille de l'appareil. D'une part, pour en limiter les coûts ; d'autre part, parce que le NGF devra pouvoir être embarqué sur un porte-avions. La France a en effet stipulé, dès la signature de l'accord

sur le besoin opérationnel de haut niveau, que le Scaf devra être navalisable. Ce qui signifie que le NGF devra pouvoir opérer depuis un porte-avions, a priori le remplaçant du *Charles-de-Gaulle* pour lequel des études ont été lancées par la France. La Marine nationale insiste pour que cet aspect soit pris en compte dès la phase de conception du NGF, comme cela avait été le cas pour le Rafale. Cela signifie que le NGF devra pouvoir être catapulté, puis pouvoir apponter

Le standard F4 du Rafale sera un premier pas vers le SCAF.



L. HUBERT

en saisissant les brins d'arrêt du porte-avions. La masse de l'appareil sera donc importante, son envergure aussi en vue des évolutions sur l'espace contraint du pont du porte-avions et d'un stockage dans ses hangars. Le NGF devra également pouvoir encaisser les chocs relatifs au catapultage et à l'appontage. Comme le Rafale M, le NGF dans sa version Marine devra donc disposer d'un train renforcé et d'une crosse d'appontage. Il devra aussi pouvoir résister à la

corrosion due au milieu maritime. L'appareil devra pouvoir larguer rapidement du carburant afin de réduire sa masse à l'appontage. Les marins estiment qu'il s'agit d'aspects finalement assez peu contraignants, bien qu'indispensables, et pouvant aussi bénéficier à la version Air du NGF. La Marine allemande ne dispose pas de porte-avions mais semble aussi intéressée par ces aspects qui pourraient tirer vers le haut les capacités aéromaritimes de l'appareil. Un dé-

monstrateur du NGF pourrait voler d'ici à 2026. Il permettra de valider une partie des choix réalisés. Comme le Rafale A vis-à-vis des versions actuelles du Rafale, ce démonstrateur sera probablement assez différent de la version qui entrera en service plus de dix années plus tard.

REMOTE CARRIER.

Le Scaf comprendra un ensemble de plateforme volantes non habitées, baptisées Remote Carrier. Il s'agira de différents types de drones pouvant effectuer une grande variété de missions. Les travaux dans ce domaine en sont également au stade de la réflexion. Dans le haut du spectre, le Scaf pourrait comprendre un drone de combat (Ucav). Les concepts d'Ucav actuels font généralement la taille d'un chasseur. Ils doivent pouvoir accomplir en partie les missions conduites par un chasseur. Ce drone de combat pourrait, par exemple, être envoyé dans des zones contestées pour des missions de reconnaissance ou de suppression des défenses adverses, sans mettre en danger des opérateurs humains. Dans ce domaine, les Européens peuvent s'appuyer sur le programme de démonstrateur d'Ucav, Neuron, qui vole toujours sous la responsabilité de Dassault.

Le Scaf pourrait aussi comprendre des drones plus petits. Certains pourraient voler en essaims, de façon coordonnée, capables par leur nombre et leurs profils de vol de saturer une défense adverse. Certains drones seront conçus pour être récupérés et d'autres pour un usage unique. Il pourrait s'agir, dans ce cas, de drones moins coûteux. En fonction de leur charge utile, ces véhicules pourraient conduire différents types de missions. D'autres drones pourront aussi être spécialisés dans certaines missions telles que la reconnaissance ou la guerre électronique. Leur taille pourrait être très variée. Certains pourraient ainsi être largués depuis un avion mère. La Marine nationale envisage également

MESUREX

FABRICANT CAPTEURS ET SYSTEMES DE MESURE

CAPTEURS
DE TEMPÉRATURE,
PRESSION, FORCE,
ACCÉLÉRATION...

Fournisseur Rang 1
de Airbus, Safran,
Thales ...



100 000 capteurs par an
Instrumentation sur pièces clients

MESUREX - Zone industrielle
13, rue des Corroyes
78730 Saint-Arnoult
T: +(33) 1 30 41 23 62
www.mesurex.fr



qu'une partie de ces drones puissent être mis en œuvre depuis les frégates du Groupe aéronaval, dans le cadre de la navalisation du Scaf. D'une manière générale, ces drones devront pouvoir être modifiés ou modernisés rapidement pour répondre à l'évolution des besoins opérationnels et des menaces. Ils devraient bénéficier d'une autonomie décisionnelle accrue par rapport aux drones actuellement employés. Ainsi, un opérateur humain pourra diriger plusieurs véhicules leur indiquant une mission qu'ils pourront ensuite effectuer de façon autonome. On peut imaginer un scénario où un NGF partira en mission avec plusieurs drones, dont il assurera le commandement avancé. Le Scaf mettra aussi en œuvre des armements intelligents, eux aussi très connectés (voir article suivant). Ça sera le cas du missile Fman/FMC, le futur missile de croisière et anti-navire franco-britannique qui sera développé par MBDA.

PERSPECTIVES.

Il reste encore de nombreuses années avant que le Scaf n'entre en service. En attendant, les capacités de combat des forces aé-

Tempest : la réponse britannique

Le Royaume-Uni a aussi annoncé vouloir développer un Système de combat aérien futur. Le projet présenté au salon de Farnborough a été baptisé Tempest. Le ministère britannique de la Défense prévoit de dépenser 2 Md£ sur les dix prochaines années pour ce programme. Une première étude devait être publiée fin 2018 et la décision de poursuivre le programme sera prise fin 2020. La décision définitive d'acquisition devrait être prise avant 2025. Le programme est confié à une équipe baptisée Team Tempest, comprenant le ministère de la Défense

(dont le bureau capacitaire de la Royal Air Force et le Laboratoire technologique de la défense) et les industriels BAe Systems, Rolls-Royce, Leonardo et MBDA. BAe Systems se chargera du développement du Système de combat et des travaux d'intégration. Rolls-Royce travaillera sur la motorisation, Leonardo sur les capteurs, l'électronique et l'avionique. MBDA concevra l'armement du futur système. Londres a proposé à d'autres nations de se joindre au programme. Certains observateurs estiment que, à terme, les projets Tempest et Scaf pourraient se rejoindre.

riennes française, allemande et espagnole continueront de reposer sur des versions modernisées du Typhoon et du Rafale. Le Typhoon a vu progressivement accroître sa polyvalence, notamment au sein de la Royal Air Force avec le programme Centurion qui a compris l'intégration des missiles Bridges-ton, Storm Shadow et Meteor. En France, l'armée de l'Air et la Marine nationale commencent à réceptionner les premiers Rafale au standard F3R comprenant

l'intégration du pod Talios et du missile Meteor, ainsi que des évolutions logicielles. En janvier 2019, la France a lancé le développement du standard F4 du Rafale, qui devrait être disponible en 2024. Celui-ci comprendra une amélioration de la connectivité du Rafale avec l'intégration d'un système de communications par satellite, de nouvelles liaisons intrapatrouilles, de serveur de communications et de radio logicielle. Un pas de plus vers la connectivité attendue,

pour le Scaf. De la même façon, l'A330 MRTT pourra servir progressivement de nœud de communications et l'A400M est nativement équipé de systèmes de communications modernes. La montée en puissance de ces appareils va permettre à l'armée de l'Air d'accroître progressivement sa connectivité. Reste la question des drones. L'armée de l'Air sera prochainement dotée pour la première fois de drones armés. Il s'agit des MQ-9 Reaper, déjà en service depuis 2013 mais jusqu'à présent non armés. Un premier pas vers le nouveau rôle des drones. L'Eurodrone, développé dans un cadre européen et attendu pour 2025, pourrait lui aussi être armé. Les drones MALE ne sont cependant pas optimisés pour un emploi dans un espace aérien contesté. Lents et peu manœuvrants, ils peuvent constituer des cibles faciles pour des systèmes de défense sol-air ou d'autres chasseurs. Il faudra des drones plus rapides, plus furtifs, plus agiles, pouvant opérer en essaims pour pénétrer ces espaces contestés. Il serait probablement intéressant d'intégrer rapidement ces types de capacité pour préparer les Scaf et pour ne pas priver nos forces aériennes d'une capacité précieuse d'ici l'entrée en service du Scaf, prévue pour 2040.

■ Emmanuel Huberdeau

Le Royaume-Uni a lancé le projet Tempest.



For the latest generation of aircraft,
you need the most advanced
lubricant technology



Lubricants are essential to the performance and long life of your equipment. To guarantee the success of your operations, NYCO offers the widest range of lubricants for aircraft, helicopters, as well as Air, Sea and Land military equipment around the world.

Meet NYCO at the Paris Air Show - Booth E194 in hall 2B



NYCO
Solutions ahead

« LE DÉMONSTRATEUR EST UN VRAI DÉTERMINANT DE LEVÉE DE RISQUES »

ALORS QUE L'ALLEMAGNE ET LA FRANCE S'APPRÊTENT À LANCER DES DÉMONSTRATEURS POUR L'AVION DE COMBAT ET SON MOTEUR DANS LE CADRE DU SCAF, AIR & COSMOS EST ALLÉ À LA RENCONTRE D'ERIC TRAPPIER, PRÉSIDENT DE DASSAULT AVIATION

• *L'étude de concept commune sur le Scaf a démarré en février dernier. Où en êtes-vous aujourd'hui ?*

Nous avons commencé à travailler avec Airbus sur l'étude de concept et ce que l'on demande depuis plusieurs mois c'est le lancement des démonstrateurs en parallèle pour ne pas perdre de temps dans l'exercice des savoir-faire et des technologies au service de la préparation du Scaf opérationnel. Dans le cadre des études qui nous ont été confiées, nous avons travaillé à faire des propositions sur ces sujets.

Nous sommes prêts. Nous avons remis nos propositions. Nous attendons maintenant que l'on progresse dans ces lancements de démonstrateurs qui ont déjà été annoncés par les ministres des Armées et de la Défense des deux pays, il y a quelques mois.

• *C'est vital, un démonstrateur ?*

Un démonstrateur permet, avant de passer à un développement définitif, d'exercer des arbitrages entre les différentes technologies, entre les différentes capacités opérationnelles que voudraient les militaires et les capacités techniques que les in-



dustriels peuvent proposer. Et en parallèle des études « papier » ou de simulations qui sont évidemment très importantes, cela permet quand même de s'exercer au vol.

Car l'heure de vérité, c'est quand on fait voler l'avion. C'est là que l'on voit un certain nombre de choses, malgré la précision toujours plus fine des simulations. Or nous sommes sur des sujets assez complexes, le démonstrateur a la capacité d'aller voler avant que ne soient prises les grandes décisions qui sont très difficiles à modifier par la suite. Le démonstrateur est un vrai déterminant de levée de risques quand on veut se lancer dans un défi opérationnel.

• **Quelles pourraient être les grandes caractéristiques de l'avion de combat ?**

Un peu tôt pour le dire, mais on garde les grandes capacités d'un avion de combat. Un intercepteur, un appareil qui est capable de faire des missions air-air, mais aussi un avion qui est capable de faire de la pénétration dans des contextes et des environnements qui sont de plus en plus défendus. Il faut être capable d'intervenir dans des espaces de plus en plus protégés, soit par des batteries sol-air de plus en plus performantes que l'on voit se développer un peu partout, soit par des avions de combat qui, petit à petit, montent en gamme.

Il faut donc un avion capable de faire ces deux missions au minimum, plus d'autres, tout en ayant une chance de survivre.



« S'IL N'Y A PAS D'AVION, LE GRAND SYSTÈME PEUT TOUJOURS FAIRE DU NUMÉRIQUE, MAIS CELA RESTERA SANS EFFET. »

Voilà pour les grandes caractéristiques. D'un point de vue systèmes, ce qui se dit maintenant, c'est qu'un avion seul ne fait plus grand-chose. Il faut qu'il puisse se connecter en toute sécurité avec d'autres avions, avec des drones, des centres de renseignement pour être en permanence au meilleur niveau de la connaissance de l'environnement tactique au profit du pilote ou du patron des opérations.

Y compris en utilisant dans son environnement proche des drones qui puissent, soit lui donner des informations plus précises, soit être capables d'intervenir sous sa direction. Il s'agit donc d'un système un peu plus large, dans lequel le type de liaisons de données et le mode de travail en coopération avec d'autres plate-

formes vont être un domaine d'investigation et de définition important pour le futur.

• **Le NGF sera-t-il équipé d'un canon ?**

On s'est posé la question X fois sur le Rafale et la même question s'est posée pour l'Eurofighter. A la fin des fins, on en revient toujours à mettre un canon. Car quand il s'agit d'impressionner, d'avertir ou de tirer sur de petits objectifs, c'est bien d'avoir un canon, que cela soit en air-air et en air-sol. Il est certain qu'en interception le canon est de moins en moins utile, sauf en police du ciel. Dans cette configuration, vous devez pouvoir faire des sommations pour que l'avion intercepté se plie aux consignes.

En air-sol léger, on a encore besoin du canon pour certains types d'objectifs, pour faire des *show of force*, etc. Au final, je ne sais pas s'il y aura un canon sur le NGF, mais la réponse qui avait été apportée dans le cadre du Rafale était qu'il en fallait un.

• **En dehors de l'avion de combat, quelle pourrait être la place de Dassault dans le programme Scaf ?**

On nous donne le leadership d'un avion de combat. Un avion de combat qui travaille avec tout un grand système. Il ne faut pas opposer l'un à l'autre, car le grand système ne se substituera pas à l'avion. S'il n'y a pas d'avion, le grand système peut toujours faire du numérique, mais cela restera sans effet majeur. Il faut

Security, Surveillance & Entertainment

On board video management & processing computer

FOCUS-AI new version with
RT Image processing
HEVC - AI - AR
DO160 qualification

Video & audio & metadata STANAG 4609 : low bitrate, low latency, high quality
Mux - encode - transcode - stream - record - replay - overlay - display - machine learning

« NOTRE CAPACITÉ À MAÎTRISER LES COMMANDES DE VOL, LES AUTOMATISMES ET L'AÉRODYNAMIQUE PEUT CONTRIBUER À BÂTIR DES PROJETS POUR DEMAIN EN MATIÈRE DE DÉFENSE SPATIALE. »



toujours un vecteur, l'avion et ses armes. C'est ce rôle d'architecte avion que nous souhaitons jouer. Nous n'allons pas faire des grands réseaux à la place de ceux qui veulent les faire, Airbus et Thales.

Le plus difficile est d'intégrer les systèmes dans l'avion. C'est là qu'il faut concentrer la technologie et le savoir-faire. Au sol, vous pouvez installer des calculateurs et des baies qui prennent de la place. A bord de l'avion, il faut que le calculateur fasse la même chose dans un volume très réduit, tout en subissant les très fortes contraintes liées au vol.

Il est donc bien plus compliqué de faire le calculateur de bord que le calculateur du centre au sol. Il ne faut pas concevoir l'avion à partir d'une simulation de grand système, car le plus difficile reste de faire l'avion de combat. Idem pour un sous-marin. Vous ne ferez pas un sous-marin en expliquant qu'il sera télécommandé à partir d'un poste radio, certes sécurisé, depuis un état-major. C'est une vraie question que celle de la fiabilité de la liaison entre un centre à terre stratégique ou tactique et un sous-marin. Mais si vous n'avez pas le sous-marin au bout, cela ne sert à rien.

Ce n'est pas celui qui intervient dans le domaine sensible de la liaison qui fera le sous-marin. Il faut un architecte naval. Nous sommes l'architecte aérien.

• Pour l'instant les futurs drones de combat ne sont pas prévus. Pourquoi ?

C'est normal, car nous étions partis avec les Britanniques sur le drone de combat et tout s'est arrêté avec le Brexit. Ensuite, il faut reconnaître que les UcaV ne génèrent pas forcément beaucoup d'enthousiasme dans les armées de l'Air. Enfin, il s'agit de gestion de priorités. Mais cela n'est pas totalement exclu. Dans ce grand système de combat aérien, nous n'écarterons pas l'idée qu'un jour nous pourrions faire travailler un avion avec un pilote à bord et un avion qui n'a pas de pilote.

Nous explorons les petits drones, ceux qui accompagnent l'avion et qui ont une mission un peu différente de celle de l'UcaV. Mais si nous devons un jour faire à la fois un avion de combat et un UcaV, les budgets nécessaires seront assez rapidement multipliés par deux. Il y a donc un effort budgétaire à prendre en compte. Pour l'instant, nous sommes plutôt sur un avion de combat piloté.

• Selon certains opérationnels, le programme Eurodrone semble prendre son temps. Pourquoi ?

Le programme avance. Il y a un an, au Salon de Berlin, nous avons marqué la fin des études qui nous avaient été confiées. L'étape d'après était de faire des propositions engageantes pour développer et réaliser les systèmes pour la France, l'Allemagne, l'Italie et l'Espagne. Nous sommes actuellement dans cette phase-là. Les offres ont été remises sous maîtrise d'œuvre Airbus. Dassault Aviation s'implique fortement. C'est maintenant à l'Occar et aux Etats d'étudier ces propositions, de les discuter et de les contractualiser.

Cela prend du temps, car il s'agit d'un sujet d'importance. Mais, là aussi, je pense que le Malé contribue à l'autonomie stratégique de l'Europe. Par conséquent, il est important que ce programme puisse aller de l'avant.

• La France a décidé de se doter d'une stratégie en matière de défense spatiale. Quelle peut être la place de Dassault ?

Nous ne nous positionnons pas du tout dans les lanceurs, ni dans les satellites. Notre vision

est que s'il faut occuper l'espace, il faut bouger dans l'espace et d'une certaine manière voler dans l'espace, même si le terme est impropre. Nous avons aussi une sensibilité en termes de défense.

Notre capacité à maîtriser les commandes de vol, les automatismes et l'aérodynamique peut contribuer à bâtir des projets pour demain. Entre l'avion qui vole dans l'atmosphère et demain l'avion spatial qui vole dans le suborbital, voire un peu plus loin, il existe des rapprochements.

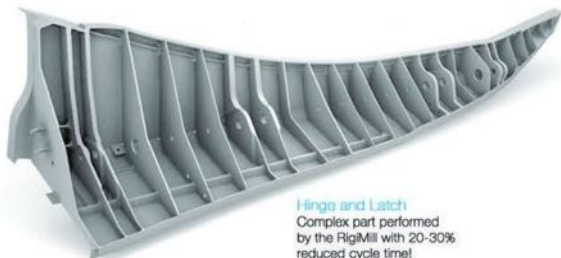
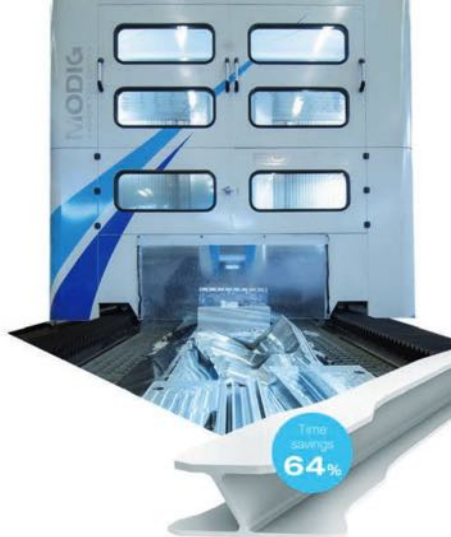
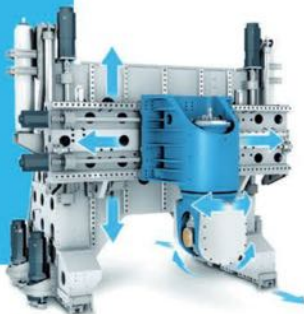
Ce ne sont plus tout à fait les mêmes avions, ni les mêmes systèmes, ni les mêmes missions. Il n'empêche que l'on voit aujourd'hui de grands pays souverains être capables d'intervenir dans l'espace, y compris de manière agressive. Nous devons donc nous défendre. Or, la meilleure défense, c'est l'attaque. Si vous avez un bouclier, vous devez aussi être capable de donner le coup d'épée. Je pense que l'avantage est toujours à celui qui attaque. Par conséquent, dans le domaine spatial, il faudra aussi être capable d'être offensif et de ne pas subir.

■ Propos recueillis par Yann Cochenne

The RigiMill is the World market most compact gantry.

Single spindle, high speed gantry for either aluminum or titanium. Its robust architecture and purposely reduced scale allow it to perform far better than large or multi-spindle machines.

Automatic Pallet System
up to 950" (24 m)



Hinge and Latch
Complex part performed by the RigiMill with 20-30% reduced cycle time!

Wing Stringer

Previous time: 205 min	Width: 6" (150 mm)
Modig Rigi-Mill time: 74 min	Length: 551" (11,000 mm)
Time Savings: 131 min (64%)	Thickness: 2.5" (65 mm)

MODIG
MACHINE TOOL SWEDEN

RigiMill MT

RigiMill MG

HHV 3-Mill

HHV 2-Mill

FlexiMill



Seat Track
The HHV handles uncut bars and extrusions with unlimited length.



Link

Previous time: 97 min	Width: 4" (95 mm)
Modig HHV time: 23 min	Length: 231" (580 mm)
Time Savings: 74 min (76%)	Thickness: 3" (70 mm)

The HHV guarantee 40% reduced cycle time!

All parts are machined in ONE setup!



Airtight Rib

Previous time: 24 min	Width: 1" (28 mm)
Modig HHV time: 12 min	Length: 10" (260 mm)
Time Savings: 12 min (50%)	Thickness: 5" (120 mm)

32,000 kg
of Raw Material
Savings per year!



MODIG
MACHINE TOOL SWEDEN

LA VISION DU FUTUR DE MBDA



MBDA propose deux concepts de missiles de croisière.

travaillent de façon indépendante. Mais MBDA a travaillé sur plusieurs programmes multinationaux tels que le Meteor ou le Storm Shadow/Scalp, et le groupe serait donc bien placé si le programme britannique et le programme français venaient à converger, que ce soit pour l'ensemble du système ou uniquement l'armement.

RÉAGIR PLUS VITE.

Comme pour l'ensemble du système de combat aérien, la connectivité sera l'un des aspects majeurs des futurs armements imaginés par MBDA. Le groupe européen estime que c'est dans le domaine des technologies de mise en réseau que les progrès vont être les plus décisifs. Celui qui sera capable de réagir le plus rapidement et de s'adapter pourra l'emporter.

Bien qu'il soit difficile de pleinement concevoir l'état des technologies à l'horizon 2040 des tendances fortes se dégagent et permettent d'imaginer les menaces auxquelles les systèmes de combat aériens futurs seront confrontés. Les systèmes de défense aériens

LE MISSILIER EUROPÉEN A IMAGINÉ PLUSIEURS CONCEPTS D'ARMEMENTS QUI POURRAIENT ÊTRE INTÉGRÉS AU SEIN DES PROJETS EUROPÉENS DE FUTURS SYSTÈMES DE COMBAT AÉRIENS. TRÈS CONNECTÉS, CES MISSILES ET REMOTE CARRIERS DEVONT POUVOIR CONTRER DES SYSTÈMES DE DÉNI D'ACCÈS.

En Europe continentale, comme au Royaume-Uni, les travaux de préparation de systèmes de combat aérien futurs avancent (voir article précédent). Ceux-ci mettront en réseau des avions de combat, des avions de mission, des moyens satellitaires, des drones et remote carriers, mais aussi de l'armement. MBDA, spécialiste européen des missiles, veut participer à ces développements en présentant des concepts innovants. Le missilier fait déjà partie de l'équipe du programme Tempest à travers MBDA UK. Les branches française, allemande et espagnole du groupe seront aussi très vraisemblablement associées au programme Scaf. Par

ailleurs, MBDA a été désigné pour participer au programme de futur missile de croisière et antinavire Fman/FMC franco-britannique, lequel devra s'intégrer dans les deux programmes. Le groupe MBDA a donc décidé de présenter, à l'occasion du Salon du Bourget 2019, six concepts d'armements qui pourraient s'appliquer aux deux projets européens, quelles que soient les orientations prises par les programmes. MBDA propose également de participer au développement de l'architecture de ces systèmes en ce qui concerne la chaîne d'engagement des effecteurs connectés. Pour l'heure, les équipes britanniques, d'un côté, françaises, allemandes et espagnoles, de l'autre,

Les missiles de croisière

MBDA a imaginé deux concepts de missiles de croisière qui pourraient être opérationnels à l'horizon 2030 et pourraient donc être appliqués au programme Fman/FMC. Ces missiles bénéficieront de capacités de pénétration accrues par rapport aux systèmes actuels. Cette famille comprend deux concepts. D'une part, un missile polyvalent supersonique ; d'autre part, un missile subsonique furtif. Le missile supersonique (vitesse supérieure à Mach 1) a été imaginé pour frapper principalement trois types de cible : les centres de contrôle des systèmes de défense aérienne, les navires et les cibles aériennes de haute valeur telles que les ravitailleurs en vol et les avions de conduite et de commandement. Pour ces missions, il sera nécessaire d'aller vite et d'être manœuvrant. Le missile subsonique furtif a été pensé pour réaliser des frappes dans la profondeur. Il bénéficiera d'une grande endurance et emportera une charge militaire conséquente. Il pourra frapper notamment des cibles durcies. Les deux missiles auront un format comparable à celui du Scalp, soit environ cinq mètres de long pour une masse d'environ une tonne. Le missile pourra être emporté par un avion ou tiré depuis un navire. Le guidage ne dépendra pas du GPS et les missiles bénéficieront de portées de plusieurs centaines de kilomètres.

SmartGlider/SmartCruiser

MBDA avait déjà présenté sa famille SmartGlider. Les SmartGlider sont des bombes planantes non propulsées, d'une portée de plus de 130 km, équipées d'un autodirecteur à capteurs multiples. Deux variantes ont été imaginées, une lourde de 1 200 kg et une légère de 120 kg. Cet armement met en œuvre l'intelligence artificielle. Des algorithmes devraient aider l'équipage à reconnaître sa cible, donc à être plus réactif. Une fois tirée, l'arme est conçue pour dialoguer avec l'appareil tireur durant l'ensemble de son vol. Les SmartGlider ont été conçues pour être utilisées en essaims. Avec trois points d'emport pour six armes, un Rafale pourrait emporter jusqu'à dix-huit bombes planantes SmartGlider Light. Plusieurs bombes peuvent donc être larguées en même temps pour mener une attaque saturante. Les SmartGlider pourront se coordonner en vol pour adopter des trajectoires complémentaires et perturber les défenses adverses. MBDA propose désormais aussi de développer une version propulsée de l'arme baptisée SmartCruiser. La charge militaire serait réduite mais la portée serait accrue.



sont de plus en plus intégrés. Des systèmes multicouches connectant un grand nombre de capteurs et d'effecteurs forment des réseaux de défense de plus en plus durs à percer. D'autant que l'emploi de moyens de veille de longue portée pourrait se généraliser à l'horizon 2030. La supériorité aérienne deviendra donc l'exception

pour les forces occidentales. Il faudra pouvoir tirer les armements à travers ces dispositifs aussi bien pour des frappes en profondeur que pour des missions d'appui aérien rapproché qui auront lieu dans des environnements contestés et face à des objectifs rapides et mobiles. Les armements devront donc s'adapter. Si des progrès ont lieu en termes de vitesse, de manœuvrabilité et de furtivité, c'est la connectivité qui devrait être vraiment décisive. Les effecteurs devront pouvoir apporter du renseignement au cours de leur vol, mais aussi être plus polyvalents. MBDA imagine ainsi un missile de croisière pouvant être employé aussi bien contre des navires, des cibles aériennes ou des systèmes de défense aérienne. MBDA conceptualise aussi des armements apportant de nouveaux effets. Par exemple, en leurrant les systèmes de défense adverses afin de protéger d'autres missiles. Ces remote carriers pourraient permettre de créer temporairement et localement la supériorité aérienne. Dans une optique d'opération combinée, une partie de ces armements et remote carriers pourront aussi être lancés depuis des navires.

■ Emmanuel Huberdeau

Spear

Le missile air-sol Spear n'est pas un nouveau concept. Il s'agit d'un armement développé pour être intégré sur les F-35 britanniques. Il sera employé aussi sur les Typhoon de la Royal Air Force. Le Spear fait deux mètres de long pour 100 kg. Il est doté d'une charge militaire multi-effets. Le guidage se fait grâce à un autodirecteur multicapteur et un système de navigation GPS/inertiel. Le Spear est aussi doté d'une liaison de données montante et descendante.

SOGECLAIR
aerospace

SOGECLAIR AEROSPACE RECRUTE

Êtes-vous prêts à intégrer une entreprise innovante et dynamique ?

Spécialisée dans l'ingénierie et la fabrication de solutions aérospatiales, SOGECLAIR aerospace recrute dans de nombreux domaines, en France comme à l'international.

**Vous êtes intéressés et surtout motivés ?
De nombreuses opportunités d'emploi vous attendent !**

Rendez-vous sur www.sogclair.com.

**Rencontrez-nous le 21 et 22 Juin au
Salon International de l'Aéronautique et
de l'Espace.**

Hall 2B - Stand B80

Trois questions à Eric Beranger, CEO de MBDA

« Une société qui est unique dans le domaine de la défense »

Vous êtes CEO depuis quinze jours. Quelles sont vos premières impressions sur MBDA ?

J'ai effectué une carrière dans le spatial et je découvre une entreprise où les enjeux de souveraineté sont très forts, sinon supérieurs, et la nécessité de coopérer également prégnante. Je prends aussi la mesure de cette société qui est unique dans le domaine de la défense. Unique par son organisation intégrée qui favorise les échanges et la fertilisation croisée entre les équipes des différentes nations. Unique également par sa taille relative et par sa capacité à exporter plus de la moitié de sa production militaire. A ma connaissance, aucune autre entreprise de défense en Europe ne réunit tous ces atouts et n'a une taille comparable à celle de ses rivaux américains dans son segment de marché. Ce sont tous ces éléments qui permettent à MBDA de réunir une telle somme de compétences et d'expertise, et d'investir pour assurer la pérennité de son modèle au service de l'autonomie stratégique.

Je découvre également une capacité d'innovation que je ne soupçonnais pas auparavant, peut-être parce que, justement, les enjeux de souveraineté se prêtent mal à la communication sur nos avantages technologiques. Mais la présentation que nous faisons cette année au Salon du Bourget ne laissera aucun doute quant à la vitalité de l'innovation chez MBDA et quant à sa capacité à délivrer une vision aussi construite des systèmes d'armes que les armées déploieront pour assurer leurs missions dans le futur.

Enfin, j'arrive à un moment charnière de l'existence de MBDA. Un moment où les enjeux industriels sont décisifs avec un carnet de commandes de produits matures à livrer, qui n'a jamais été aussi élevé, et où il faut en même temps préparer des décisions structurantes qui façonneront le portefeuille de produits de MBDA sur les quarante années à venir, notamment sur le Scaf franco-germano-espagnol et sur le Tempest britannique. MBDA se voulant le partenaire clé des missiles et armements complexes de ces différentes nations, il est de notre responsabilité de faire en sorte de maximiser les synergies entre les projets.

Quelle est votre vision pour les armements aériens de ces plateformes de 6^e génération ?

Il est frappant de voir à quel point la mise en réseau des défenses aériennes adverses et l'introduction de l'intelligence artificielle (IA) vont aboutir, à terme, à former des barrières quasi insurmontables pour les dispositifs aériens actuels. Du coup, pour ne pas surexposer les plateformes et leurs pilotes, il faudra que les futurs armements ou effecteurs aériens reposent sur la bonne com-



binaison de vitesse, de furtivité et de mise en réseau, tout en apportant une panoplie d'effets plus larges que ce qu'on connaît aujourd'hui. Il s'agira d'être résilients et de s'adapter plus rapidement que l'adversaire pour ouvrir des brèches dans son dispositif de défense et en atteindre les points névralgiques.

Les ruptures technologiques auxquelles nous assistons aujourd'hui dans les domaines des matériaux, de la fabrication additive, des liaisons de données, de l'intelligence artificielle, changeront radicalement la nature du combat aérien et les concepts d'emploi. Grâce à l'IA et à la mise en réseau, les armements de demain proposeront au pilote une véritable aide à la décision prenant en compte les menaces. Ces interactions se feront nécessairement au travers de la plateforme. La qualité de l'intégration de l'armement à la plateforme aura donc une influence majeure sur la performance globale du système. Et plus cette intégration sera pensée en amont, meilleure elle sera.

Alors, que peut apporter MBDA dès aujourd'hui à ces programmes ?

L'arbitrage entre les exigences portant sur le système, la plateforme et les armements est une réflexion dont nous pensons qu'elle doit être conduite à l'horizon de la durée de vie des plateformes nouvelles et qu'elle doit être prise en compte en amont de la conception de ces plateformes, c'est-à-dire maintenant. Les concepts d'armements et d'effecteurs connectés (remote carriers) que nous présentons au Bourget sont notre vision à court, moyen et long terme des futurs armements aérien, et ils constituent la synthèse de ces réflexions que nous menons séparément dans chaque pays afin de préserver leurs intérêts stratégiques. Et notre souhait est de les voir rapidement converger, car la concomitance des programmes de 6^e génération Scaf et Tempest est une opportunité historique de coopération que MBDA, par sa dimension internationale et sa capacité d'innovation, est prêt à relever.

Remote carriers

Le terme « remote carrier » désigne une large gamme de systèmes allant du missile connecté au drone de combat. MBDA propose deux effecteurs capables, avant de frapper leur cible, de réaliser une variété de missions : celles-ci pourraient comprendre la reconnaissance, le renseignement ou encore la guerre électronique. Le RC 100 est un véhicule de 100 kg ; le RC 200, un véhicule de 200 kg plus endurant et plus performant. Le RC 100 pourrait être intégré par le système Smart Launcher permettant d'emporter aussi des bombes SmartGlider. Un avion de combat pourrait donc lancer simultanément des bombes SmartGlider et un ou des RC 100. Le remote carrier pourrait ainsi participer à la désignation des cibles ou brouiller les systèmes de défense adverses pour améliorer l'efficacité du raid.



Antimissile Hardkill System

Il s'agit ici d'un petit missile d'un mètre de long, emporté par un chasseur, capable d'intercepter les missiles qui lui sont destinés. Sur un chasseur de prochaine génération, l'AHS pourrait être intégré directement dans la structure de l'appareil, sur des lanceurs prévus à cet effet. Pour des appareils plus anciens, il



pourrait être emporté en nacelle. Le missile devra être intégré au système d'autoprotection de l'avion de combat et pouvoir être mis en œuvre sans perturber la manœuvre évasive du chasseur.

SATINOX
assemblage

40 ans d'expérience dans la fixation aéronautique le support technique, la logistique et le contrôle.

Depuis 1977, Satinox est et restera un élément clef de la sécurisation de votre supply chain.

Nous gérons pour vous, la distribution, la mise en fabrication sur norme ou sur plan,

En toutes matières et tous traitements, le contrôle, le stockage et le conditionnement.

Plus qu'un distributeur, Satinox EN/AS 9120, est un véritable partenaire offrant un support technique et logistique.

Satinox a su se démarquer en se dotant d'un véritable laboratoire de contrôle destructif et non-destructif.

Satinox est capable de vous proposer un certificat d'analyse matière, même sur la fixation industrielle.

PRÈS DE 450 CLIENTS

AIRBUS GROUP - MBDA
SAFRAN - THALES GROUP
BOEING - DOW
AEROSPACE - ALLEN EOLANE
CROUZET - HUTCHINSON...

FIXATIONS AÉRONAUTIQUES ET INDUSTRIELLES

NFL / EN / ASNA / NAS
LN / DIN / NFE / ISO
MS / NSA / BAC...



HOUDAN
FRANCE
78550
Phone : 33 (0)1 30 59 74 73
www.satinox.eu
web@satinox.eu

EXPERT EN FIXATIONS AÉRONAUTIQUES
ET INDUSTRIELLES
NORMES EUROPÉENNES - AMÉRICAINES - SUR PLAN



53^e INTERNATIONAL
PARIS AIR SHOW
LE BOURGET
JUNE 17-23, 2019

Hall 2b - E 108



« LE SYSTÈME DE COMBAT DU FUTUR EST AUSSI TERRESTRE »

LE SCAF SERA UN DES MOMENTS FORTS DU SALON DU BOURGET. MAIS LE SYSTÈME DE COMBAT DU FUTUR A AUSSI SON PENDANT DANS LE TERRESTRE, COMME NOUS LE DÉTAILLE STÉPHANE MAYER, PRÉSIDENT DE NEXTER.

• **Un concept comme le Scaf peut-il aussi s'appliquer au terrestre avec MGCS ?**

Il y a plusieurs similitudes. D'abord, leur coïncidence dans le temps. Ensuite, les équilibres généraux de la coopération franco-allemande avec un leadership équilibré. Si l'on regarde plus particulièrement le contenu du MGCS, nous pouvons dire, comme pour l'avion dans le cadre du Scaf, que cela est plus qu'un char. Il s'agit d'un véritable système de combat avec une architecture qui se composera d'une plateforme habitée, opérée, et qui pourra également téléopérer d'autres plateformes pour en maximiser l'efficacité et la supériorité. MGCS se caractérisera aussi par de nombreuses innovations en matière d'équipements de détection, de systèmes d'armes et de structures, avec un accent particulier sur la protection (active, passive et réactive).

Le système MGCS sera intégré dans la bulle Scorpion, système de systèmes, caractérisé par son aptitude au combat collaboratif. Ce dernier permettra d'optimiser l'engagement du MGCS aux côtés des véhicules blindés de nouvelle génération conçus par Nexter et ses partenaires comme des plateformes encore en service, mises au standard Scorpion. La maîtrise du combat collaboratif conduit au sein d'un groupement tactique interarmes, en permettant de comprendre, de décider et d'agir plus vite que l'ennemi, valorise l'engagement aéroterrestre au sol et près du sol en combinant

l'ensemble des effecteurs, véhicules terrestres comme hélicoptères.

• **Peut-on imaginer un char de combat entouré d'un essaim de drones pour l'aider à leurrer l'adversaire ou l'aider à mieux cerner la menace, un peu comme on se l'imagine pour l'avion de combat du futur ?**

Le MGCS, dans son concept, est bien multiplateforme : une plateforme habitée et des plateformes non habitées et donc téléopérées. Par ailleurs, nous travaillons chez Nexter dans une démarche d'innovation importante, en cohérence avec le ministère des Armées, l'armée de Terre et la DGA, sur ce que l'on appelle le véhicule augmenté : comment augmenter sa portée, sa vision, sa détection, sa protection et la protection des soldats ?

Il peut notamment être augmenté de deux façons. Par de petits robots terrestres embarqués à bord du véhicule pour les débarquer afin d'aller en avant pour détecter la menace, montrer une image du champ de bataille. Mais aussi par des drones, soit filaires, ce qui présente le gros avantage d'avoir une réserve d'énergie illimitée, soit autonomes. Nexter conçoit et développe des robots terrestres via sa filiale Nexter Robotics. Pour le volet drones, nous avons des partenariats avec des spécialistes en France et ailleurs.

• **Le partenariat avec Drone Volt en est-il un exemple ?**

Un véhicule pourrait laisser place, dans l'avenir, à des pa-



trouilles de véhicules, les uns habités, les autres téléopérés, avec pour effet de multiplier l'efficacité opérationnelle en disposant de meilleures capacités de détection et de réaction. Il s'agit donc de mettre autour d'un véhicule des robots terrestres et des drones,

embarqués sur le véhicule et que le combattant peut envoyer dans telle ou telle direction.

Le robot terrestre transmet des images, détecte des menaces, mesure la composition de l'atmosphère, filme dans différentes longueurs d'onde. De la même

façon, le drone peut, lui aussi, en étant déployé au-dessus du véhicule, lui permettre de voir plus loin et d'avoir ainsi une meilleure visibilité du champ de bataille afin de désigner une cible, détecter une menace ou maximiser la riposte.

C'est un concept qui est un axe de recherche et technologie pour le moment, en coopération avec la DGA et l'armée de Terre. On peut aussi imaginer que les technologies de l'intelligence artificielle puissent être utilisées pour les véhicules eux-mêmes afin de faciliter la mission des personnels embarqués.

La conception de drones n'étant pas notre métier, nous sommes en partenariat avec des spécialistes comme DroneVolt. Nous avons conjointement défini une mission qui consiste à aller porter secours à un petit robot terrestre qui pourrait être endommagé sur le champ de bataille. J'ai gardé cette image du petit robot Nerva de Nexter, qui était parqué sur l'Hercules 20 de DroneVolt, et qui m'évoquait l'embarquement d'un blindé dans l'A400M.

• Un canon Nexter équipe le Rafale. Y aura-t-il aussi un canon sur le Scaf ou plutôt une arme laser ?

Merci de rappeler que Nexter, en plus d'être un systémier intégrateur de blindés et véhicules de combat, est aussi un équipementier aéronautique, membre du Gifas et présent au Salon du Bourget. Nous fabriquons notamment le canon et les munitions du Rafale, mais aussi du Tigre, ainsi que des canons de 20 mm pour d'autres hélicoptères.

Le canon du Rafale est un des plus perfectionnés qui soient, de par sa cadence et la vitesse des munitions. Il faut en particulier une cadence de tir très élevée pour obtenir, malgré la vitesse de l'avion, une bonne précision et atteindre la capacité de destruction souhaitée. Cela a nécessité une technologie innovante et particulière pour le Rafale et nous sommes très fiers d'être à bord de cet avion.

Il est certain que s'il devait y avoir un canon à bord du Scaf, Nexter serait évidemment force de proposition. Même dans les canons, un métier historique de Nexter depuis 250 ans, il y a encore place pour de l'innovation.

Le véhicule Jaguar, par exemple, qui est le futur véhicule blindé de reconnaissance et de combat de l'armée de Terre que nous livrerons à partir de 2020 et qui est en phase de conception, est équipé d'un canon qui sera utilisé pour la première fois par les forces françaises. Un nouveau système plus efficace et moins encombrant qui a été entièrement conçu pour le Jaguar ainsi que pour deux blindés britanniques puisqu'il s'agit d'un programme en coopération franco-britannique.

• Où en est le travail préparatoire avec votre partenaire allemand KMW ? Comment s'organise-t-il ? Avez-vous fixé un calendrier avec les grandes étapes ?

Le calendrier est défini en coordination entre les deux grandes nations cadres, la France et l'Allemagne. Il prévoit une première phase de recherche et technologie, principalement axée sur l'architecture systèmes et ses composantes technologiques. Cette phase doit débuter cette année et durer deux ans. Elle sera suivie d'une phase de démonstrateur qui comprendra elle-même deux sous-phases pour produire un premier démonstrateur des différentes technologies et architectures préalablement étudiées.

Cela nous mènera jusqu'en 2025-2028, période à partir de laquelle devrait commencer le développement proprement dit pour de premières livraisons à l'horizon 2035. Un calendrier qui coïncide, pour les deux pays, avec le remplacement des chars Leclerc et Leopard. MGCS pourrait être, d'ici là, ouvert à d'autres pays partenaires, en Europe et au-delà. Notre partenariat avec KMW a été décidé par nos deux actionnaires, avec

le plein soutien des deux gouvernements qui jouent un rôle majeur au sein du programme MGCS.

Nous avons, entre-temps, travaillé ensemble pour nous préparer au lancement du programme, que ce soit sur le volet processus ou le volet produit. Nous avons une vision assez claire du rôle que nous pourrions jouer dans ce programme,

« Le MGCS pourrait être ouvert à d'autres pays partenaires, en Europe et au-delà. »

compte tenu de nos compétences de maître d'œuvre de systèmes blindés. Nous nous sommes ainsi répartis de façon équilibrée, ce qui pourrait être la première phase de recherche et technologie.

L'Allemagne a souhaité, dans un équilibre inchangé, que Rheinmetall, l'autre industriel allemand de défense terrestre, soit impliqué dans ce programme. Nous sommes d'ailleurs en discussion avec eux pour définir comment un partage à trois pourrait s'articuler afin de répondre aux besoins des deux pays et pouvoir lancer la première phase de recherche et technologie.

• Le programme MGCS pourrait-il accélérer l'intégration de Nexter avec KMW ?

KNDS a été créé en réunissant la capacité d'intégration de systèmes et de maîtrise d'œuvre de systèmes lourds de combat terrestre, notamment les chars, mais aussi d'autres blindés comme

ceux du programme Scorpion ou d'autres blindés allemands. KNDS a été créé alors que le programme MGCS n'existait pas. C'est un pari que nous avons fait et que nos actionnaires ont soutenu.

Nous n'avons pas attendu le programme MGCS pour travailler ensemble et avons aujourd'hui défini deux axes majeurs de travail. Un premier fondé sur les axes stratégiques et fonctionnels. Il s'agit de mutualiser tout ce qui peut l'être : une stratégie commune, des groupes de travail binationaux, une équipe d'intégration et des synergies en matière d'achats, de financements et de communication. Mais aussi des réalisations industrielles comme le travail de qualification que nous menons réciproquement pour travailler dans le référentiel de l'autre pays.

L'autre axe, qui est important et qui prend du temps à l'échelle des programmes de défense, c'est le rapprochement progressif de nos gammes de produits par des initiatives KNDS. Ainsi, nous travaillons sur un produit dérivé dans notre segment de chars de combat, l'E-MBT, qui a été dévoilé au salon Eurosatory 2018 sous forme de démonstrateur parfaitement fonctionnel. Il s'agit d'un dérivé du Leclerc et du Leopard qui présente des caractéristiques susceptibles d'intéresser aussi d'autres clients que les clients actuels de ces deux chars.

Enfin, dès lors qu'il y a un projet commun, nous mettons en place des équipes communes. L'arrivée d'un programme aussi important que MGCS sera l'occasion pour nous de marquer un pas en avant vers notre intégration afin de travailler véritablement en équipe intégrée. En attendant, les équipes continuent de concevoir, de produire et de soutenir l'ensemble des programmes existants, ce que nous faisons pour le client allemand, le client français ou l'ensemble des pays export. Les partenariats avec les autres industriels continuent également, notamment avec Rheinmetall en Allemagne,

Thales, Arquus, Safran et MBDA en France.

• **Le MGCS est à l'horizon 2035. Sur le moyen terme, quelles sont vos priorités ?**

Nexter organise ses priorités en fonction de trois axes stratégiques. Le premier est de répondre au mieux aux besoins nationaux pour projeter l'armée de Terre dans une nouvelle génération de matériels de combat, innovants, modernes qui remplaceront des véhicules qui, pour certains, ont été conçus il y a plus de quarante ans. Il s'agit donc de véritables sauts générationnels en matière, non seulement de systèmes de communication et de combat, comme c'est le cas avec Scorpion, mais aussi de structures de protection, de systèmes, de sous-systèmes, d'armements, d'équipements, de détecteurs...

Nexter est présent dans la plupart des briques du programme Scorpion avec le Griffon, dont la première livraison aura lieu cette année, le Jaguar, dont le développement est en cours avec première livraison en 2020, le Serval, un troisième véhicule, qui est aussi en cours de développement et dont Nexter a remporté le contrat l'année dernière face à trois concurrents, pour une livraison à l'horizon 2022. Enfin, la rénovation du char Leclerc pour lui permettre de s'intégrer dans ce standard Scorpion en attendant le MGCS.

Le deuxième axe est l'export.

Nexter, comme tous les industriels de défense français, a vocation à équilibrer son activité France avec l'export dans des proportions à peu près égales. L'objectif étant d'être à 50/50. Pour déployer nos activités export, nous avons créé une direction commerciale export, qui a déjà remporté quelques succès significatifs, notamment avec l'artillerie au Danemark, en Indonésie, ainsi qu'avec la vente de blindés à la Belgique.

Ce dernier contrat, baptisé CaMo, s'accompagne de la mise en place d'une coopération de défense très large entre les deux pays dans le cadre d'un nouveau type d'accord intergouvernemental qui vient juste d'être approuvé à l'unanimité par l'Assemblée nationale après avoir été voté par le Sénat et signé par les ministres des Armées des deux pays à la fin de l'année 2018.

Le troisième axe est la réussite du partenariat franco-allemand, en continuant à mettre en place toutes les synergies possibles à l'intérieur du groupe KNDS avec notre partenaire BMW, que cela soit sur les métiers ou sur la gamme de produits, avec une convergence progressive et afin de prendre une place majeure, à la hauteur de nos compétences, dans le programme MGCS.

Tout cela est soutenu par des efforts aussi importants dans le domaine de l'innovation et du développement avec, par exemple, notre salle de réalité virtuelle qui permet de réduire les cycles de

développement et d'associer en amont les futurs utilisateurs et prescripteurs que sont l'armée de Terre et la DGA. Dans le domaine de la production, nous avons lancé un programme de rénovation de nos processus industriels et d'augmentation de capacité pour faire face à l'ensemble des programmes que j'ai cités et qui vont se traduire, à l'horizon 2025, par la sortie de 450 véhicules par an de notre site d'assemblage final et d'intégration de Roanne, alors que nous étions jusque-là en dessous de 200.

A Roanne, nous investissons plus de 60 M€ pour à la fois augmenter la capacité, améliorer la performance et doter le site d'outils numériques comme des tablettes pour les opérateurs, des systèmes de formation numérique à la soudure, des clefs dynamométriques enregistrant et renvoyant dans les bases de données techniques l'ensemble des caractéristiques des véhicules pour être suivis plus tard. La robotisation est aujourd'hui une réalité, surtout pour nos usines de munitions où les cadences sont beaucoup plus importantes, car il ne s'agit pas de produire 450 véhicules par an, mais plusieurs milliers de munitions par jour. L'usine du futur existe ainsi déjà du côté de Bourges.

Enfin, le soutien numérique et le *big data* font aussi partie intégrante du programme Scorpion. Nous sommes donc en train de mettre en place les outils de suivi des données d'exploitation des véhicules pour amé-

liorer la performance et la prédictibilité du soutien avec une série de capteurs adaptés au juste besoin.

• **Quel est l'impact de la réforme du MCO pour Nexter ?**

Du point de vue du client français, je comprends que la réforme du MCO terrestre est un sujet majeur, certes parallèle dans le temps mais différent dans ses applications avec le MCO aéronautique.

Nexter est un opérateur de longue date du maintien en condition opérationnelle des matériels qu'il a conçus. Nous avons un vrai enjeu de croissance de notre activité devant nous, car il y a aujourd'hui quelque 1 250 véhicules Nexter en service en France et nous passerons progressivement à 5 000 à l'horizon 2030.

Nous sommes déjà novateurs en termes de contrats forfaitaires. Il est important pour le client d'avoir un industriel qui s'engage sur la performance et sur le budget de façon proportionnelle à l'utilisation. Nous sommes titulaires depuis dix ans de contrats de soutien clefs en main pour quatre matériels Nexter en service dans les parcs d'entraînement. Ces derniers ont l'avantage d'être localisés dans un même endroit, ce qui nous a permis de déployer des bases de maintenance Nexter sur les terrains militaires et de tenir nos engagements.

D'une manière générale, les objectifs de performances et de disponibilité des matériels sont tenus grâce à ce genre de dispositifs. Néanmoins, la réforme du MCO terrestre a fixé des objectifs qui sont assez analogues à ceux fixés pour l'aéronautique : maîtriser les budgets et améliorer la disponibilité, même si celle-ci est bonne aujourd'hui. Nexter ambitionne, au vu de l'augmentation prévue du nombre de ses véhicules en service d'être force de propositions afin de répondre aux besoins en étant plus présent, en développant d'autres bases de maintenance, en augmentant le périmètre de notre offre de maintenance forfaitaire.

Les éléments de la bulle Scorpion.



Nous travaillons aussi sur des concepts plus innovants comme l'utilisation des données générées par les véhicules en exploitation. Nous travaillons aussi sur le concept de fabrication additive qui pourrait permettre de produire des pièces assez loin des usines pour répondre à un besoin urgent en opérations. Les méthodes, les recettes sont les mêmes qu'en aéronautique : cela ne marche de façon optimale que s'il s'agit de pièces conçues à l'origine avec les spécificités de la fabrication additive.

• Justement, vous venez du secteur aéronautique. Quelles recettes, issues de vos précédentes expériences, appliquez-vous à la tête d'un système terrestre comme Nexter ?

Le milieu n'est pas le même, les missions ne sont pas les mêmes, les objets ne sont pas les mêmes. Néanmoins, il existe des ressemblances, notamment en matière de technologies de pointe. Un système de combat terrestre, c'est une structure, des technologies de protection qui sont extrêmement sophistiquées avec beaucoup d'inventivité, d'énergie et d'argent investis dans la protection du combattant, un objectif essentiel.

Ce sont aussi des réflexions sur les équipements, sur la détection et la prévention. C'est également l'armement principal, qui reste primordial et sur lequel nous continuons à innover car les paramètres physiques sont tellement aux limites des domaines qu'ils nécessitent l'utilisation de technologies de pointe.

Dans le développement, nous utilisons la réalité virtuelle, nous concevons des maquettes en trois dimensions de nos postes de pilotage, nous travaillons à l'intégration de systèmes, à l'ergonomie, aux interfaces homme-machine.

Le programme Scorpion, dans son idée et ses concepts en matière de combat collaboratif, utilise des technologies de pointe très en avance, tous milieux confondus. Dans le combat collaboratif, une des composantes, un véhicule, par exemple, détecte une menace par un capteur acoustique ou laser. L'information est aussitôt transmise en temps réel et en vidéo à l'ensemble des autres composantes. L'intelligence artificielle du système propose ensuite au combattant la meilleure riposte tout en ayant intégré, avec la connaissance du terrain, de ses aspérités, des collines, des creux ou des bosses, le meilleur endroit pour déclencher le système d'armes

ou de protection le plus approprié.

C'est vraiment de la très haute technologie et non seulement le terrestre n'a rien à envier, mais il est aussi en avance sur de nombreux secteurs. Il existe finalement de nombreuses analogies avec l'aéronautique. Notamment le souci de la masse, avec toujours la boucle vertueuse de conception : si je rajoute des choses, cela alourdit, et si j'alourdis je dois renforcer les éléments de mobilité, de freinage, de motorisation. Ou celui du centre de gravité, qui ne doit pas être trop haut.

Un système, c'est beaucoup plus que la somme de ses sous-systèmes. On retrouve les mêmes logiques à l'œuvre dans le secteur aéronautique : comment faire un système plus performant, qui utilise les meilleurs sous-systèmes, ce qui implique de maîtriser sa supply chain de partenaires et sous-traitants. Nexter est signataire et acteur vigilant de ses en-

gagements dans le cadre du plan Action PME Défense qui fédère autour de Nexter un grand nombre de PME de la base industrielle et technologique de défense.

Comme dans l'aéronautique, la société est organisée autour de programmes qui s'articulent à la fois sur la vision du client et celle, pluriannuelle, de la rentabilité avec les phases développement, production et soutien. Une organisation que j'ai vue chez Matra, EADS et ATR, autant de sociétés engagées dans des coopérations européennes dans lesquelles je baigne depuis que j'ai débuté ma carrière. Des coopérations européennes dans lesquelles les organisations de programmes montrent toute l'efficacité et la force de cette vision transversale qui doit dépasser la somme des compétences métiers qui peuvent exister dans l'entreprise.

■ **Propos recueillis par Yann Cochenne**





MILTECH

INTERNATIONAL

INDUSTRIAL & AERONAUTICAL SUPPLY

www.miltechinternational.com






RAVITAILLEMENT EN VOL

Par Emmanuel Huberdeau

A BORD DE L'A330 MRTT PHÉNIX

EMBARQUEZ À BORD DE L'A330 MRTT PHÉNIX, LE NOUVEL AVION DE RAVITAILLEMENT EN VOL ET DE TRANSPORT DE L'ARMÉE DE L'AIR, QUI ENTRERA EN SERVICE EN 2019. IL EST L'UN DES SYMBOLES DE LA MODERNISATION DES FORCES AÉRIENNES STRATÉGIQUES.



Avec sa silhouette d'avion de ligne, l'A330 MRTT Phénix n'est pas l'appareil le plus impressionnant de l'armée de l'Air. Le nouveau ravitailleur en vol va pourtant fondamentalement accroître les capacités des forces armées françaises. Il crédibilisera aussi un peu plus la composante aéroportée de la dissuasion nucléaire française. Le Phénix vient en effet remplacer une flotte vieillissante de C-135FR et KC-135 dont les plus anciens ont été livrés en 1964. Il apporte aussi un saut capacitair important avec des capacités d'emport en carburant, de transport de troupes et de matériel et une autonomie bien supérieure. Le Phénix est aussi un appareil beaucoup plus connecté, doté de systèmes de communication, de liaisons de données et d'un système de mission qui lui permettront de jouer un rôle nouveau au cœur des opérations aériennes.

DOUZE PHÉNIX AVANT 2023.

La France ambitionne d'acquérir quinze A330 MRTT. Pour l'heure, douze ont été commandés et doivent être livrés avant 2023. Les Phénix remplaceront

les quatorze C-135 (onze C-135FR et trois KC-135), mais aussi deux A340 et trois A310 dédiés aux missions de transport. Ces nouveaux appareils sont en effet à la fois des ravitailleurs en vol et des avions de transport stratégiques. Les Phénix seront basés à Istres, qui accueille déjà la 31^e escadre de ravitaillement et de transport stratégique et ses C-135. Des travaux importants sont en cours pour adapter les infrastructures au nouvel avion. Les pistes, les taxiways sont en cours d'adaptation afin de pouvoir opérer l'A330 MRTT, qui peut atteindre la masse maximale au décollage de 233 tonnes, là où la masse maximale du C-135 est de 125 tonnes. L'envergure du Phénix est aussi plus importante, avec 60,3 m contre 40 m pour le C-135. De nouveaux hangars, bâtiments de commandement, des aires aéronautiques sont donc en cours de construction. Il faudra notamment accueillir le simulateur développé spécifiquement pour la France. Des capacités de stockage de carburant et de ravitaillement adaptées au Phénix ont été mises en place. Elles permettent de ravitailler simultanément deux appareils à un débit de

 **Fly away** with Defontaine



EXPERT

In complex circular parts for aerospace and energy

Flash Butt Welded Rings
Machined Rings & Casings
Fabricated Casings

Visit us
Le Bourget
Hall2B D125



**DEFONTAINE
RINGS**

La cabine principale peut être configurée comme un avion de ligne pour le transport de passagers.



120 m³/heure. Chaque appareil peut emporter jusqu'à 110 tonnes de carburant.

DÉRIVÉ DE LA VERSION CIVILE.

L'A330 MRTT est une version modifiée de l'A330 employé par les compagnies civiles. Les futurs MRTT sont prélevés sur la ligne d'assemblage de Toulouse. Ils sont ensuite transférés à Getafe, près de Madrid, pour être transformés en ravitailleurs en vol. Les capacités d'emport en carburant de la version militaire sont identiques à celles de la version civile, les soutes et la cabine sont aussi à peu près identiques. Comme de nombreux A330 commerciaux, le Phénix est doté de deux moteurs Rolls-Royce Trent 772B. L'avantage pour les clients militaires du MRTT est de pouvoir se baser sur les très nombreuses données recueillies par Airbus sur la flotte d'A330 civils. Celles-ci permettent à l'industriel de très bien connaître la plateforme et de maîtriser son

A330 MRTT en chiffres

Envergure	60,3 m
Longueur	58,8 m
Motorisation	2 × Rolls-Royce Trent 772B
Masse maximale au décollage	233 tonnes
Capacité maximale d'emport de carburant	110 tonnes
Vitesse de croisière	Mach 0,82



Le ravitailleur au ravitaillement avant un départ en mission.

ALPHA BRAVO COLLINS



Nous sommes Collins Aerospace. Avec nos clients, nous planifions de nouveaux voyages et réunissons les familles. Nous protégeons les nations et sauvons des vies. Nous mêlons intelligence et partenariat pour nous attaquer aux défis les plus durs de notre industrie. Et chaque jour, nous imaginons des moyens pour rendre le ciel et l'espace plus intelligents, plus sûrs et plus étonnants que jamais.

UTC Aerospace et Rockwell Collins deviennent Collins Aerospace.

**ENSEMBLE, NOUS RÉINVENTONS
L'AÉRONAUTIQUE**



Collins Aerospace

collinsaerospace.com

© 2019 Collins Aerospace, une entreprise de United Technologies. Tous droits réservés.



Sous la cabine passagers se trouvent les soutes pour le transport de fret.

entretien. Les pièces détachées sont par ailleurs nombreuses, tout comme les centres de maintenance à travers le monde. Le MRTT est déjà équipé d'un ordinateur de maintenance recueillant toutes les données relatives à la maintenance et qui viennent enrichir les bases de données de l'armée de l'Air et d'Airbus. Les différents composants de l'appareil seront aussi progressive-

ment équipés de puces RFID facilitant leur suivi.

Ce qui distingue les A330 MRTT des A330 civils, ce sont principalement les systèmes de ravitaillement en vol, les systèmes de communication, le système de mission, l'autoprotection (qui n'est pas encore présente sur les Phénix) et le blindage de la cabine. Les systèmes de ravitaillement en vol sont de deux types, souples

et rigides. Les systèmes souples sont mis en œuvre depuis deux nacelles fournies par Cobham. Ces nacelles sont quasi identiques à celles embarquées sur C-135FR, mais le système est désormais électrique. Chacune contient un tuyau rétractable muni à son extrémité d'un panier. Les deux nacelles peuvent être déployées simultanément pour ravitailler au même moment deux chasseurs

à un débit de 1 703 litres par minute. Ce système est employé pour les avions équipés d'une perche de ravitaillement, c'est-à-dire les appareils de conception européenne et ceux conçus pour l'US Navy.

Le système rigide met en œuvre un « boom », une perche télescopique qui peut se connecter dans le réceptacle des appareils conçus pour



l'US Air Force. Le développement de ce boom a été assez complexe. La perche est équipée d'un véritable système de commandes de vol contrôlant des ailettes et qui facilite son pilotage. Ce pilotage est réalisé par les ARO (Air Refuelling Operators) qui se trouvent dans le cockpit du Phénix. Ils disposent de deux consoles situées dans le sens opposé à la marche. Des caméras haute définition et 3D leur permettent de suivre les opérations de ravitaillement et de contrôler le boom avec précision. Un système d'illumination placé sous l'appareil, visible uniquement avec des jumelles de vision nocturne, permet de réaliser des ravitaillements de nuit tous feux éteints.

Ces systèmes sont communs à tous les A330 MRTT (seul le Royaume-Uni n'a pas fait le choix du boom). La France a cependant demandé des développements spécifiques pour adapter l'appareil à ses besoins,

et plus spécifiquement à la mission de dissuasion nucléaire.

SYSTÈMES DE MISSION ET DE COMMUNICATION.

Les premiers contacts entre Airbus, la DGA et l'armée de l'Air ont été pris dès 2008. En 2012, les fiches caractéristiques militaires de référence du Phénix sont validées. La France a demandé notamment le développement d'un système de mission, le Tanker Integrated Mission System. Ce système comprend un segment sol et un segment embarqué. Le segment sol permet notamment de préparer les missions. En vol, le système permet à l'équipage d'accéder à un grand nombre d'informations. Cartographie, situation tactique sont ainsi disponibles : « Nous n'avons rien à envier aux chasseurs dans ce domaine », explique l'un des premiers pilotes du Phénix. Le système permet notamment de calculer finement les points de rencontre avec les avions ravitaillés et de gérer la



VIS À ROULEAUX SATELLITES

Votre spécialiste certifié EN9100 pour les domaines :
AÉRONAUTIQUE – SPATIAL – MILITAIRE

- Vous recherchez du matériel high tech pour la transformation d'un mouvement de rotation en mouvement linéaire ?
- Votre application est soumise à des charges élevées, des chocs ou des vibrations ?
- Vous travaillez avec une grande vitesse de rotation.
- Vous devez optimiser l'encombrement et le poids.
- Une extrême précision et fiabilité sont indispensables.



**53^e SALON
INTERNATIONAL
DE L'AÉRONAUTIQUE
ET DE L'ESPACE**

Paris - Le Bourget
du 17 au 23 juin 2019

**Venez nous rendre visite
Hall 4 • Allée C • Stand n° 26**

ROLLVIS SA 136, ch. du Pont-du-Centenaires - CH-1228 Plan-les-Ouates - GENÈVE - SUISSE
Tél. +41 (0)22 706 90 40 • Fax +41 (0)22 706 90 49 - E-mail : info@rollvis.com • Site internet : www.rollvis.com



Le système de ravitaillement rigide, surnommé « boom ».

L. BURROUX

quantité de carburant. Les systèmes de communication comprennent la liaison 16 et une radio HF. Un système de communication par satellite doit être introduit avec le prochain standard du Phénix, tout comme le système d'auto-protection. Avec son système de mission et ses systèmes de communication, le Phénix va devenir un maillon important du dispositif aérien. Avec le prochain standard, il deviendra réellement un nœud de communication. L'appareil peut aussi être employé comme relais pour le renseignement avec une capacité de réception, de traitement et de diffusion des données reçues.

Le cockpit dans sa partie avant est quasi identique à celui de la version civile de l'A330. Seuls

quelques systèmes de communication et le système de gestion du carburant sont propres à l'A330 MRTT. Les pilotes peuvent accéder au système de mission grâce à des ordinateurs portables. Comme l'explique un pilote de Phénix, il s'agit d'un appareil moderne avec des systèmes très intégrés. Le défi pour les pilotes venant du C-135 ou des A310 et A340 est d'apprendre à dialoguer avec le système. Pour le reste, le pilotage de l'avion est plutôt simple.

Une autre particularité de la version française de l'A330 MRTT est la possibilité d'embarquer le kit Morphée. Ce kit, déjà employé sur C-135, permettra de transporter jusqu'à dix blessés lourds. Son intégration

est en cours d'essai sur le second Phénix français. De façon plus classique, la configuration CM-30 permet de transporter jusqu'à 40 blessés plus légers sur des brancards. Dernière particularité française, la mise en place d'une seconde aire de repos pour l'équipage. Celle-ci prend la forme d'un module démontable placé en soute et accessible depuis la cabine. Il complète l'aire de repos destinée aux pilotes et se trouvant à proximité du cockpit.

La cabine du Phénix peut être adaptée en fonction des missions. Pour le transport de troupe, la configuration est celle d'un avion de ligne. Le Phénix peut alors transporter 272 passagers à 10 000 km. La soute reste alors exploitable pour les transports de

matériel. Au total, le Phénix peut emporter 40 tonnes de matériel à 7 000 km.

MISSIONS.

Le Phénix reprendra les missions actuellement effectuées par les C-135, les A310 et les A330. La plus emblématique et la plus spécifique de ces missions est le ravitaillement en vol. Dans ce domaine, les capacités du Phénix sont bien supérieures. Le nouveau venu peut délivrer 50 tonnes de carburant pour une autonomie de 4 h 30 sur une zone se trouvant à 2 000 km. Dans le même cas, le C-135 ne peut délivrer que 17 tonnes. A titre d'exemple, un Rafale avec trois bidons pendulaires peut emporter jusqu'à 11,4 tonnes de carburant. Les



E. N. BENOIST

Un Rafale au ravitaillement sur le système souple déployé depuis les nacelles se trouvant en bout d'ailes.

Phénix sont opérés par les Forces aériennes stratégiques, ils participent à ce titre à la dissuasion nucléaire. Dans le cadre d'un raid nucléaire, les Phénix doivent pouvoir accompagner les Rafale B des FAS. Les ravitailleurs permettent au Rafale d'effectuer des raids à très longue élévation.

En janvier 2019, une mission de plus de douze heures conduite entre La Réunion et la métropole, avec un Phénix, deux C-135 et deux Rafale a démontré la capacité pour le chasseur de Dassault de frapper un objectif se trouvant à plus de 10 000 km en un vol sans escale.

En termes de transport, les capacités d'emport du Phénix sont comparables à celles de l'A340. Ce dernier peut emporter 41 tonnes sur 11 500 km ou 279 passagers sur 11 800 km. Le Phénix peut emporter 40 tonnes sur 7 000 km ou 272 passagers sur 7 000 km. Mais

l'armée de l'Air n'opère actuellement que deux A340 au sein de l'escadron Esterelle, alors qu'à terme quinze A330 MRTT devraient être disponibles. Le Phénix pourra donc aussi réaliser des missions d'évacuation sanitaire avec les kits Morphée et CM30.

Titane : **500 tonnes en stock**
Pièces **découpées sciage et jet d'eau**
Livraison en **juste à temps**
Certifications **ISO 9001 EN 9120**
Lyon • Paris • Shanghai • São Paulo



Alliages techniques

Premium metals + Premium services

Titane

Découpe

AEROMETALS
& ALLOYS®

ACNIS Group

tél. + 33 (0)1 61 03 03 90 / fax + 33 (0)1 61 03 04 00
contact@aerometals-alloys.com / www.aerometals-alloys.com



NOUVEAU

POUDRE
impression
3D



1^{ère}
Mondiale

Retrouvez-nous au SALON DU BOURGET : Hall 2B – Stand N° H105 // du 17 au 23 juin 2019.

FORCES AÉRIENNES STRATÉGIQUES

DU TOUT RAFALE AU F3R



Depuis 2018, les FAS n'emploient
que le Rafale. À partir de 2019,
arriveront les premiers Rafale F3R.

2018 A ÉTÉ MARQUÉE PAR LE RETRAIT DE SERVICE DU MIRAGE 2000N, MARQUANT LE PASSAGE DES FORCES AÉRIENNES STRATÉGIQUES AU « TOUT RAFALE ». EN 2019, L'ÉVOLUTION SE POURSUIT AVEC L'ARRIVÉE DES PREMIERS RAFALE AU STANDARD F3R.

L'activité est dense sur la base aérienne de Saint-Dizier. C'est ici, en Haute-Marne, qu'est localisée la 4^e escadre de chasse, laquelle regroupe les deux escadrons de Rafale des Forces aériennes stratégiques (FAS). C'est également sur cette base que les pilotes de l'armée de l'Air et de la Marine nationale sont formés sur Rafale au sein de l'escadron de transformation Rafale « Aquitaine ». Saint-Dizier regroupe environ une cinquantaine de Rafale soutenus par l'escadron de soutien technique aéronautique (Esta) « Haute-Marne ». Les unités de chasse

des FAS participent à toutes les missions confiées à la chasse au sein de l'armée de l'Air : reconnaissance, combat aérien, appui aérien rapproché et frappes dans la profondeur. Les équipages et les techniciens de la 4^e escadre ont cependant une particularité, ils sont prêts à tout moment, sur ordre du président de la République, à mettre en œuvre l'arme nucléaire. Pour cette mission, les Rafale des FAS doivent être prêts à décoller en emportant le missile ASMPA, à effectuer si nécessaire un vol longue distance avec l'appui des ravitailleurs en vol de la 31^e escadre, puis pénétrer un espace aérien défendu pour

atteindre le point de lancement du missile à charge nucléaire.

TOUT RAFALE.

Jusqu'à l'été 2018, cette mission pouvait être effectuée par deux types de chasseurs, le Mirage 2000N et le Rafale. Les Mirage 2000N ont désormais été retirés du service, entraînant une importante évolution de la manière de procéder des FAS pour la mission nucléaire. Le Mirage 2000N est resté opérationnel jusqu'à son retrait du service. L'appareil restait performant pour la pénétration à très basse altitude grâce à son système de suivi de terrain. Mais il ne disposait de pratiquement aucune capacité air-air, n'emportant que deux missiles Magic 2 pour son autodéfense. Les Rafale étaient donc chargés de protéger les Mirage 2000. Le Rafale est aussi plus à même d'effectuer des vols

longs, comme l'ont démontré le vol sans escale effectué en janvier entre La Réunion et Saint-Dizier (12 h 08 de vol pour deux Rafale) et la mission Excalibur. Avec le passage au tout Rafale, les FAS ne mettraient plus en œuvre que des Rafale pour un raid nucléaire. Tous n'emporteraient pas l'ASMPA, une partie des appareils seraient chargés de la protection des chasseurs emportant l'arme nucléaire. Cependant, tous les appareils resteraient polyvalents et leur rôle pourrait évoluer au cours de la mission. Le raid nucléaire pourrait aussi comprendre des appareils n'appartenant pas aux FAS tels que des Mirage 2000-5 spécialisés dans la défense aérienne et un Awaacs pour la détection et la coordination de la mission. Le raid nucléaire est probablement la mission la plus complexe de l'armée de l'Air, synthèse de

YOUR MRO PARTNER

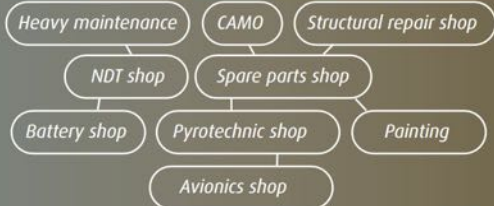
- MRO Center in Istres Hangar Mercure
- MRO support worldwide
- Technical Assistance worldwide

MERCURE HANGAR

À proximité de la Base
aérienne Istres-Le Tubé

Part 145 / EMAR 145 / FRA 145 - Full security clearance

10 000 m² with the best qualified team to
perform the task following your requirement.



nombreux savoir-faire. C'est pourquoi les FAS emploient des Rafale biplaces afin de répartir les tâches entre les deux membres d'équipage. Le concept d'emploi des FAS prévoit de pouvoir pénétrer les défenses adverses à très basse altitude en employant le relief pour se dissimuler vis-à-vis des radars adverses. Dans ce cas, l'avion se pilote automatiquement grâce au système de suivi de terrain fonctionnant à base de fichiers. Cependant, le pilote en place avant reste très concentré sur la trajectoire de l'appareil, prêt à reprendre les commandes à tout moment. A ce moment, l'officier navigateur système d'armes peut se concentrer sur la suite de la mission et préparer les prochaines étapes. La transition de la flotte mixte au tout Rafale s'est faite progressivement. Dans un premier temps, à partir de 2015, l'escadron « Gascogne » a été gonflé afin d'accroître le nombre d'équipages formés. Une unité temporaire a ensuite été créée en 2017, le 5/4. Cette unité a servi d'embryon en attendant que les traditions de l'escadron La Fayette soient transférées d'Istres à Saint-Dizier, transfert qui s'est matérialisé à l'été 2018. Le 1/4 « Gascogne » et le 2/4 « La Fayette » sont désormais les deux escadrons de Rafale des FAS basés à Saint-Dizier.

F3R.

Une nouvelle évolution majeure attend la 4^e escadre en 2019 avec l'arrivée des premiers Rafale au standard F3R. Pour les FAS et la mission nucléaire, le principal apport de ce standard sera l'intégration du missile Meteor. Avec ce nouvel armement, le Rafale va être capable

E. HUBERDEAU

d'engager des appareils adverses à longue portée. Les chasseurs qui participent au raid nucléaire pourront ainsi éliminer les appareils les menaçant à plus grande distance. Les FAS vont donc devoir réfléchir à une évolution de ses tactiques et de ses modes d'action. De nouvelles méthodes d'entraînement vont être mises en place. Pour prendre en compte la portée du nouveau missile, les équipages devront, par exemple, s'entraîner sur des zones bien plus vastes. La 4^e escadre a envoyé déjà trois équipages à Mont-de-Marsan, au CEAM (Centre d'expertise aérienne militaire) afin qu'ils soient formés au nouveau standard et puissent devenir les formateurs pour le reste de l'escadre. La transformation sur Rafale F3R a aussi commencé pour les techniciens de l'Est. Les Rafale seront portés au standard F3R progressivement, à l'occasion de périodes de maintenance directement sur la base de Saint-Dizier ou à l'AIA de Clermont-Ferrand. Les deux escadrons seront alors totalement transformés sur le nouveau standard. En parallèle, le simulateur devra aussi être adapté au nouveau standard. Au total, les 4 cabines seront modernisées d'ici à 2020. Le système de préparation de mission va aussi être adapté au nouveau standard. De nouvelles consoles et un nouveau logiciel sont attendus. Au final, beaucoup de changements sont donc attendus pour la 4^e escadre entre 2019 et 2021. Les deux premiers Rafale F3R devraient arriver à l'été 2019. D'ici à la fin de l'année, l'escadre devrait disposer de cinq appareils revalorisés. La capacité opérationnelle initiale du Rafale au standard F3R devrait être prononcée après l'été 2020 et la capacité opérationnelle complète devrait avoir lieu en 2021.

■ Emmanuel Huberdeau

contact@aerotechpro.com
04.42.45.54.00

« LE RAFALE A RENFORCÉ LA CRÉDIBILITÉ DES FAS »

LE GÉNÉRAL DE CORPS AÉRIEN BRUNO MAIGRET EST LE COMMANDANT DES FORCES AÉRIENNES STRATÉGIQUES DEPUIS 2018. POUR AIR & COSMOS, IL REVIENT SUR LA MODERNISATION DE LA COMPOSANTE AÉROPORTÉE DE LA DISSUASION NUCLÉAIRE FRANÇAISE.

• Quel a été l'apport du savoir-faire et des moyens des FAS dans l'opération Hamilton en 2018 ?

Outre l'apport historique en matière de projection de puissance, les FAS apportent à l'armée de l'Air une expertise en termes d'expérience et de procédures. « La dissuasion nucléaire tire l'armée de l'Air vers le haut », comme le disent le général d'armée aérienne Lavigne et ses prédécesseurs. Cette affirmation s'avère particulièrement pertinente lorsqu'on parle de projection de puissance.

Revenons d'abord sur l'apport historique des FAS. Au premier chef, parler de projection signifie atteindre un objectif à grande distance. Depuis 1964 et la première prise d'alerte nucléaire pour la France, l'armée de l'Air maîtrise la technique du ravitaillement en vol, adoptée pour les besoins de la dissuasion. Les 11 Boeing C135 acquis en 1964 avaient initialement vocation à ravitailler les Mirage IV et ont donc été mis dans le commandement des FAS, et le sont toujours, dans un souci de cohérence de la mission. Aujourd'hui, l'affectation des A330 MRTT Phénix aux FAS confirme l'importance cruciale de cette cohérence et garantit la portée du raid nucléaire, véritable condition d'une dissuasion « sans limitation ». Socle de notre défense, la dissuasion contribue au dimensionnement du besoin en ravitailleurs à un volume



Bio express

- 1984 : Ecole de l'air
- 1988 : pilote de chasse à l'escadron Jura.
- 1999 : commandant de l'escadron de chasse La Fayette.
- 2008 : commandant de la base aérienne de Luxeuil.
- 2014 : chef de la division forces nucléaires de l'état-major des armées.
- 2018 : commandant des FAS.

de 15 appareils, en cohérence avec les contrats conventionnels de projection de puissance et de forces, de transport stratégique et d'évacuation sanitaire. En ce qui concerne le savoir-faire des FAS en ravitaillement en vol, sa transmission aux forces conventionnelles a vite permis d'étendre à toute l'armée de l'Air cette allonge stratégique, avec les appareils comme le Jaguar, le Mirage F1 ou le Mirage 2000.

Outre la portée, la projection de puissance suppose des capacités de pénétration. Cette dernière, pour la France, repose notamment sur le fait de voler sous la couverture radar des systèmes sol-air ennemis. Quel que soit le niveau de sophistication des radars, le principe physique d'intervisibilité demeure une limitation dont le fait de voler très bas permet de tirer parti. Savoir pénétrer ainsi à très basse altitude, à très haute vitesse, par tout temps, requiert un système de suivi de terrain et des méthodes particulières. Là encore, la maîtrise de ce savoir-faire technique provient des besoins de la dissuasion. En effet, si le concept initialement adopté reposait sur un évitement par le haut et à très haute vitesse, pour lequel le Mirage IV avait

été conçu, les progrès des systèmes sol-air soviétiques ont conduit les FAS à faire évoluer leurs tactiques, privilégiant la pénétration en basse altitude. Le développement de mode de suivi de terrain en automatique pour le Mirage 2000N, puis le Rafale a permis de s'affranchir des limites météorologiques et de pilotage, et garantit aujourd'hui la pénétration de systèmes de défense sol-air intégrés. Cette technologie et la technicité qui s'y rapporte ont été décisives pour Hamilton.

Le concept de tir en stand-off par missile de croisière est également issu des exigences de la dissuasion. La maîtrise par la France de la technologie du saturateur, qui équipe aussi bien le Scalp que l'ASMPA, garantit, outre la Portée et la Pénétration de systèmes particulièrement denses, la Précision qui complète la règle d'or des FAS, celle des 3 P.

Enfin, la dissuasion a apporté un savoir-faire essentiel en matière de guerre électronique. Les systèmes de transmissions requis pour constituer un raid nucléaire tout en se soustrayant aux menaces ennemies ont été développés avant tout pour les besoins

de la dissuasion nucléaire, assurée par l'armée de l'Air.

Tous ces apports historiques sont donc le fruit d'une seule et même exigence : la crédibilité de notre dissuasion nationale. Celle-ci commande d'avoir en permanence « un coup d'avance » sur l'adversaire, exigence qui bénéficie à l'armée de l'Air, en particulier pour la mission de projection de puissance : une mission comme Hamilton, c'est en quelque sorte un raid nucléaire avec des Scalp à la place des ASMPA.

• Mais, Hamilton, est-ce seulement le savoir-faire des équipages ?

Vous avez raison. Cela nous conduit au second apport des FAS pour Hamilton : celui du savoir-faire en termes d'élaboration de plans de frappe, de montée en puissance et de réalisation du raid proprement dit, donc de l'expérience bâtie exercice après exercice par les équipages, mécaniciens et opérateurs renseignement des FAS.

Planifier un raid comme Hamilton requiert une méthode éprouvée pour atteindre en temps contraint les critères de précision géographiques et de

timing : la projection de puissance, c'est aussi de la réactivité. Le savoir-faire des planificateurs du centre des opérations des Forces aériennes stratégiques s'est avéré déterminant pour tracer le raid Hamilton, qui est resté, bien sûr, de la responsabilité du Commandement de la défense aérienne et des opérations aériennes (CDAOA).

De la même manière, préparer les avions, c'est-à-dire les rendre disponibles, dans la bonne configuration et dans un nombre requis, pour un raid en temps très contraint, a été rendu possible (au moins pour les C135) grâce aux méthodes de montée en puissance des FAS.

Enfin, l'armée de l'Air dispose de personnels aguerris pour conduire et réaliser un raid de cette ampleur et de cette intensité tactique. Tout simplement parce que les exigences de la dissuasion les conduisent à s'y entraîner quotidiennement et à en démontrer la maîtrise, qu'ils soient affectés aux FAS ou dans les forces conventionnelles qui participent au raid au titre de son escorte. Il faut bien comprendre qu'une opération nucléaire, c'est toute l'armée de l'Air qui part au combat.

SPÉCIALISTE EN TRAITEMENT THERMIQUE ET REVÊTEMENTS SOUS VIDE

THERMI-LYON

Groupe

3 SITES NADCAP

DÉDIÉS AUX
INDUSTRIES
AÉRONAUTIQUE
ET SPATIALE :

**THERMI-LYON,
THERMI-LOIRE,
THERMI-GARONNE**

**MAÎTRISER
LA MATIÈRE
POUR ALLER
PLUS LOIN**

WWW.GROUPE-THERMI-LYON.COM • MARKETING@THERMI-LYON.COM • TÉL. : 0478616608

• **Que change le passage au tout Rafale pour les FAS ?**

Les caractéristiques principales de la composante aéroportée de la dissuasion sont la dualité et la performance, au regard de la règle des 3 P évoquée précédemment. Le Rafale a été à ce titre un game changer et a renforcé la crédibilité des FAS.

La dualité est cette capacité à employer les moyens, les aviateurs et les procédures des Forces aériennes stratégiques pour les opérations conventionnelles. Il s'agit, d'abord, de rationaliser les moyens attribués aux armées. Aujourd'hui, depuis le passage au tout Rafale, les moyens des FAS sont engagés sur tout le spectre des opérations. Ils sont déployés sur les théâtres, participent à la Posture permanente de sûreté (PPS), effectuent des missions de reconnaissance ou, comme l'a parfaitement illustré Hamilton, des opérations d'intervention sur bref préavis, au départ de nos bases aériennes. La dualité fait partie de l'ADN des FAS. Elle a été dès l'origine le quotidien des équipages de ravitailleurs, qu'ils soient en Opex ou en métropole. Après une contribution tardive du M2000N aux opérations, le Rafale, avec sa capacité omniroûle, a terminé de généraliser ce modèle dual.

Mais, au-delà de cette rationalisation, la dualité offre surtout l'opportunité d'encore mieux démontrer la crédibilité de notre dissuasion. Car, pour être crédible, s'il faut atteindre et maintenir une grande efficacité opérationnelle, il faut surtout en faire la démonstration. La dualité contribue précisément à cet objectif, dont Hamilton est un excellent exemple. La dualité, qui améliore l'efficacité du modèle des armées, représente donc avant tout une avancée doctrinale. L'apport du Rafale dans ce domaine est ainsi considérable. Le revers de la médaille, en matière de dualité, est celui de l'accumulation des contrats opérationnels (Opex, PPS, missions de reconnaissance), qui pèsent sur une même flotte.



Au-delà d'une certaine limite, cette accumulation peut grever la faculté à régénérer le potentiel organique des forces. Il existe donc un plancher dans le format de l'aviation de chasse en dessous duquel la dualité peut priver le décideur d'un certain nombre d'options. La dualité, atout stratégique, n'est pas une baguette magique qui permettrait de diminuer sans cesse la taille de la flotte ! Le nombre d'avions de combat restera sans doute l'enjeu majeur des futures Lois de programmation militaire.

Au-delà de cette dualité, c'est toutefois dans le domaine opérationnel, bien entendu, que les atouts du Rafale sont les plus frappants. La mission des forces consiste à garantir au président de la République qu'il pourra frapper partout où il le souhaite (la portée), n'importe quel adversaire (la pénétration) avec les effets militaires qu'il a lui-même déterminés (la précision). Pour la composante aéroportée permanente, chaque élément du trîonème ASMPA-Rafale B-ravitailleur y contribue sur son segment. Le Rafale B a trois atouts : sa capacité d'emport d'armement associée à son caractère multiroûle, sa capacité de pénétration en suivi de terrain très basse altitude/très grande vitesse, et les procédures d'équipage.

Le passage du Mirage 2000N au Rafale a changé la physiologie du raid nucléaire. Là où le 2000 emportait, outre son missile nucléaire, deux missiles infrarouges d'autodéfense, le Rafale peut être armé de six missiles. Au-delà de sa propre protection, il assure celle du raid, notamment des ravitailleurs tout le long de la mission. Son radar, capable de passer instantanément du mode air-air au mode suivi de terrain et vice versa, lui permet de mener un combat de très haute intensité tout en tirant parti des lois de la physique pour s'affranchir des radars de tirs sol-air adverses les plus perfectionnés. Ce choix de la pénétration à très basse altitude contribue à dicter la nécessité d'un biplace, comme l'étaient avant eux les Mirage IV et les Mirage 2000N, en raison des procédures nucléaires et du niveau d'intensité du combat envisagé. Le navigateur peut ainsi se consacrer à la navigation en ambiance de guerre électronique intense, qui suppose le brouillage de nombreux capteurs, ainsi qu'au suivi de la situation tactique. Cela permet au pilote de mener le combat air-air avec 100 % de ses moyens cognitifs. L'opération Excalibur, tir d'évaluation des forces consistant en un raid de plus de 10 000 km en ambiance de guerre, a démontré, il y a deux mois, ce sa-

voir-faire de manière éclatante.

Enfin, en matière de portée, le Rafale ne présente aucune limitation de durée de vol, ainsi que l'a démontré le vol La Réunion - Saint-Dizier exécuté en conditions représentatives du temps de guerre, en janvier dernier (mission Marathon).

• **Le standard F3R va-t-il modifier vos modes opératoires ?**

La version F3R par rapport à la version F3 que nous mettons en œuvre aujourd'hui diffère essentiellement pour la mission nucléaire par l'apport du missile air-air Meteor. Très peu de pays maîtrisent la technologie nécessaire à la portée de tir que ce dernier nous confère. Il peut de plus être tiré en mode collaboratif, un peu à la manière d'une bombe guidée laser qui peut suivre l'illumination d'un autre appareil. Ces deux bouleversements technologiques modifient nos tactiques.

En effet, la tactique du combat radar, c'est-à-dire à longue portée, oblige le pilote à prendre de la distance dès lors qu'il se trouve lui-même à portée de tir de missiles adverses. Disposer d'une allonge supérieure à celle de l'adversaire permet donc de gagner progressivement du terrain, au fur et à mesure des manœuvres offensives entreprises. De plus, le mode collaboratif réduira l'es-

pace disponible pour l'adversaire, schématiquement, en fermant son espace d'évolution grâce à l'espacement entre les appareils tirant et guidant le missile. Cette contrainte d'espace à l'adversaire amènera celui-ci à reculer encore davantage.

Pour bénéficier de tous les avantages du Meteor, il conviendra de modifier nos tactiques sur deux points. Tout d'abord, le plan d'armement du raid. La répartition de l'armement air-air s'effectuera entre les porteurs d'armes nucléaires et les Rafale d'escorte, en fonction des scénarios d'opposition et des besoins en élévation. Les combinaisons possibles élargiront ainsi les options disponibles pour le président de la République, dans le domaine conventionnel comme pour la dissuasion nucléaire. Ensuite, les tactiques de combat air-air intégreront en mode collaboratif afin, non seulement de gagner du terrain sur l'adversaire, mais surtout de le faire plus rapidement.

• Et l'apport du Phénix pour les missions de dissuasion ?

Si les FAS ont un enjeu de court terme, c'est bien celui des ravitailleurs. Non pas en raison

de la performance des C135, mais simplement du fait de leur ancienneté, donc du niveau de leur disponibilité et du coût qui en découle. Il y a véritablement urgence à remplacer une flotte d'appareils contemporains, de la 404 Peugeot et autres Renault Dauphine qu'on ne voit plus trop rouler place de l'Etoile !

Outre une disponibilité attendue aux alentours de 80 %, le Phénix offre à la dissuasion une capacité de carburant substantiellement plus importante. Le Phénix disposera de surcroît dans ses standards futurs de capacité de communications élaborées, qui en feront une véritable plateforme de Command and Control. Pour élargir au domaine conventionnel et dans l'attente de cette version, le Phénix met les équipages des FAS en face d'une nouvelle responsabilité, celle d'assurer la projection très longue distance des forces armées.

Le Phénix, qui permettra de mixer avec une grande souplesse fret, passagers et carburant, sera également doté d'une capacité d'évacuation sanitaire élargie par rapport à celle de son prédécesseur. Le kit Morphée, qui devrait équiper en permanence

un des appareils une fois le format à 15 atteint, apportera aux armées une plus grande sérénité pour la planification des opérations.

Toutes ces capacités permettront de passer d'une flotte de 19 appareils de 4 types (14 C135 et KC 135, plus 5 Airbus A340 et A310) à une flotte de 15 avions plus disponibles, interchangeables et offrant de meilleures capacités, facilement modulables.

• Quelles sont les prochaines étapes pour la modernisation de la composante aérienne de la dissuasion ?

L'enjeu pour l'armée de l'Air reste « plus loin, plus vite, plus fort », selon la dialectique permanente du glaive et du bouclier qui rythme la vie des capacités et des forces armées. Le défi est celui de l'A2/AD (Anti-Access/Area Denial), acronyme qui regroupe les efforts faits par les pays émergents militairement pour sécuriser leur approche et garantir leur liberté de manœuvre dans leurs espaces aérien, terrestre et océanique, et donc en interdire la pénétration aussi bien aux navires qu'aux avions ou aux missiles. Pour trouver le défaut de la cuirasse,

nous envisageons deux étapes : une première phase de modernisation, puis, à un horizon plus lointain (2040), un renouvellement de la composante.

Dans un premier temps, pour faire face aux progrès des systèmes adverses, nous allons moderniser les ASMPA à mi-vie, soit vers 2025. L'échéance suivante sera celle de 2035, avec l'arrivée du nouveau missile air-sol nucléaire de 4^e génération (ASN4G), qui doit bénéficier d'une rupture technologique dans le domaine de l'hypervélocité (très haute vitesse et très grande manœuvrabilité). Ce saut technologique sera assuré par la parfaite maîtrise, par la France, de la technologie du statoréacteur depuis 1987. L'ASN4G sera toujours emporté par un chasseur de type Rafale.

Dans une logique de tuilage, il sera intégré nativement dans le Système de combat aérien du futur (Scaf), prévu à l'horizon 2040, pour former un système complet.

Car, le déséquilibre avant permanent en matière programmatique est le véritable garant de la crédibilité de notre dissuasion.

■ **Propos recueillis**
par Emmanuel Huberdeau

NEAR-NET SHAPES

Profilés, tubes et anneaux extrudés en titane et acier pour aérostructures et moteurs.

CEFIVAL
commercial@cefival.fr
Cefival.fr

CALVI HOLDING

we are part of...
HOT EXTRUSION BUSINESS UNIT



CYBERSÉCURITÉ

SE PROTÉGER CONTRE LA CYBERVULNÉRABILITÉ

Par Justine Boquet et Jean-Baptiste Heguy

L'INTERCONNECTION DES SYSTÈMES ET LA GESTION DE FLUX MASSIFS DE DONNÉES SONT DEUX TENDANCES QUI TOUCHENT AUSSI BIEN L'AÉRONAUTIQUE CIVILE QUE MILITAIRE. SI CELA OUVRE DE NOUVELLES PERSPECTIVES ET REPRÉSENTE DES AVANTAGES MAJEURS POUR L'AÉROSPATIAL, CETTE CONNECTIVITÉ EXACÉRBE ÉGALEMENT DES BRÈCHES ET PEUT CRÉER DES VULNÉRABILITÉS. LA CYBERSÉCURITÉ EST DÉSORMAIS AU CŒUR DES STRATÉGIES CIVIL-MILITAIRES ET À LA CROISÉE DE CES DEUX PANS DE L'AÉRONAUTIQUE.

CREDITS PHOTOS : ARMÉE DE L'AIR



GMI
AERO



Réparations Composites des structures aéronautiques : Challenges et dernières innovations

GMI Aero et EASN vous invitent à participer à leur **séminaire**



18 et 19 Juin 2019

**au Club Laffitte
Paris - 9e**

**Intervenants : Professeurs,
Ingénieurs & Experts Airbus
Air France Industries**

**2 Journées de Conférences
Club Laffitte
18 et 19 Juin**

**1 Journée de visite du
Salon du Bourget
20 Juin**

**1 Dîner Officiel
Musée Grévin**

Inscription et renseignements:
easn-tis.com/cpd



**Continuous
Professional
Development**

L'interconnexion du système Scaf pose bien des défis aux armées. Parmi ceux nécessitant une approche globale et une réponse complète figure celui de la cybersécurité des systèmes. En effet, le cyber devient aujourd'hui une préoccupation à part entière des armées et nécessite d'être pris en compte dès la conception des technologies. Le cyberspace correspond à un nouveau terrain d'affrontement, au même titre que le terrestre, le naval, l'aérien et le spatial. Les armées doivent donc pouvoir anticiper les menaces émanant de l'espace numérique, afin de protéger les infrastructures et les systèmes. Le ministère des Armées doit ainsi garantir la sécurité des technologies « dans un environnement de plus en plus numérisé et assurer les engagements opérationnels en dépit des éventuelles attaques subies par les systèmes. Une atteinte aux systèmes d'information pourrait poser une question de souveraineté majeure en cas de prise de contrôle ou de paralysie de secteurs vitaux pour l'Etat », met en avant le dossier *Cyberdéfense* de la revue *Engagement*. L'automatisation des systèmes et l'intégration d'algorithmes d'intelligence artificielle sont ainsi à double tranchant. Si cela permet de renforcer la performance des systèmes et de soulager l'homme de tâches répétitives, cela accroît également la vulnérabilité des forces. En effet, l'ère du numérique et la multiplication des équipements digitaux peuvent également représenter une certaine faiblesse. « Pénétration des réseaux à des fins d'espionnage, prise de contrôle à distance, destruction d'infrastructures vitales,

les types de menaces sont nombreux », ajoute la revue *Engagement*. Le développement de programmes mettant au cœur de leurs études l'interconnexion des systèmes vient donc renforcer la perception de cette menace. « Le numérique et l'interconnexion des systèmes aériens sont des évolutions logiques des technologies dans l'aéronautique, secteur qui fait face, comme tous les autres, aux enjeux de la transformation digitale. Des systèmes fermés, qui communiquaient un à un, on est passé à un écosystème à la fois totalement interconnecté et plus ouvert sur l'extérieur. Qui dit ouverture et interconnexions dit nouvelles opportunités et performances, mais aussi nouveaux risques dans un contexte de cyberattaques plus nombreuses et sophistiquées », expliquait ainsi Marc Darmon, directeur général adjoint Systèmes d'information et de communication sécurisées chez Thales, en septembre 2017. Le Scaf en est ainsi l'exemple parfait, voulant mettre en place

un système de systèmes, reposant sur une interconnexion et l'échange de grands volumes de données. Par ailleurs, les moyens aériens sont largement dépendants des systèmes de communication, souvent assurés par des moyens satellitaires. « La principale menace pour le secteur aérien réside dans les réseaux au sol connectés aux avions, qui contiennent toutes les informations liées au vol. Ces systèmes seraient moins sécurisés que l'avionique embarquée dans les aéronefs, selon l'Agence européenne de la sécurité aérienne », pouvait-on lire dans le dossier *Les enjeux de cybersécurité pour le secteur aérospatial* de la revue *Penser les ailes françaises*.

STRATÉGIE.

Conscient de ce défi, qui devrait connaître une croissance exponentielle, le ministère des Armées s'est doté d'une stratégie cyber, présentée par Florence Parly le 18 janvier dernier. La ministre a alors rappelé l'évolution rapide que connaissait l'espace numé-

rique, couplée à un développement croissant de nouvelles technologies toujours plus performantes. « Songez à la combinaison future d'attaques cyber et d'intelligence artificielle, se livrant à un combat sur les réseaux à une vitesse défiant toute compréhension humaine », déclarait ainsi Florence Parly. Mais si la France a décidé d'investir dans la cybersécurité, c'est également car elle est fréquemment victime d'attaques de grande ampleur. Le serveur de messagerie du ministère des Armées a ainsi été pris pour cible en 2017, ce qui aurait pu compromettre des informations sensibles. « En 2017, ce sont 700 événements de sécurité dont 100 attaques qui ont ciblé les réseaux du ministère. En 2018, ce même nombre a été atteint dès septembre », détaille Florence Parly. Les armées françaises ont donc décidé de réagir et de se doter d'une stratégie à la fois défensive et offensive. « En cas d'attaque cyber contre nos forces,



Les moyens cyber de l'Armée de l'Air sont sous l'autorité du général en charge des systèmes d'information et de communication.



nous nous réservons le droit de riposter. [...] Nous nous réservons aussi, quel que soit l'assaillant, le droit de neutraliser les effets et les moyens numériques employés. Mais nous serons aussi prêts à employer en opérations extérieures l'arme cyber à des fins offensives, isolément ou en appui de nos moyens conventionnels, pour en démultiplier les effets », a présenté la ministre des Armées. Des propos qui ont été ainsi repris par le chef d'état-major des armées, le général François Lecointre. « La lutte informatique défensive (LID) est essentielle à la protection de nos moyens dans la conduite des opérations, mais il est possible d'aller au-delà. La lutte informatique offensive (LIO) peut être un formidable démultiplicateur d'effets », a-t-il ainsi déclaré le 18 janvier.

COMCYBER.

Les mesures annoncées par la ministre des Armées viennent donc répondre aux ambitions



**Canon
30mm**

**Tourelles
20mm &
30mm**



**Nacelle de canon
20mm**

**Une offre aéroterrestre
avec le savoir-faire
Nexter dans l'armement
moyen-calibre**

CRÉATEUR DE RÉFÉRENCES DE DÉFENSE

nexter K.N
A COMPANY OF D'S



Les groupes d'intervention rapide cyber permettent de répondre à un acte malveillant.

de la LPM et permettent de garantir la posture permanente de cyberdéfense (PPC) qui vise à protéger les réseaux du ministère des Armées. La PPC est assurée par le commandement de la cyberdéfense (Comcyber). Ainsi, « créé en 2017, le Comcyber est l'unité opérationnelle commandant, de façon organique ou fonctionnelle, l'ensemble des forces de cyberdéfense des armées françaises », explique le ministère des Armées. Il est chargé de la protection et de la défense des systèmes d'information et « de la conception, de la planification et de la conduite des opérations militaires de cyberdéfense, sous l'autorité du sous-chef d'état-major "opérations" », ajoute le ministère. Un volet ressources humaines relève également du Comcyber et se charge de la coopération avec les différents organismes du ministère. Car rappelés qu'outre les moyens un des défis majeurs reste le recrutement et la formation de personnels compétents. « Le Comcyber exerce une tutelle opérationnelle sur près de

3 400 cybercombattants au sein du ministère. Pour l'exercice de ses missions, il dispose d'un état-major et a autorité sur trois organismes interarmées : le Calid, le Cassi et le CRPOC », ajoute le MinArm.

Le Calid correspond au centre d'analyse en lutte informatique défensive. Il représente la partie opérationnelle, en réaction à toute attaque ou problème informatique à caractère menaçant. « Il pilote 24 heures sur 24 la détection, le traitement et la réponse aux cyberattaques », met en lumière la revue *Engagement*. Créé en 2006, le Calid a la responsabilité de défendre et assurer la sécurité des systèmes numériques. Il intervient sur l'ensemble de la chaîne : de la détection à la réaction. L'objectif est également de pouvoir garantir la conduite des missions opérationnelles des armées.

Le Cassi est le centre d'audits de la sécurité des systèmes d'information. Il réalise des évaluations aussi bien sur les systèmes d'information que sur les signaux parasites compromettants (SPC).

L'apparition des SPC est allée de pair avec l'émergence des terminaux sans fil. Ces systèmes, employés pour la transmission d'informations, produisent des perturbations électromagnétiques qui peuvent être interceptées. Il est ensuite possible de reconstituer l'information produite par le système. Le Cassi doit donc évaluer les systèmes d'information lors de leur développement, avant leur mise en service et pendant leur exploitation afin de détecter les potentielles failles sécuritaires qu'ils peuvent contenir.

Le Centre de la réserve et de la préparation opérationnelle de cyberdéfense (CRPOC) correspond au volet ressources humaines de la cyberdéfense. Il « est l'acteur majeur du recrutement et de la gestion des réserves de cyberdéfense. Il est en charge également de l'entraînement des états-majors, directions et services », détaille le ministère des Armées. Or, aujourd'hui, les besoins en termes de ressources humaines sont nombreux dans le domaine cyber. Ils « couvrent un large spectre d'activités et des missions opération-

nelles variées, de l'analyse à l'action, telles que le durcissement des systèmes, la recherche, la veille et l'anticipation des menaces, l'audit, les tests d'intrusion, la supervision et la protection des systèmes d'information, la détection et recherche de compromissions, l'investigation numérique et la veille sur les réseaux sociaux, la participation aux opérations et l'ingénierie en appui des opérations », décrit le MinArm.

LES EXPERTS DE L'ARMÉE DE L'AIR.

L'armée de l'Air française s'est, elle aussi, dotée d'instruments afin de pouvoir faire face aux menaces cyber, avec l'objectif de pouvoir se prémunir et répondre aux attaques ayant lieu dans l'espace numérique. « L'armée de l'Air a donc institué ses propres dispositifs, placés sous l'autorité du général en charge des systèmes d'information et de communication (Galsic). Le général s'appuie sur un ensemble de centres experts et de moyens œuvrant au quotidien dans le but de protéger les systèmes « métiers » de l'armée de l'Air », rapporte le ministère des Armées. Plus spécifiquement, plusieurs unités expertes participent à la sécurisation des systèmes d'information, en réalisant une veille continue et une analyse des moyens informatiques et numériques. « Ils peuvent également intégrer un groupe d'intervention rapide cyber (GIC), capable d'intervenir lorsqu'un acte malveillant est suspecté sur un système de l'armée de l'Air », ajoute le MinArm. Parmi ces différentes unités se trouvent le bureau de la sécurité des systèmes informatiques air (BSSI air – BA106) ; le Centre air de conduite en cyberdéfense (CACC), qui se trouve au sein du commandement de la défense aérienne et des opérations aériennes (CDAOA) ; le Centre air d'expertise en cyberdéfense (Caec), qui appartient au Groupement aérien de l'informatique opérationnelle (GAIO – BA118), devenu désormais l'Escadron des

systèmes d'information opérationnelle et de cyberdéfense (Esio), et enfin une équipe de marque du Centre d'expertise aérienne militaire (CEAM), l'Equipe de marque Cyber. Celle-ci, « également installée sur la base aérienne montoise, [est] chargée des expérimentations en matière de sécurité des systèmes d'information (SSI) », ajoute le ministère des Armées.

Le CEAM se concentre sur les scénarios de menaces à travers la conduite d'un travail en deux temps. Il existe ainsi un volet anticipation qui vise à sécuriser les systèmes et à établir des règles pour un emploi sûr ainsi qu'à identifier les potentielles faiblesses. Le volet détection se concentre pour sa part sur la détection des menaces et la surveillance des systèmes d'information.

Le rôle du CEAM est crucial dans le sens où il s'implique sur les programmes d'armement majeurs de l'armée de l'Air, tels que le futur standard du Rafale

ou encore les ravitailleurs. Les officiers de marque cyber du CEAM mènent ainsi une analyse de risque sur les différents matériels, de façon à sécuriser les systèmes d'information, et ce le plus en amont possible. Ainsi, comme le rappelait le ministre des Armées dans son discours du 18 janvier : « La cybersécurité doit être prise en compte dès la conception dans chaque système d'armes, d'information et de communication. » Pour cela, un livrable sous la forme d'une analyse de risque est réalisé, lequel correspond à la « fiche d'expression rationnelle d'objectifs de sécurité (Feros), qui sera déclinée par la DGA en vue d'avertir les industriels afin que ces derniers conçoivent leurs systèmes de manière robuste », nous explique le chef de l'équipe de marque cyber. Et ce avant d'ajouter : « Lorsque les premiers livrables sont fournis, on réalise des audits de cybersécurité chez les industriels, sur les plateformes, afin

d'obtenir une première photographie de la cybersécurité du système. Les industriels peuvent dès lors rectifier le tir si l'on constate des manquements. »

Afin de conduire l'audit des systèmes, l'équipe de marque cyber du CEAM s'appuie sur un référentiel composé de règles et de recommandations émises par de nombreuses institutions étatiques (Agence nationale de sécurité des systèmes d'information, ministère des Armées, Direction générale de l'armement). Des mesures correctives sont suggérées aux industriels chez lesquels des failles sécuritaires auraient été constatées. Ces audits, également appelés RIS (pour revue intermédiaire de sécurité), sont fréquemment conduits. Dès qu'un nouveau standard est pensé, une RIS est réalisée.

HOMOLOGUER.

En parallèle de la partie préventive, visant à détecter les failles le plus en amont possible, un autre type d'audit est mené du-

rant la phase programmatique : la visite d'aptitude à la SSI (VASSI). L'objectif est de pouvoir valider la sécurité des systèmes d'information des matériels et logiciels. La VASSI est ainsi un audit qui participe à la démarche d'homologation marquant la fin du cycle de sécurisation amont. Elle a pour finalité d'évaluer l'aptitude du système à répondre à un emploi opérationnel sous contrainte d'enjeux de sécurité, juste avant la mise en service dans les forces. « Pour cela, nous reprenons les mêmes guides et nous regardons les comptes rendus des différentes RIS qui ont été réalisées. Nous étudions également les plans d'action qui avaient été définis », nous détaille le chef de l'Equipe de marque cyber. Puis, à partir de ces documents, les experts du CEAM vérifient la mise en conformité en fonction des besoins et des nécessités opérationnelles. A l'issue de l'audit, un compte rendu est rédigé dans lequel des



The 5th generation Helmet

We are waiting for you
SALON DU BOURGET
Hall 2B - Stand n° F 183

Switzerland



Répartition des élèves du domaine Cyber

Spécialité	2018	2019	Evolution
Administrateur réseau et sécurité des SIC	109	135	24,00 %
Concepteur et administrateur des systèmes d'information	27	31	15,00 %

recommandations sont hiérarchisées. Ce document donne ainsi une vision exhaustive des risques à l'homologue pour lui permettre de se prononcer sur l'aptitude du système à traiter des informations sensibles avec un niveau de sécurité adéquat.

L'équipe de marque cyber du CEAM se compose d'une trentaine d'experts. Une partie d'entre eux sont des officiers sous contrat, formés dans le monde civil. Le reste du personnel correspond à des officiers de carrière. Les sous-officiers sont ainsi formés à l'école de formation des sous-officiers de l'armée de l'Air de Rochefort, au sein de la spécialisation systèmes d'information.

Afin de conserver une équipe au fait des dernières évolutions technologiques et menaces pouvant sévir dans le cyberespace, les experts du CEAM effectuent une importante veille technologique. Pour maintenir leur niveau d'expertise technique pratique, ils ont également conçu, en coopération avec les spécialistes de l'Esioec, le challenge numérique Mars @ack, qui s'est tenu à Mont-de-Marsan le 6 mars et qui visait à la fois à promouvoir les opportunités d'emploi existant au sein de l'armée de l'Air, mais également à faire émerger de nouvelles pratiques cyber dans le tissu des entreprises civiles.

RECRUTEMENT ET FORMATION.

L'Ecole de formation des sous-officiers de l'armée de l'Air (EF-SOAA) de Rochefort accueille un grand nombre d'élèves, souhaitant se spécialiser dans la cyberdéfense. Il s'agit de la spécialité qui connaît la plus forte augmentation du nombre d'élèves. Pour les accueillir, l'EF-SOAA a adapté ses moyens de formation et dispose désormais de quatre salles réseau modernes permettant de réaliser des simulations. La formation dispensée par l'EF-SOAA dure quatre mois, répartis entre quatre volets d'un mois. La première partie de la formation correspond à une mise à

niveau afin que chaque spécialiste dispose de la même base de connaissances. La deuxième phase se concentre sur la théorie, sur les grands éléments de langages et méthode de cybersécurité. Les instructeurs expliquent le fonctionnement des réseaux informatiques. Lors du troisième mois de formation, les instructeurs commenceront à dispenser des cours pratiques. Les élèves seront alors formés sur les systèmes d'exploitation, tels que Windows ou encore Linux. Enfin, une mise en pratique sera réalisée afin de valider les concepts et permettre aux élèves d'apprendre à sécuriser les messages, le transfert de fichiers et réaliser des manipulations numériques sûres. Les différentes formes d'attaques informatiques sont également étudiées. A la fin de la formation, un TP (travaux pratiques) de synthèse est réalisé avec des mises en situation concrètes. Les élèves doivent parvenir à faire communiquer les systèmes entre eux et à éviter voire contrer les différentes menaces qui sont simulées.

Par ailleurs, une plateforme numérique a été mise en place, laquelle est enrichie fréquemment afin de permettre aux sous-officiers de continuer à se tenir informés et d'accéder à des contenus détaillés, en parallèle et après leur formation. Ce support reste donc accessible une fois que l'élève quitte Rochefort. Une fois ces quatre mois terminés, l'élève cyber dispose d'une première formation de base, qui nécessitera d'être enrichie. C'est pour cela qu'une fois affecté sur une base aérienne, il sera parrainé pendant six mois, ce qui lui permettra de perfectionner ses compétences dans le domaine de la cybersécurité et de la cyberdéfense. Notons par ailleurs que tous les sous-officiers accueillis par Rochefort participent à une sensibilisation visant à les éduquer aux méthodes et bonnes pratiques à adopter pour des manipulations simples sur Internet. Cela représente 1 200 élèves par an.

François Lavaste, directeur d'Airbus CyberSecurity et Barbara Dalibard, directrice générale de SITA, lors de la signature de leur partenariat en 2017.



Si des formations initiales sont dispensées au sein de l'EFSOAA, la vitesse avec laquelle les menaces cyber évoluent nécessite de réaliser des mises à niveau des personnels de l'armée de l'Air. Des sessions de formation continue sont donc mises en place afin de les familiariser avec les nouvelles techniques d'attaques et manœuvres défensives.

MENACES ÉVOLUTIVES.

Que ce soit pour la formation initiale ou la formation continue, l'EFSOAA adapte en permanence ses modules d'enseignement afin de répondre au mieux aux besoins des armées et pouvoir faire face aux nouvelles menaces. « Nous formons les spécialistes de l'armée de l'Air qui travaillent au sein d'unités opérationnelles. Ces dernières réalisent un cahier des charges en fonction des menaces rencontrées et des menaces prévisibles. Leur commandement de tutelle analyse et synthétise ces différents besoins et nous

L'équipe de marque cyber participe à la validation des dispositifs de sécurité des systèmes d'information.



**AEROSPACE
MBA**
MASTER OF BUSINESS
ADMINISTRATION

BOOST YOUR CAREER IN AEROSPACE

MANAGE AND LEAD IN
THE AEROSPACE VALUE CHAIN

1
PROGRAM

- Focused on Leadership Development & Managerial Expertise in Aerospace.

2
RHYTHMS

- A unique curriculum covering the entire value chain (Aviation, Aeronautical & Space).

3
SPECIALIZED TRACKS

- Collaborative Learning Environment: team projects, hands-on, soft-skills development.
- Aerospace Ecosystem Immersion & relationships with stakeholders.

- The **only** General and International Executive program in the world dedicated to Aerospace management for business.

- The **only** specialized MBA in Aerospace accredited by AMBA (since 2002).

- **Two decades of experience** developing high-performing leaders (+800 Alumni).

INSPIRING EDUCATION INSPIRING LIFE | AACSB EQUIS AMBA

TOULOUSE • PARIS • BARCELONA • CASABLANCA • LONDON

INFORMATION / CONTACT

+33 6 89 23 98 77
aerospace-mba@tbs-education.fr
Blog : aerospace-mba.com
Web : tbs.bs/aerospace

propose un référentiel décrivant les aptitudes et compétences à détenir. À partir de là, nous pouvons mettre en place le programme de formation des experts dont elles ont besoin. Cette boucle itérative nous permet de prendre en compte l'évolution rapide de ce secteur et de répondre au plus juste aux attentes des unités opérationnelles », explique ainsi le général Manuel Alvarez, commandant de l'EFSOAA de Rochefort.

Cependant, même si les armées se donnent les moyens d'anticiper et faire face à toute attaque cyber, une collaboration et une coopération accrue avec le milieu civil doivent également être encouragées. En effet, ces deux mondes ne sont pas strictement distincts dans l'espace cyber et une attaque dans l'un des milieux affectera forcément le second. « L'équipement actuel en phase de développement résulte de

l'adoption de technologies numériques pour la défense, mais aussi de l'émergence de plateformes mixtes (militaire et civile), capables d'interconnecter les systèmes des champs de bataille et les réseaux numériques situés en dehors de l'environnement tactique », met en avant Thales. De même, « la gestion du trafic aérien comprend, par exemple, des données de plus en plus numérisées et distribuées à travers un réseau d'infrastructures qui connecte des systèmes à la fois civils et militaires », explique le sous-lieutenant Nathan Juglard, dans *Penser les ailes françaises*.

VULNÉRABILITÉ.

Depuis les attentats du 11 septembre 2001, le transport aérien a adopté de très nombreuses mesures qui ont très largement réduit sa vulnérabilité face à des attaques terroristes classiques. Mais, paradoxalement, ce renforcement

pourrait à terme déplacer la menace sur un autre terrain, le cyberspace, un terrain où la numérisation grandissante à tous les niveaux du transport aérien mondial peut être aussi une grande fragilité. Comment se prémunir le plus efficacement possible contre les cybermenaces ? C'est tout l'objet d'un dossier qui a été publié très récemment par l'Académie de l'air et de l'espace (Les Dossiers : *Cybermenaces visant le transport aérien*, AAE, Dossier #45, 2019).

« La numérisation du domaine du transport aérien, et en particulier des avions de ligne, et le développement des liaisons radioélectriques entre les avions et les services basés au sol, pour la gestion de la circulation aérienne, le contrôle des opérations par les compagnies, la surveillance du fonctionnement des équipements de bord, et pour les accès des passagers à Internet, ont été

Ecole de formation des sous-officiers de l'armée de l'Air

L'EFSOAA a formé **6 300** personnes en 2018, élèves et stagiaires.

• **5 000** spécialistes formés par an.

• **1 300** stagiaires pour la formation continue.

• **2 000** élèves présents tous les jours.

2014 : **700** élèves en formation initiale.

2018 : **1 450** jeunes en formation initiale.

réalisés sans contraintes réglementaires de sécurité contre les cyberattaques. Il en résulte un grand nombre de vulnérabilités potentielles auxquelles il est urgent de faire face », précise l'étude de l'AAE. « Un effort de sécurisation, aussi important que celui qui a été mis en œuvre en 2001, doit être décidé de manière urgente au niveau international, et mis en œuvre très rapidement à bord des avions de ligne et au sol », recommande l'étude.

Un constat qui est évidemment partagé par de nombreux acteurs du secteur. « Croire que le transport aérien est à l'abri de ce genre de menace revient à se voiler la face. C'est un sujet sérieux auquel nous devons nous attaquer », déclarait déjà Patrick Ky, directeur de l'Agence européenne de la sécurité aérienne (Aesa), au mois d'octobre 2015. « Si un jour il est prouvé qu'une cyberattaque a causé la perte d'un avion, qui, dans les jours qui suivent, prendra la décision de remettre un avion en vol ? », remarquait quant à lui Guillaume Poupard, directeur général de l'ANSSI (Agence nationale de sécurité des systèmes d'information) en avril 2018.

L'aviation civile est de plus en plus connectée grâce aux moyens de communication modernes

Les attentats de 2001 ont déclenché une prise de conscience pour la sécurité des systèmes.



(Internet, notamment) qui permettent des débits élevés pour les passagers et les équipages. Mais l'extrême imbrication du transport aérien (assimilable à un « système de systèmes »), qui mêle les avions de ligne, les compagnies aériennes, les constructeurs, les gestionnaires de navigation aérienne, les aéroports, la maintenance aérienne, etc., implique une approche globale sur l'aspect de la cybersécurité. Et l'ouverture des systèmes augmente de manière significative les surfaces d'attaque du transport aérien.

Mais, comme l'a rappelé justement la Conférence de haut niveau sur la cybersécurité dans l'aviation civile réunie à Cracovie en novembre 2017, la sûreté et la sécurité aérienne doivent être traitées de manière coordonnée, car les mesures de sûreté peuvent réduire la sécurité et inversement. Comme le rappelle l'étude, la mise en place de portes de cockpit blindées, une des mesures consécutives aux attentats du 11 septembre 2001, a notamment rendu possible l'accident du vol Germanwings de 2015. Il ne faut donc pas que les mesures de cybersécurité envisagées puissent dégrader un transport aérien qui est déjà très sûr.

Le type de cyberattaques potentielles est varié : brouillage



La cybersécurité doit être appréhendée selon une information globale d'imbrication des systèmes.

pour bloquer la réception de signaux, leurrage avec transmission de fausses données (soit au sol, soit à bord des avions) avec des conséquences qui peuvent être sérieuses s'il n'y a aucun moyen de vérification de la disponibilité, de l'authenticité, de l'intégrité, de la confidentialité et de la traçabilité des informations. Ces attaques peuvent aussi concerner les logiciels opérationnels à bord et au sol, avec notamment l'éventuelle présence de logiciels malveillants (maliciels), qui peuvent être introduits à différents niveaux

de la vie d'un avion (notamment lors des visites de maintenance), ou avoir pour conséquence l'interruption des services d'affichage d'un aéroport ou la paralysie de la circulation aérienne. Pour l'instant, un tel type d'attaque n'a jamais eu lieu, mais si elle survenait cela pourrait avoir des conséquences désastreuses sur la confiance des passagers dans le transport aérien.

PROFILS VARIÉS.

« La cybersécurité est un vrai sujet, reconnaît Barbara Dalibard,

directrice générale de Sita. Notre angoisse ne se situe pas tant au niveau de l'avion. Les avions aujourd'hui sont assez sécurisés, car en fait ils communiquent du cockpit vers le sol et non pas l'inverse. Ils envoient de la donnée, ils n'en reçoivent pas. Le problème est plus de bloquer un aéroport. Si on envoie un virus informatique, qu'il se propage et que l'embarquement des passagers n'est plus possible, on peut créer une perturbation monstre qui n'est pas forcément critique, mais très dommageable. »

« Nous travaillons donc beaucoup avec l'ensemble des compagnies aériennes et les aéroports pour partager les bonnes pratiques sur la cybersécurité et leur proposer des solutions, poursuit-elle. Il faut savoir par où le virus a pu rentrer. Il y avait dans le monde quelques aéroports qui refusaient de passer sur les dernières versions de Windows, et là nous les traçons un par un pour leur dire qu'ils peuvent être un danger pour tous les autres. »

Comme l'explique le dossier de l'AAE, les cyberattaquants potentiels peuvent avoir plusieurs profils. La première catégorie se compose des pirates informatiques (hackers) qui tentent de pénétrer les systèmes opérationnels pour découvrir les vulnérabilités et se faire ré-

Lexique cyber

Selon la définition établie par le ministère des Armées, une cyberattaque correspond à un « acte malveillant de piratage informatique dans le cyberspace. Les cyberattaques peuvent être l'action d'une personne isolée, d'un groupe, d'un Etat. Elles incluent la désinformation, l'espionnage électronique qui pourrait affaiblir l'avantage compétitif d'une nation, la modification clandestine de données sensibles sur un champ de bataille ou la perturbation des infrastructures critiques d'un pays (eau, électricité, gaz, communication, réseaux commerciaux) ». Le cyberspace correspond à « un domaine global constitué du réseau maillé des infrastructures des technologies de

l'information (dont Internet), des réseaux de télécommunication, des systèmes informatiques, des processeurs et des mécanismes de contrôle intégrés. Il inclut l'information numérique transportée ainsi que les opérateurs de services en ligne ». Enfin, la sécurité des systèmes d'information correspond à l'ensemble des mesures techniques et non techniques de protection permettant à un système d'information de résister à des événements susceptibles de compromettre la disponibilité, l'intégrité ou la confidentialité des données stockées, traitées ou transmises et des services connexes que ces systèmes offrent ou qu'ils rendent accessibles.

Cyber room of Airbus CyberSecurity à Elancourt.



munérer pour cela par les entreprises, ou ceux qui peuvent provoquer des incidents si une rançon n'est pas payée. Les cybercriminels, proprement dits, sont le plus souvent organisés en gangs, avec des tâches spécifiques, et présents dans des pays où les protections numériques sont moindres, avec le gain financier comme motivation. Les cyberguerriers ou terroristes forment la troisième catégorie, et sont le plus souvent organisés comme des militaires avec la volonté de provoquer des accidents ou incidents graves.

ADAPTER ET PROTÉGER.

Pour se prémunir contre les cyberattaques, l'Académie de l'air et de l'espace insiste dans son dossier sur la nécessité d'avoir des protections fixes ou adaptables, mais aussi une organisation et des processus humains qui luttent contre l'attaque avec de bons outils adaptés à l'étendue de la menace. Elle préconise aussi de mettre en place une vraie politique de sécurité définie au préalable : connaissance des chemins d'entrée des attaques, en les cartographiant et les caractérisant, surveillance pour détecter et identifier ra-

pidement attaquants et attaques, mises à jour des logiciels attaqués par des correctifs de logiciels, actions de parades pour annihiler les attaques.

Pour les industriels, l'AAE préconise la mise en place de processus et de techniques de protection cyber des moyens industriels des constructeurs, équipementiers et sous-traitants pour atteindre le même niveau de sûreté que les systèmes d'information des donneurs d'ordre. Par exemple, chez Airbus, la conception de l'A380 a généré une activité spécifique pour développer des standards en propre et tester l'avion par des tentatives de pénétration conçues et effectuées par une équipe de hackers. Idem pour les A350 et les versions « neo » de la famille A320. Airbus a aussi lancé une campagne de cybersécurité avec audits internes et chez ses sous-traitants (300 M€). Le constructeur impose aussi des clauses de cybersécurité à ses sous-traitants de rang 1.

De même, tous les opérateurs intervenant dans la maintenance des matériels de bord et au sol doivent être habilités et formés aux procédures de cybersécurité

et audités. Une politique de mise à jour des logiciels opérationnels doit être définie et mise en œuvre par tous les acteurs avec des personnels habilités, des moyens spécifiques et sûrs et des procédures sécurisées. L'AAE met d'ailleurs en garde sur la tendance pour certains opérateurs, pour réduire les coûts, d'utiliser des logiciels trop faibles avec des niveaux peu exigeants. Les opérations de mise à jour et de maintenance en ligne et hors ligne des avions sont à surveiller de très près, car elles sont une porte d'entrée facile aux interventions humaines qui peuvent corrompre aussi bien les matériels que les données, et introduire des maliciels. Les communications vocales et les liaisons de données entre le bord et le sol (montantes et descendantes), les systèmes d'IFE, les équipements individuels (smartphones, tablettes, etc.) des passagers ou des PNT et PNC, les liaisons de données au sol sont aussi des secteurs à suivre de très près. Concernant la maintenance des logiciels embarqués, Airbus, par exemple, délivre à chaque compagnie cliente un Security Handbook, qui doit être appliqué pendant

toute la vie opérationnelle des systèmes. Ce document sert aussi de guide pour les audits de sûreté réguliers.

DONNÉES « SÉGRÉGUÉES ».

De manière générale, le cockpit de l'avion reste bien protégé, surtout sur les avions les plus récents, grâce notamment à des barrières successives et des filtres anti-intrusion. En revanche, les systèmes de multimédia de divertissement passagers (IFE) sont plus vulnérables aux cyberattaques et doivent donc suivre des règles de cybersécurité pour protéger le fonctionnement du système et les données des passagers et pouvoir être coupés rapidement. Du fait de leur évolutivité, le maintien en conditions de sûreté doit être régulièrement contrôlé. Pour la mise à jour des IFE, il serait utile d'utiliser les procédures two-way qui nécessitent la réception d'un deuxième mot de passe pour que le rechargement du logiciel soit effectif, un système qui est déjà utilisé pour les paiements bancaires sur Internet. De même les logiciels, données et connexions Internet des EFB (Electronic Flight Bags) et autres tablettes

électroniques utilisés par les pilotes et/ou les PNC doivent être impérativement sécurisés.

Le dossier de l'AAE rappelle aussi le grand principe selon lequel les communications entre le bord et le sol doivent être clairement « ségréguées » ou séparées entre les différents usages (liaisons cockpit, cabine et passagers). Les principes de ségrégation de domaines doivent permettre un contrôle des flux à travers des pare-feu ou par des passerelles d'échanges de données sécurisées. La règle est de transmettre les informations du secteur le plus critique (cockpit) vers le moins critique sans restriction, mais d'interdire ou d'autoriser sous conditions les transferts dans l'autre sens (filtre antiretour). Les liaisons de données pour les passagers (smartphones ou tablettes) sont normalement complètement séparées des liaisons opérationnelles, mais la séparation est de plus en plus remise en question par certaines compagnies qui profitent de cette bande passante élevée pour transmettre les données de fonctionnement des systèmes avions. Les attaques sur les IFE sont aussi possibles pour éventuellement récupérer des informations personnelles (mots de passe, codes de cartes bancaires...) ou créer des mouvements de panique à bord par la projection de fausses infos sur les écrans.

Il faut s'assurer de l'authenticité, de la disponibilité et de l'intégrité des communications vocales et des liaisons de données de bout en bout de la chaîne. Au final, c'est l'équipage qui doit vérifier la cohérence des données, d'où le besoin de procédures adaptées : il ne faut pas croire les données qui sont télétransmises sans les vérifier. Cette nécessité, plaide d'ailleurs, comme le rappelle l'étude, contre les projets qui sont discutés actuellement de passer à un seul pilote dans les avions commerciaux civils. Notamment à cause des risques potentiels de cyberattaques, l'étude préconise de

rester à un cockpit à deux pilotes encore un certain temps.

LEURRES.

Concernant la radionavigation, pour parer à l'indisponibilité ou la non-intégrité des informations de localisation par satellite GNSS (Global Navigation Satellite System), il faut faire évoluer les systèmes SBAS (Satellite Based Augmentation System) et GBAS (Ground Based Augmentation System). L'ADS/B (Automatic Dependent Surveillance/Broadcast) est un pilier des programmes de rénovation des systèmes de gestion de circulation aérienne Sesar et NextGen et grâce à ce système, des données sont émises en permanence par le transpondeur de l'avion sans que ce dernier ait besoin d'être interrogé par les radars secondaires au sol. C'est notamment grâce à l'ADS/B que des sites grand public comme Flight Radar 24 peuvent diffuser des informations sur le suivi des

avions commerciaux. Mais des attaques pourraient potentiellement générer des informations de « faux avions » ou envoyer une fausse position au sol (appelé en anglais « spoofing »). L'OACI préconise donc que les Etats prennent des mesures de réduction des risques. Le standard ADS/B devrait évoluer pour améliorer son niveau de protection, par exemple en authentifiant ou en cryptant les données. C'est pourquoi la blockchain pourrait être adaptée pour renforcer la protection des données de communication de l'ADS/B. Pour mémoire, la blockchain est une technologie de stockage et de transmission d'informations, transparente, sécurisée, et fonctionnant sans organe central de contrôle.

LA BLOCKCHAIN EN POINTE.

Par extension, une blockchain constitue une base de données

qui contient l'historique de tous les échanges effectués entre ses utilisateurs depuis sa création. Cette base de données est sécurisée et distribuée : elle est partagée par ses différents utilisateurs, sans intermédiaire, ce qui permet à chacun de vérifier la validité de la chaîne. Boeing a d'ailleurs annoncé il y a un an un brevet pour un système de protection des données de localisation fonctionnant sur la base d'une technologie de blockchain. Le centre de recherche de la Nasa a aussi développé un prototype, nommé « Aviation Blockchain Infrastructure ». L'objectif de cette invention est donc de mettre à disposition une méthode de communication la plus sécurisée possible entre les aéronefs et les services de contrôle aérien ou tout autre acteur, en se fondant sur un système d'autorisation et d'authentification renforcée. L'utilisation de messages voix spécifiques aux métiers



de l'ATM entre les pilotes et les contrôleurs pourrait permettre de modérer le risque. L'Académie de l'air et de l'espace pense qu'il est nécessaire, avant de basculer sur l'utilisation de l'ADS/B comme moyen principal de surveillance, d'effectuer une analyse de risques, qui peut conduire à disposer de moyens de surveillance supplémentaires de surveillance.

DÉTECTER LES SIGNAUX FAIBLES.

Il n'existe pas de protection totale, il y aura toujours des failles dans les infrastructures aéronautiques connectées : la question n'est pas de savoir s'il y aura des attaques, mais plutôt quand il y en aura. Il faut donc que le transport aérien soit plus cyberrésilient. L'objectif est que le risque soit « *As low as reasonably practicable* ». Il faut que les systèmes et le personnel puissent développer des capacités de contrôle, qu'ils sachent exactement quoi faire quand un incident se produit et, bien sûr, qu'ils puissent réagir immédiatement. Il s'agit aussi de pouvoir détecter les « signaux faibles » qui peuvent précéder des cyberincidents, dénis de services ou attaques. Les événements redoutés doivent être analysés, afin d'en estimer la probabilité d'occurrence. Il faut aussi sensibiliser les personnels en ne se limitant pas aux périodes de crise et ne pas oublier les aspects tels que l'organisation, l'habilitation et leur formation. Chaque acteur du transport aérien doit exercer surveillance, supervision et contrôle au moyen d'audits réguliers. Principalement focalisée sur les moyens d'améliorer les flux de passagers dans les aéroports, Sita est très en pointe sur la protection des données. « Nous avons deux centres à Montréal et à Singapour qui tracent en permanence les attaques possibles sur les réseaux. Il faut rester humble sur ces sujets, mais on trace, on partage, on échange avec un « club » des compagnies aériennes. Nous

Une analyse des cyberattaques permet une meilleure compréhension des vulnérabilités.



sommes proactifs et cela peut aller jusqu'à menacer de « couper » les réseaux », explique Barbara Dalibard.

De son côté, Airbus effectue aussi une analyse systématique de risques à partir d'une liste de cyberattaques potentielles. Air France-KLM, quant à elle, dispose d'une direction de la cybersécurité des systèmes d'information qui vise à maintenir une grande résilience face à la probabilité d'attaques pour éviter des perturbations ou des retards et surtout une atteinte à l'image. Tous les métiers du groupe aérien sont impliqués : opérations aériennes, engineering, maintenance, cargo, commercial. Une analyse des risques permet de les cartographier et d'anticiper de possibles occurrences et leurs conséquences. Des documents de procédures de réaction face aux cyberattaques doivent être rédigés. Ils doivent être cohérents entre les différents acteurs, et définir le plus rigoureusement possible les responsabilités respectives des acteurs et leur mode de coopération. Il faut ensuite s'assurer que les personnels sont bien formés à l'application de

ces procédures, par exemple au moyen d'exercices et d'audits réguliers. Pour authentifier et protéger les données, l'utilisation de la *blockchain* peut être très efficace.

« Derrière la *blockchain*, on met des systèmes de sécurité et d'authentification qui protègent la donnée. On ne peut jamais être sûr à 100 %, mais elle permet une sécurisation très efficace », confirme Barbara Dalibard. À l'aéroport de Londres-Heathrow, SITA a ainsi expérimenté le service Flight Chain, qui permet d'avoir une information unique et valide sur un vol donné. Au lieu d'avoir plusieurs informations concernant un vol (celle de l'aéroport ou de la compagnie aérienne, qui parfois sont différentes), l'utilisation de la *blockchain* permet de partager une donnée de façon fiable et neutre.

LA FRANCE BIEN PLACÉE.

L'étude de l'AAE précise qu'il est essentiel que les acteurs certifiés du transport aérien soient dans l'obligation de déclarer, partager, puis de traiter systématiquement les cyberincidents. En France, ce sont l'Agence nationale

de la sécurité des systèmes d'information (ANSSI) et le Centre européen pour la cybersécurité dans l'aviation (ECCSA), créés en 2017 sous l'égide de l'Aesa, qui ont connaissance des menaces, les analysent, les caractérisent et les partagent. Une autre initiative très encourageante est la mise en place, le 12 avril 2018, du Conseil pour la cybersécurité du transport aérien (CCTA), sous l'autorité de la DGAC. Cet organisme réunit tous les acteurs français du secteur et pourrait aussi permettre de faire travailler ensemble aviation civile et aviation militaire à des fins d'homogénéisation de certaines mesures liées à la cybersécurité.

Autre recommandation essentielle : développer un cadre réglementaire mondial et harmonisé de la cybersécurité de l'aviation civile inscrit dans un système de management global (intégrant sûreté et sécurité). Selon l'étude de l'Académie de l'air et de l'espace, l'OACI devrait être l'organisme le plus à même d'être leader et de coordonner au niveau mondial toutes les activités contribuant à renforcer la cybersécurité dans l'aviation civile. ■



SeaGuardian

MULTIROLE SINGLE SOLUTION

- Airworthiness certification STANAG 4671 and DEFSTAN 00-970
- Automatic takeoff and landing
- Improved takeoff and climb performance
- Detect and Avoid capability
- 35 hours endurance
- 40,000 hours service life
- Rapid integration of new payloads
- All-weather
- De-icing and lightning protection

ga-asi.com

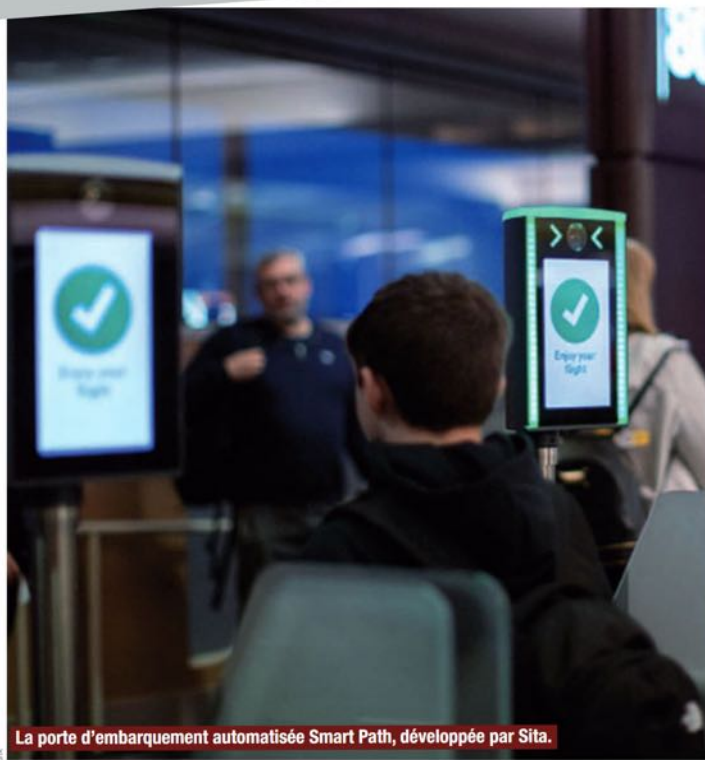
©2019 GENERAL ATOMICS AERONAUTICAL SYSTEMS, INC.



GENERAL ATOMICS
AERONAUTICAL

Leading The Situational Awareness Revolution

TRANSPORT AÉRIEN CONNECTÉ



La porte d'embarquement automatisée Smart Path, développée par Sita.

LES PRÉVISIONS DE CROISSANCE DU TRAFIC MONDIAL, QUI DEVRAIT DOUBLER D'ICI VINGT ANS, IMPOSENT TOUJOURS PLUS D'OPTIMISATION ET DE SIMPLIFICATION À TOUS LES NIVEAUX DE LA CHAÎNE DU TRANSPORT AÉRIEN ET UNE AUTONOMIE TOUJOURS PLUS ACCRUE POUR LES PASSAGERS.

L'ensemble du transport aérien civil est de plus en plus connecté et ne laisse quasiment plus de place à des « ruptures de charge » qui ne soient pas numériquement prises en compte. L'extrême complexité technologique des nouveaux avions (comme l'Airbus A350, entièrement « pucé » grâce à la technologie RFID et capable de « dialoguer » seul avec les systèmes de contrôle aérien, notamment) y concourt. La toujours plus importante imbrication numérique de tous les secteurs de la chaîne, qu'il s'agisse de la réservation des billets

Votre partenaire assurances



AUDIT & CONSEIL



NOUVEAU !!!

For You,
With You...



ACCÈS DIRECT À VOTRE ESPACE CLIENT

DEVIS, SOUSCRIPTION ET DÉCLARATION
DE SINISTRE EN LIGNE

VIDÉOS EN LIGNE



Rendez-vous sur : www.air-assurances.com ☎ +33 (0)4 27 46 54 24
corporate@air-assurances.com

S.A.R.L. de courtage d'assurances au
capital de 10 000€ - 422 480 145
RCS Rouen en Rouen 819 4652
Inscrit à l'ORIAS n° 07 000 079
www.airass

d'avion, du traitement du flux passagers dans les aéroports, des bagages, des contrôles d'identité, avec l'introduction de la biométrie, y contribue également, et se manifeste aussi à l'intérieur de la cabine (IFE de dernière génération, liaisons Wi-Fi par satellite, sièges connectés...) et dans le cockpit (généralisation des EFB ou Electronic Flight Bags). Or cette extrême imbrication, assimilable à un « système de systèmes », peut aussi porter en elle de nouvelles fragilités liées à cet édifice numérique, qui semble voué à se complexifier toujours un peu plus (voir p. 46).

SATISFACTION DES PASSAGERS.

Quelle est l'origine de cette complexification numérique ? Paradoxalement, elle vient d'une tendance toujours croissante à la digitalisation qui, en bout de ligne, doit permettre de faire face aux prévisions de croissance importante du transport aérien sur les prochaines années. Alors que le trafic mondial devrait, selon l'IATA (Association internationale du transport aérien), doubler dans les vingt ans pour atteindre 8,2 milliards de passagers en 2037, il apparaît de plus en plus nécessaire de simplifier au maximum toute la chaîne de voyage du transport aérien.

A tous les niveaux, l'heure est donc à la digitalisation et à l'optimisation. Dès le stade de la réservation du billet, les nouvelles technologies doivent permettre de rendre toujours plus facile l'accès à l'avion, tout en collant au mieux aux désirs du passager, afin de lui apporter le meilleur service possible. C'est notamment la raison pour laquelle l'IATA est en train de développer le nouveau format de réservation NDC (New Distribution Capability). Comme l'expliquait récemment Alexandre de Juniac, président de l'IATA, dans une interview accordée à *Air & Cosmos* : « NDC, est un standard qui facilite le partage d'informations non seulement sur votre vol, mais également sur tous les autres volets de votre voyage. Il permet à chaque passager de personnaliser son voyage de manière à ce qu'il réponde exactement

à ce qu'il veut (...). Le partenaire de ce projet est ONE Order (...). ONE Order va créer un code d'identification unique à chaque voyageur, lui permettant de réserver de manière beaucoup plus efficace et précise », explique-t-il.

À l'intérieur de la chaîne du transport aérien, l'un des domaines dans lesquels la connectivité avance le plus rapidement est celui des aéroports (voir infographie page 70 et interview de Barbara Dalibard, directrice générale de Sita, page 62). Le but est, là encore, de simplifier et fluidifier le parcours du passager, une dynamique qui est bénéfique à l'ensemble des acteurs. « Si on regarde l'ensemble de la chaîne, on voit que plus c'est automatisé, plus les clients sont heureux. Il y a une corrélation extrêmement forte entre l'automatisation, l'autonomie du passager et son niveau de satisfaction. Pour la biométrie, par exemple, il y a eu un quasi-doublement de sa mise en place dans les aéroports en un an et on se rend compte que plus de 90 % des passagers sont satisfaits d'utiliser un système biométrique qui leur permet d'aller plus vite. Cela apporte du confort au passager et il faut aussi rappeler que pour chaque minute de temps gagnée dans les files d'attente, c'est 0,7 dollar de consommation supplémentaire dans les *duty free*. Donc, pour l'aéroport, d'un point de vue économique, il y a un intérêt à optimiser le système. C'est donc sur les temps d'attente qu'il faut travailler. Les gens supportent de moins en moins de faire la queue. Et c'est bon pour le passager, bon pour l'aéroport et bon pour la compagnie », précise Barbara Dalibard.

CERCLE VERTUEUX.

Il est donc logique, que l'IATA, continue sans relâche avec tous ses partenaires (dont Sita n'est pas le moindre) à standardiser et optimiser toujours un peu plus le cheminement du passager dans les aéroports (traçabilité des bagages, biométrie, dématérialisation des documents de transport...) pour que le cercle vertueux de la chaîne du transport aérien se pérennise.

■ Jean-Baptiste Heguy

« NOUS TRAVAILLONS À AMÉLIORER L'EFFICACITÉ DE TOUT LE SYSTÈME AÉRONAUTIQUE »

UTILISATION CROISSANTE DE LA BIOMÉTRIE DANS LES AÉROPORTS, AMÉLIORATION DE LA FLUIDITÉ DU PARCOURS PASSAGER, NOUVELLE NORME MONDIALE POUR LE TRAÇAGE DES BAGAGES... POUR AIR & COSMOS, BARBARA DALIBARD, DIRECTRICE GÉNÉRALE DE SITA, FAIT LE POINT SUR LES ÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES À VENIR DANS LE TRANSPORT AÉRIEN.

• Pouvez-vous présenter à nouveau l'activité de Sita et ce que cela représente en nombre de salariés et en chiffre d'affaires ?

C'est une coopérative qui a été créée il y a près de soixante-dix ans par des compagnies aériennes, qui étaient d'abord européennes, et de nos jours, nous avons 400 compagnies aériennes qui sont les actionnaires de Sita, pour gérer les échanges de données entre les différents acteurs du système aérien. Cela a commencé par la recherche d'un moyen de connecter tous les aéroports, y compris ceux qui sont un peu difficiles d'accès, et partager ces connexions. C'était assez précurseur de la part des créateurs de Sita. Aujourd'hui, nous avons un peu moins de 5 000 employés avec 140 nationalités. Nous sommes présents dans 170 pays, car nous utilisons des sous-traitants dans certains pays. Notre chiffre d'affaires est de l'ordre d'1,7 Md\$.

• Et vous êtes basés à Genève ?

C'est très intéressant, car notre siège est à Genève, avec une structure presque d'ONG, une sorte de coopérative. Et comme à la base nous sommes « à but non lucratif », nous devons redistribuer aux compagnies aériennes les profits que nous faisons. La coopérative est une structure de droit belge et notre « bras commercial » est une entreprise néerlandaise. Nous avons donc trois piliers : Genève, où je suis basée, pour toute la relation internationale, une coopérative de droit belge et une société commerciale néerlandaise.

• La proximité géographique avec le siège de l'IATA vous facilite-t-elle aussi les choses ?

Effectivement, si je dois aller voir Alexandre de Juniac [le directeur général de l'IATA], je peux y aller à pied.



REPORTAGE PHOTOS : A. VERDOLAN

• **Vous travaillez dans le cadre de l'Acare [Advisory Council for Aviation Research and innovation in Europe] ?**

Nous travaillons surtout avec l'IATA, avec Canso [Civil Air Navigation Services Organisation], qui s'occupe du trafic et de la navigation aérienne au niveau international. Nous ne sommes pas membres d'Acare, mais nous nous intéressons à tout ce qui peut en sortir.

• **Quels sont les types de partenariat que vous mettez en place ?**

L'IATA, par exemple, a pour objectif de lancer des sortes de « standards », par exemple la recommandation 753, qui explique comment on doit « tracer » les bagages à chaque étape de son développement, et notre rôle est de mettre en place des solutions qui permettent aux aéroports et aux compagnies aériennes de le faire. Nous sommes donc une sorte de « bras armé », même si nous ne sommes pas les seuls, pour la mise en œuvre des « standards ». Nous travaillons beaucoup avec eux pour savoir en amont quels types de standards peuvent fonctionner. Aujourd'hui, l'IATA préconise des solutions RFID [Radio Frequency Identification] pour suivre le bagage avec des étiquettes spéciales. Nous avons des tests et nous avons vu que cela marche bien. Nous avons aussi fait des tests avec des caméras intelligentes qui permettent de repérer le bagage et l'étiquette sur le bagage. Finalement, quelle est la meilleure solution ? Est-ce un mélange des deux, suivant l'aéroport, les coûts d'infrastructure, etc. Nous travaillons donc beaucoup avec eux sur l'élaboration du standard. Ils ont aussi un projet appelé One ID, qui permet de définir l'identité du passager une seule fois, en particulier avec des données biométriques, pour être capable de suivre le passager dans son parcours. Nous travaillons déjà beaucoup sur la biométrie et sur des installations pour les aéroports et les compagnies aé-

riennes pour faciliter l'embarquement et le contrôle des passagers, et donc nous allons travailler avec eux sur la norme, pour avoir une seule norme au niveau mondial, si c'est possible.

• **C'est toujours en concertation ?**

De temps en temps, nous lançons des choses. On peut être en avance de phase sur un sujet, le tester et, ensuite, les acteurs de l'aérien peuvent dire « Tiens, ça c'est intéressant », et on va le généraliser. En recherche et développement, nous travaillons par exemple beaucoup sur la blockchain, parce que nous pensons que c'est bien adapté à ce que nous avons envie de faire avec les compagnies aériennes.

• **Sur quels domaines principaux travaillez-vous en général ?**

Notre domaine de compétence se focalise sur la manière d'utiliser les nouvelles technologies pour améliorer l'efficacité à la fois des compagnies aériennes, des aéroports, de tous les acteurs du système aéronautique, à l'aéroport et dans l'avion. Nous avons en fait deux business : un qui est très localisé à l'aéroport et un autre, qui est historiquement dans l'avion et le cockpit. À l'aéroport, typiquement, nos grands domaines d'intervention consistent à délivrer des cartes d'embarquement avec des standards communs pour l'ensemble des compagnies aériennes dans le monde, à assurer le suivi des bagages partout dans le monde, avec 70 % des flux bagages assurés par Sita, donc des milliards d'échanges de données par an, à concevoir les systèmes automatisés de dépôt de bagages pour les passagers, à mettre en place des portails biométriques qui vont permettre d'améliorer la fluidité du parcours passager à l'aéroport...

• **Pour la dépose bagages, vous évoquez les systèmes automatisés que l'on voit déjà dans certains aéroports ?**

Il peut y avoir toutes sortes de systèmes. Pour le nôtre, le



passager arrive et édite lui-même son étiquette bagages, la pose sur son bagage, enregistre avec un scanner le fait qu'il a déposé son bagage et le bagage part dans le système naturellement. Cela permet de réduire beaucoup les files d'attente à l'aéroport. Donc nous utilisons beaucoup l'automatisation pour améliorer la fluidité du parcours, mais aussi le rendre simple et accélérer tous les mouvements de passagers au sein des aéroports, car c'est une des contraintes qui les impactent. L'aéroport a aujourd'hui un vrai enjeu. Nous nous préparons à une augmentation de 100 % du trafic aérien dans les vingt années qui viennent, selon les données de l'IATA. L'aéroport est contraint, dans un environnement contraint, et sa capacité ne va certainement pas augmenter de 100 %. La question est donc : comment mettre en place des systèmes qui vont à la fois faciliter l'expérience des passagers et en

même temps aider l'aéroport à être plus efficace. Tous ces systèmes de gestion de files d'attente, d'allocation de portes d'embarquement de façon plus fluide, d'accélération grâce à la biométrie de l'embarquement dans l'avion y participent. Par exemple, à Orlando, il est possible de finaliser l'embarquement d'un avion de British Airways de 240 personnes en dix minutes. Diviser, réduire énormément le temps, à la fois pour le passager, pour la compagnie aérienne et pour l'aéroport, permet d'améliorer fortement la fluidité.

• **Vous faites des choses aussi pour améliorer la traçabilité des bagages ?**

Effectivement, il y a toujours un stress du passager qui veut savoir où se trouve son bagage. Avec easyJet, par exemple, nous avons mis en place des API [Application Programming Interface] qui permettent de se connecter aux systèmes d'information de

la compagnie aérienne pour informer le passager. EasyJet a donc développé une application de traçabilité des bagages, par laquelle un passager peut savoir à tout moment où est son bagage grâce à des données que Sita fournit à la compagnie. Nous avons 70 % des données sur les bagages, donc nous pouvons aussi le faire pour Lufthansa, Air France-KLM, etc. Mais nous n'apparaissions pas en tant que tels auprès des passagers.

Ce que l'on remarque, c'est qu'il y a certaines compagnies qui sont parties toutes seules, par exemple Delta. Si c'est sur une seule compagnie, tout va bien. Mais s'il y a des correspondances avec d'autres compagnies, par exemple Delta et Air France, c'est embêtant de ne pas avoir les mêmes systèmes. La « masse critique » sur les bagages arrivera quand la plupart des aéroports et des compagnies aériennes auront des systèmes qui communiquent entre eux, et c'est tout l'objet de la Recommandation 753 de l'IATA. Elle impose de tracer à quatre étapes le bagage : au moment où il est enregistré, au moment où il rentre dans l'avion, au moment où il sort de l'avion, au moment où on le pose sur le carrousel de livraison. Il faut qu'à tout moment il soit localisable et, s'il s'est perdu, qu'on sache où il s'est perdu. Dès que l'on sait ce qui se passe, on peut améliorer le système. Il y a des aéroports dans le monde où on ne perd aucun bagage, comme l'aéroport de Kansai, au Japon. Et entre l'Asie, l'Europe, le continent américain et le Moyen-Orient, les taux de perte de bagage sont bas, mais il peut tout de même y avoir des écarts de presque 1 à 10, suivant les régions. Nous avons pu aussi remarquer qu'il y a une plus forte probabilité que les passagers des classes affaires perdent leurs bagages. C'est certainement lié à la multiplication des correspondances. Quand on a connaissance de cette donnée, on peut déjà améliorer le système.

• **Et qu'en est-il, par exemple, des portails d'embarquement biométriques ?**

Au lieu d'aller voir une personne, de monter sa carte d'embarquement, qu'elle soit scannée, etc., le passager s'avance, une caméra prend une photo. C'est deux secondes par passager et l'identité est vérifiée, le passager est reconnu et cela fluidifie énormément le parcours. Nous avons fait une expérimentation avec jetBlue où le selfie devient le passeport pour passer les barrières de sécurité. Nous sommes donc beaucoup sur l'efficacité de l'aéroport, l'efficacité des opérations et la fluidité du parcours du passager. Ce qui est intéressant, c'est aussi de voir que, selon plusieurs études, plus on rend le passager autonome, plus il est heureux. Sauf si, bien sûr, c'est une personne handicapée ou âgée, qui va avoir besoin de soutien ou de famille. Mettre en place des systèmes automatiques, cela permet pour 80 % des personnes de faciliter le parcours et les rendre beaucoup plus satisfaits. Du coup, les moyens humains peuvent être redéployés vers les personnes qui ont besoin d'être aidées. C'est une sorte d'efficacité différenciée.

• **Vous disiez que Sita était aussi présente dans le cockpit ?**

Nous avons effectivement des systèmes partagés pour l'avion, l'aéroport, la navigation aérienne... Cela a commencé avec le suivi des avions en temps réel, avec notamment le système ACARS [Air-craft Communication Addressing and Reporting System], dont Sita est le leader mondial. Et, aujourd'hui, nous développons des applications pour les pilotes et les copilotes qui sont aussi basées sur l'échange de données. Nous avons par exemple le système eWAS [« e » pour EFB (Electronic Flight Bag ou « sacoche de vol électronique »), « WAS » pour Weather Awareness Solution], qui permet d'informer le pilote en temps réel des turbulences, de l'optimisation des routes qu'il va pouvoir prendre pour les minimiser en partageant

des systèmes météo mondiaux et l'expérience des autres avions. Nous faisons aussi du Wi-Fi à bord des avions. Nous travaillons avec Emirates, Qatar Airways, notamment.

• **Vous êtes donc un acteur global pour les partages de données dans l'aérien ?**

Oui, et cette expertise nous ouvre d'autres partenariats. Nous

venons par exemple de signer un partenariat avec Rolls-Royce par lequel ils vont utiliser Sita pour collecter les données qui viennent de leurs moteurs. Nous enrichissons ces données de base en fournissant à Rolls-Royce des données météo, où était l'avion, que se passait-il à ce moment-là, traversait-il une zone de turbulences, etc. Rolls-Royce récupère ces données et va pouvoir les utiliser





ATR

move with the times

**40% de carburant en moins,
40% de CO₂ en moins***

atr-intolife.com

* par trajet comparé aux jets régionaux



into life

pour améliorer le fonctionnement de ses moteurs, dans l'intérêt de l'ensemble des compagnies aériennes. Et comme nous sommes neutres, cela permet à Rolls-Royce d'offrir des services à l'ensemble des transporteurs aériens plus personnalisés en fonction de chaque compagnie aérienne et chaque condition d'utilisation pour les inciter à changer par exemple leurs conditions de maintenance et, eux-mêmes, sur le plan industriel, les gens de Rolls-Royce peuvent voir que tel type de moteur réagit d'une certaine manière dans tel type de conditions d'utilisation et peuvent ainsi faire varier tel ou tel paramètre.

• **Et donc, vous pouvez apporter des choses pour la maintenance prédictive ?**

Pas au sens purement « maintenance » du terme. Nous sommes plus tournés vers la « prédiction » pour les aéroports. Par exemple, nous avons passé un partenariat avec l'aéroport de Changi, à Singapour. La cité Etat de Singapour est toute petite et se trouve dans un écosystème avec l'ensemble des systèmes de navigation aérienne tels qu'il ne savait pas prévoir avec suffisamment de précision l'atterrissage d'un avion et le prévoyait juste à la « dernière minute ». Nous avons donc mis en place des systèmes d'intelligence artificielle avec eux, fondés sur sept algorithmes différents dans lesquels on utilise les données météo, l'information que l'on a sur les avions, etc., et on est capable maintenant, six heures avant l'atterrissage, de prévoir avec un intervalle de confiance de dix minutes l'heure d'arrivée de l'avion. Pour l'aéroport de Changi, cela permet de mettre des équipes aux contrôles frontalières au bon moment pour parer à un afflux de passagers, de gérer l'allocation des portes d'embarquement de manière plus intelligente, et d'optimiser globalement le fonctionnement de l'aéroport. Et en analysant les données, nous nous sommes rendu compte qu'un

des éléments clés était le sens du vent. Si l'aéroport a prévu d'allouer ses portes et que le vent tourne, l'avion doit atterrir dans l'autre sens. Et du coup l'allocation des portes d'embarquement peut ne pas être optimisée : les avions vont par exemple devoir faire un grand parcours au lieu d'aller directement à la porte la plus proche. Et donc, le sens du vent peut avoir un vrai impact sur les retards d'avions et sur l'efficacité de l'aéroport. Et ces données d'intelligence artificielle peuvent être très utiles. Toujours sur l'intelligence artificielle, nous avons racheté Mexia Interactive, basé au Canada, qui se charge de la « prédiction » des files d'attente, dans les aéroports, les parkings, à l'embarquement. Nous allons donc intégrer cet outil dans notre système de gestion des aéroports, pour être capables

de fournir des données encore plus précises aux aéroports sur la gestion de ces flux de passagers.

• **Donc, vous avez tendance à focaliser beaucoup votre activité ?**

Comme je le disais, Sita est quand même de petite taille par rapport à notre couverture mondiale. Nous avons la complexité majeure d'être présent dans 170 pays, d'avoir le statut d'ONG, d'entreprise commerciale sur d'autres activités... Un de mes objectifs a été de réduire le portefeuille d'activités pour se focaliser dans les domaines où nous sommes extrêmement pertinents. Historiquement, comme elle est la propriété des compagnies aériennes, Sita faisait tout pour les aider. Nous avions plus de 200 produits et je pense qu'on ne peut pas être efficace en faisant

cela, car nous avons des moyens de R&D limités qui sont à la taille de l'entreprise. L'idée est de dire que notre cœur de métier se concentre sur la manière de faciliter un parcours fluide du passager en améliorant les opérations à l'aéroport et pour l'avion.

• **En termes de « transport aérien connecté », comment situez-vous la France ou l'Europe par rapport au reste du monde ?**

Quand vous êtes dans des pays où le transport aérien se développe, comme ceux du Moyen-Orient ou certains pays d'Asie, il y a une capacité de refaire un aéroport complètement. Pour le nouvel aéroport d'Istanbul, sur lequel nous sommes un acteur majeur, l'aéroport de Doha, le nouvel aéroport d'Oman ou le terminal 4 de Changi (Sin-



gapour), quand on commence avec une feuille blanche on peut tout de suite mettre les nouvelles technologies. En comparaison, la contrainte est plus forte pour les aéroports français. Mais ces technologies sont aussi disponibles à Roissy-CDG par exemple. Après, on peut faire des aéroports très beaux, mais qui ne sont pas très pratiques du point de vue du passager, et inversement. Si on prend l'exemple de l'aéroport de Madrid, c'est peut-être moins joli, mais c'est un bloc et c'est très efficace pour les passagers. Donc la structure elle-même de l'aéroport peut jouer mais pour certaines technologies comme la biométrie, il n'y a pas de raison de ne pas pouvoir la mettre en œuvre dans les aéroports français. Après, il peut y avoir des contraintes de la place et la coordination des acteurs de la chaîne, qui est propre à chaque pays. Il y a des pays où la coordination est plus fluide que dans d'autres. A l'aéroport

de Zurich, par exemple, nous avons fourni des systèmes de gestion qui permettent d'améliorer énormément le temps de taxi [temps de roulage au sol] des avions. Ils permettent pratiquement de les diviser par deux, ce qui est énorme. Les avions consomment moins de carburant et cela, ce sont des systèmes qui peuvent être mis en place partout. On n'envoie pas l'avion faire la queue si la piste n'est pas disponible et donc on optimise l'ensemble des moyens.

• **Sur l'ensemble du circuit passager, y a-t-il selon vous des domaines sur lesquels il y a des manques ?**

Si on regarde l'ensemble de la chaîne, on voit que plus c'est automatisé, plus les clients sont heureux. Il y a une corrélation extrêmement forte entre l'automatisation, l'autonomie du passager et son niveau de satisfaction. Pour la biométrie par

exemple, il y a eu un quasi-doublement de sa mise en place dans les aéroports en un an et on se rend compte que plus de 90 % des passagers sont satisfaits d'utiliser un système biométrique qui leur permet d'aller plus vite. Cela apporte du confort au passager et il faut aussi rappeler que pour chaque minute de temps gagnée dans les files d'attente, c'est 0,7 dollar de consommation supplémentaire dans les duty-free. Donc pour l'aéroport, d'un point de vue économique, il y a un intérêt à optimiser le système. C'est donc sur les temps d'attente qu'il faut travailler. Les gens supportent de moins en moins de faire la queue. Et c'est bon pour le passager, bon pour l'aéroport et bon pour la compagnie. Parce que plus on embarque vite, plus une compagnie peut améliorer le taux d'utilisation de son avion. Une énorme partie du compte d'exploitation d'une compagnie est liée à l'utilisation d'un avion parce qu'il

est au sol. Les meilleures compagnies low cost parviennent à « tourner » leur avion en quinze minutes, tandis que pour un A380, cela peut prendre soixante-quinze minutes... Il y a un cercle vertueux entre tous les acteurs de la chaîne et c'est là que Sita peut apporter de la valeur.

• **Malgré tout, il y a aussi la problématique de la protection des données et parallèlement la protection de la vie privée...**

Ce que je pense, c'est que, là-dessus, il faut des règles. En Europe, il y a une règle qui impose que si des données passagers biométriques sont capturées, elles doivent être détruites au bout d'un certain temps. Pour un passager qui a fait un Paris-New York et pour qui tout s'est bien passé et qu'il n'y a pas sujet, il n'y a pas de raison de garder ses données biométriques. Il faut qu'il y ait des accords entre États là-dessus.

■ **Propos recueillis par Jean-Baptiste Heguy**

Rejoignez-nous au
SALON DU BOURGET
17-23 JUN 2019
Hall 2B/Stand C185

SABENA TECHNICS
BIEN PLUS QU'UN MRO

sabena
technics

sabena
technics
TAT GROUP

Sabena technics, le partenaire des opérateurs civils et militaires.

Forts de plus de 2800 employés répartis sur 14 sites à travers le monde, nous créons des solutions intégrales, flexibles et personnalisées pour répondre aux besoins de nos clients.

MAINTENANCE CELLULE
CAMO
MAINTENANCE ÉQUIPEMENTS
MODIFICATIONS & MODERNISATION
PEINTURE
CHAÎNE LOGISTIQUE
FORMATION TECHNIQUE

ANALYSE

L'AÉROPORT CONNECTÉ

PAR LES INTERACTIONS AVEC SES PASSAGERS ET LES PARTIES PRENANTES DE LA COMMUNAUTÉ AÉROPORTUAIRE, UN AÉROPORT EST NATURELLEMENT LIEU DE CONNEXION.

L'aéroport est tout d'abord un lieu d'accueil et d'hospitalité du passager aérien où il est proposé à ce dernier de se promener, se détendre, se restaurer, faire des achats, et même visiter des expositions uniques d'art et de culture. Ainsi, pour faciliter le séjour de ses passagers dont le nombre journalier peut dépasser 250 000, un nombre croissant d'aéroports leur propose des services personnalisés, notamment via des médias interactifs. L'aéroport est également un lieu d'activité où l'ensemble de la communauté aéroportuaire – gestionnaire aéroportuaire, compagnies aériennes, services du contrôle aérien, assistants aéroportuaires, opérateurs de cargo,

opérateurs de sûreté, police de l'immigration, services des douanes, services de transport, etc. – se regroupe. A ce titre, il a un rôle de coordinateur interne de l'ensemble des activités de la communauté aéroportuaire qui concourent à la bonne gestion des flux impactant le parcours passager.

Enfin, les aéroports font partie de vastes systèmes d'espaces aériens. Par exemple, en Europe, le CFMU (Central Flow Management Unit) régule le trafic aérien et échange des données

avec les aéroports et d'autres acteurs du transport aérien.

Pour toutes ces raisons, on assiste, via le développement des technologies de l'information, à une explosion des liens d'échanges et de communications des aéroports. Ces nouveaux liens proviennent, d'une part de nouveaux services personnalisés au profit des passagers et, d'autre part, de la multiplication des échanges tant en interne qu'en externe avec l'ensemble du réseau des acteurs aéroportuaires.

JF GARNIER / GRIFFIN AOP

Bornes interactives d'enregistrement à Roissy CDG.



LES LIENS PERSONNALISÉS VERS LES PASSAGERS.

Un grand nombre de liens personnalisés entre les aéroports et leurs passagers s'établissent via les smartphones. C'est déjà le cas des applications pour smartphones des compagnies aériennes à partir desquelles il est possible de s'enregistrer en s'affranchissant de la carte d'embarquement physique, processus impactant la fluidité des flux de passagers. De nombreuses applications des compagnies offrent la possibilité d'effectuer des opérations plus propres telles que l'achat de billets ou le changement de vol. Les exploitants d'aéroport ne sont pas en reste et mettent à disposition des voyageurs leurs propres applications. Celles-ci envoient, par exemple, des alertes pop-up sur le statut de votre vol et vous rappellent le numéro de votre place de parking. Elles servent également de support à leur programme de fidélisation

— une tendance récente comme au sein des aéroports parisiens de Groupe ADP, à London-Heathrow (LHR) ou à Singapore-Changi (SIN). Elles fournissent une multitude de services variés dont certains sont devenus dynamiques, « temps réel » et géolocalisés.

Ainsi, dans les terminaux, le passager muni de son smartphone a le pouvoir d'interagir de façon croissante avec son environnement. Les balises Bluetooth (ou « beacons ») et les tags NFC envoient des publicités et des offres spéciales en fonction de leurs préférences et de leur localisation. À ce titre, l'aéroport international de Miami (MIA) a ainsi déployé plus de 400 balises Bluetooth dans ses terminaux. Ces technologies connectées peuvent fournir une assistance de géolocalisation — utile pour faciliter le parcours dans les grands aéroports, et améliorer l'accessibilité aux personnes ayant des difficultés à s'orienter.

Elles sont, aux côtés d'autres technologies comme la réalité augmentée, particulièrement adaptées pour des passagers en recherche de besoins spécifiques. Elles s'avèrent particulièrement utiles auprès des seniors, en nombre croissant, notamment pour décrypter la signalétique des aéroports. Elle permet en effet l'envoi des indications de direction dans la langue maternelle des passagers sans avoir à changer la signalisation physique de l'aéroport. C'est notamment le cas de l'application Paris Aéroport, qui propose des contenus en français, en anglais, en espagnol, en russe, en chinois simplifié et de Hong Kong, en japonais, en coréen, en allemand, en portugais du Brésil et en italien.

En retour, ces outils de l'Internet des objets (Internet of Things ou IoT) fournissent à l'exploitant d'aéroport ainsi qu'aux autres parties prenantes de la communauté aéronautique des informations précieuses sur

les flux de passagers. Il est même possible de s'affranchir d'une infrastructure dédiée, comme le propose une PME française qui évalue les flux de passagers sur la base des connexions au Wi-Fi public.

Sortir du terminal n'est pas la fin du voyage pour les passagers, qui vont utiliser les applications propres des régies de transport public, des sociétés de taxi et des fournisseurs de service de mobilité (Transportation Network Companies ou TNC) pour rejoindre leur destination finale. Des aéroports travaillent à connecter leurs applications afin de fournir un seul portail de service et de mobilité de et vers l'aéroport. Demain, ces mêmes outils permettront au passager de commander à l'avance depuis son smartphone un véhicule autonome, voire un « taxi aérien » — des moyens de transport qui pourraient être offerts au public dans de grandes métropoles à un horizon de dix à vingt ans.

PARTENAIRE DE VOTRE RÉUSSITE



MRO Services

Quality Services

FAL Integration

Out Standing Work

Industrialization

Manufacturing

Leader de la prestation de services industriels in-situ en aéronautique, AAA intervient auprès des avionneurs, équipementiers et sous-traitants sur des activités de méthode, production, support technique, qualité et maintenance.

AAA Group en chiffres : 230 M€ de chiffre d'affaires, 3500 collaborateurs et une présence mondiale grâce à ses filiales à Hambourg, Casablanca, Doha, Manille, Tianjin, Montréal, Toronto, Mobile, Querétaro.

AAA partenaire de votre réussite depuis 1990
+33 1 48 06 85 85 • direction@aaa-aero.com • www.aaa-aero.com



Retrouvez-nous lors du salon du Bourget du 17 au 23 Juin

**Hall 2b, Pavillon du GIFAS
& Avion des Métiers, stand D39**



Le voyage intelligent

Personnalisation et interactivité au service du passager

L'intégration totale du smartphone et du passager



Télécharger et partager !
www.aerresolutions.com/infographies



Préparation du voyage

Planification

Le passager peut accéder à un large choix d'informations sur les destinations et organiser son voyage selon ses envies.

Achat

Achat du voyage en ligne.

Covoiturage

Outils en ligne permettant de partager le trajet jusqu'à l'aéroport avec d'autres usagers.

Analyse du transport multimode

Comparaison et combinaisons des différents moyens de transport public pour se rendre le plus rapidement possible à l'aéroport en fonction de l'heure de départ.



L'universalité et les capacités du smartphone l'ont transformé en épicerie d'informations et de procédures de voyage, depuis la planification initiale jusqu'au retour.



En chemin

Identification

Le passager s'identifie pour disposer du suivi des informations, du choix des services et des alertes dès l'instant où il quitte son domicile.

Prévision de temps de trajet

Le système communique la durée nécessaire pour rejoindre l'aéroport en fonction du moyen de transport et des embouteillages en temps réel. Dès la sortie du domicile, le système actualise les recommandations de trajet en lui proposant des alternatives.

Alerte en cas de retard du passager

En cas d'incident ayant une répercussion sur le trajet jusqu'à l'aéroport, une alerte est automatiquement envoyée à la compagnie aérienne pour signaler la situation du passager.

Pense-bête

Le passager passe en revue sur son téléphone une liste de points avant le départ (pièces d'identité et documents, médicaments, clés, cartes, argent, etc.).

Places libres de stationnement

Le système indique les places libres dans les parkings de l'aéroport et propose une zone de stationnement précise en fonction du prix ou de la distance jusqu'à terminal.

Robot de stationnement

Le passager laisse son véhicule dans le parking et un robot le déplace pour le garer tout en lui envoyant un message sur son portable pour lui fournir la clé de paiement et le code lui permettant de venir le récupérer.



Aéroport

Le parcours à suivre

Une fois sur place, le système indique le parcours à suivre pour se rendre où il désire dans le terminal (porte d'embarquement, toilettes, services de police, etc.). Une application de réalité augmentée permet également de le guider visuellement à l'intérieur du terminal.

Robot porte-bagages

Faire appel aux services d'un robot porte-bagages depuis son portable, robot qui se rend tout seul à l'endroit où se trouve le passager pour lui permettre de déposer ses valises dans un compartiment sécurisé. Le smartphone et le robot se synchronisent pour que ce dernier suive le passager dans tous les déplacements au sein du terminal.

Suivi des dispositifs

Sans les identifier, le système localise les smartphones lorsqu'ils pénètrent dans l'aéroport pour suivre le mouvement des personnes. Il effectue une analyse prédictive en matière de sécurité mais aussi une analyse des besoins de ressources éventuelles.

Suivi du passager

Si le passager accepte d'être identifié, le système lui propose un environnement personnalisé et lui envoie des messages adaptés en fonction de l'endroit où il se trouve.

Reconnaissance biométrique

Pour se déplacer librement, lecture du passeport et de la carte d'embarquement, puis photographie du visage par reconnaissance faciale. Cela permet d'éviter de présenter de nouveau les documents d'identité.



Les clés du succès de l'expérience numérique du passager

01/

INNOVATION

Les dispositifs évoluent très rapidement. Les aéroports doivent intégrer les nouvelles technologies qui ne cessent d'apparaître sur le marché. Les utilisateurs le font déjà.

02/

PLATEFORME DE CHÂÎNES

Les aéroports doivent proposer divers autres canaux pour minimiser les risques de perte de connectivité. La plateforme de chaînes assure la continuité de l'expérience du passager dans l'aéroport.

03/

INTERACTIVITÉ

Les passagers actuels s'attendent à trouver des interfaces interactives et ne sont plus intéressés par les applications passives qui se limitent uniquement à leur fournir des informations. Ils veulent interagir.

04/

TRANSITION

Quelques services sont disponibles mais ils ne sont pas intégrés à la plateforme globale et ne sont pas utilisés.



aertec
SOLUTIONS

aerospace & aviation

EUROPE
LATAM
MIDDLE EAST
UNITED STATES

www.aertecsolutions.com



Embarquement

Porte d'embarquement automatique

Grâce à son smartphone, le passager est totalement identifié et dispose de toute la documentation nécessaire à son vol. La porte d'embarquement automatique interagit avec le téléphone et laisse le passager accéder à l'avion.

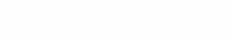
Embarquement automatique

L'ordre d'embarquement s'affiche à l'écran du smartphone en indiquant au passager à quel moment il doit monter dans l'avion.

Temps d'attente moyen

Le passager peut consulter sur son téléphone portable la durée d'attente moyenne dans les files qui se forment à tout moment (embarquement, contrôle de sécurité, enregistrement, etc.) et disposer ainsi d'une estimation plus précise du temps disponible.

Check in OK!



Dans l'avion

Connectivité à bord

La connexion haut débit destinée aux passagers est progressivement mise en place pour disposer d'une gamme personnalisée de services et pour recevoir des alertes pendant le vol.

Siège intelligent

Dès que le passager se rapproche de son siège, il est reconnu par le système et l'environnement se personnalise selon ses expériences précédentes : position du dossier, éclairage, aération, etc.

Messages de l'équipage

Les consignes de sécurité habituelles et les messages de l'équipage sont accessibles depuis son propre dispositif mobile.

Accès aux données du vol

La vitesse, l'altitude, la température extérieure, le parcours, la météo, etc. seront accessibles sur les smartphones connectés au réseau à bord. Il sera également possible d'accéder aux caméras extérieures de l'avion.

Chaînes de divertissements

Les avions proposent un large choix de divertissements accessibles depuis chaque dispositif mobile. L'identification de l'appareil utilisé permet également d'effectuer directement des achats à bord.



Au retour

Récupération des bagages

Le téléphone portable du passager enregistre un code de récupération des bagages obtenu dans l'aéroport de départ, qui permet au passager de reconnaître ses valises et effets personnels en cas de doute.

Récupération du véhicule par un robot

Le passager rapproche son téléphone portable du robot de stationnement et celui-ci se charge de lui rapporter sa voiture. Le paiement est automatique.

Confidentialité

De retour chez lui, le passager peut supprimer toutes les données et tous les paramètres personnels sauvegardés depuis le début de son voyage, ou bien il peut les enregistrer pour de futurs voyages.



L'information est transférée sur les supports en fonction des préférences du passager

FERT ENTRE DISPOSITIFS

que processus ou service
le tout au long du voyage
voir être transféré et accessible
usieurs dispositifs ou
mes de manière transparente
isée.

Dans une plus grande fluidité du parcours passagers, plusieurs aéroports et compagnies aériennes ont déployé des technologies de reconnaissance faciale afin de simplifier le parcours passagers. Par exemple, Delta Air Lines emploie des portiques de reconnaissance faciale à Hartsfield-Jackson Atlanta International Airport (ATL) pour vérifier l'identité à l'embarquement des vols internationaux sans recourir au contrôle des cartes d'embarquement et des passeports. La biométrie sera déployée dans un futur proche sur d'autres étapes du parcours. En 2018, Sita a présenté une suite de solutions pour l'enregistrement, la dépose bagages et l'embarquement utilisant la même base de données. A court et moyen termes, les solutions biométriques réduiront les temps d'attente et augmenteront l'automatisation des processus de contrôle et d'identification.

Le franchissement des frontières sans contrôle physique des passeports est déjà une réalité, notamment en France avec le système Parafé, lancé dans les années 2000 par les équipes des aéroports de Paris-Charles de Gaulle (CDG), Paris-Orly (ORY) et Marseille Provence (MRS). Les passagers de l'Union européenne disposant d'un passeport biométrique présentent désormais ce document à l'entrée du sas, puis confirment leur identité à l'aide de la reconnaissance faciale.

Aux Etats-Unis, le programme Global Entry offre un service comparable à 75 aéroports internationaux – dont certains à l'étranger. Pour les personnes ne souscrivant pas à ce service, Mobile Passport Control (MPC) permet d'effectuer depuis son mobile les opérations précédant le contrôle physique par l'agent de l'immigration et de s'affranchir de la file d'attente en amont des kiosques Automated Passport Control (APC). En matière d'inspection filtrage, peu d'évolutions se sont produites depuis les attentats du 11 septembre 2001. Néanmoins, l'état réel de la me-

nace terroriste et les nouvelles technologies laissent entrevoir une nouvelle génération de processus avec peu de temps d'attente, où le passager marchera dans un corridor de capteurs et ne devra s'arrêter qu'en cas de doute. Aux Etats-Unis, la Transportation Security Administration (TSA) travaille avec l'industrie à leur émergence.

LA CONNECTIVITÉ, INDISPENSABLE À UNE MEILLEURE GESTION DES FLUX.

Un aéroport est un gestionnaire de flux de passagers, d'avions, de bagage et de véhicules dont la fluidité est consubstantielle à son efficacité. Historiquement, la première activité de gestion des flux sur les aéroports était concentrée autour de la gestion

des opérations d'assistance en escales et des opérations aériennes. C'est ainsi que, sur les grandes plateformes aéroportuaires, la gestion des opérations d'assistance en escale n'est plus effectuée au sol. Du centre de contrôle du hub (CCH) d'Air France à Paris-CDG à celui de l'assistant AeroDarat à Kuala Lumpur (KUL), on re-



trouve une organisation semblable : un suivi et une coordination effectués depuis une salle de contrôle en coordination avec les agents sur le terrain. Un même superviseur suit le traitement de plusieurs aéronefs, et la coordination et la prise de décision ne dépendent plus uniquement d'information visuelle, mais sont assistées par des indicateurs opérationnels, facilitant le suivi de la performance et les communications avec les opérations aériennes des compagnies clientes. Ce suivi des opérations d'assistance en escale nécessite un recours croissant à des technologies de l'information et d'intelligence artificielle. Il requiert également une connectivité croissante avec d'autres acteurs du traitement de l'avion que sont les services du contrôle aérien ainsi que les centres de gestion des opérations aériennes, qui suivent, en temps réel le déroulé des vols.

C'est ce besoin, partagé des compagnies aériennes, des ser-

vices aéroportuaires ainsi que des services du contrôle aérien, d'assurer le suivi du statut d'un vol qui a conduit à la mise en œuvre de l'Airport Collaborative Decision Making (A-CDM). Ce concept repose sur le partage en temps réel des informations impactant l'ensemble des vols d'un aéroport. En résumé, l'A-CDM permet la gestion des vols sur la base du statut réel du vol et non d'un programme établi à l'avance – dont s'écarte nécessairement la réalité du terrain. Un tel processus impose aux acteurs des opérations en temps réel d'utiliser un langage commun, de mettre à jour le statut des vols et des capacités en continu, et de travailler en mode collaboratif pour mieux anticiper, prévenir et résoudre les conditions dégradées. L'A-CDM nécessite notamment une plateforme transparente d'intégration et de mise à disposition de l'information augmentant la « connectivité » de l'aéroport.

Aujourd'hui, eu égard à la taille de certains aéroports, il n'est plus possible de gérer les vols sans tenir compte de la fluidité des flux de passagers dans les terminaux, des bagages dans les trieurs à bagage, des véhicules sur la plateforme aéroportuaire. L'objectif de lier l'ensemble des flux de l'écosystème aéroportuaire a conduit au concept de Total Airport Management (TAM), lui-même supporté par un Airport Operations Center (Apoc) intégré et connecté. L'Apoc peut être vu comme un centre de d'anticipation, de supervision et de décision regroupant l'ensemble des acteurs aéroportuaires – notamment les compagnies aériennes, le gestionnaire aéroportuaire, les services du contrôle aérien, les services de transport, et les services de police et d'immigration qui vont anticiper et suivre en temps réel l'état des flux aéroportuaires avec le support d'imagerie et de données collectées par des senseurs.

L'utilisation de senseurs va bien au-delà des opérations au sol, ou au contact des opérations essentielles que sont l'enregistrement, les contrôles d'immigration et de sûreté ainsi que la porte d'embarquement. Ainsi, les systèmes de balisage aéronautique ou Airfield Ground Lighting (AGL) sont surveillés et pilotés depuis des postes de contrôle qui peuvent interroger individuellement les feux, offrant un niveau de suivi et de sécurité exceptionnel. L'état des chaussées aéronautiques en période hivernale peut être vérifié à l'aide de capteurs, facilitant la gestion des opérations de traitement et de déneigement des voies de circulation et des pistes. En croisant la température des revêtements et les prévisions météorologiques, il est possible de construire une stratégie plusieurs heures avant que les conditions de verglas ou la chute de neige ne se produisent.

De la même façon, des senseurs de type radar ou caméra

ADS-B Mandate 2020 : It's time to upgrade !

AEROTEC and GARMIN have the Solution you need...



Turn-Key Avionics Solutions in Blagnac

Contact us : contact@aerotec.fr & aviaionsales.europe@garmin.com

GARMIN

Un sas Parafe au terminal 2E de Roissy CDG.



sont aujourd'hui à même de détecter la présence de corps étrangers ou Foreign Object Debris (FOD) sur les pistes. Des plots radars de la navigation aérienne – et demain du transfert de données de l'avion vers l'aéroport –, on déduit le profil de décélération des avions sur la piste. Les agents côté pistes disposent de solutions permettant de reporter un événement aux parties concernées en quelques clics.

En Suède, depuis 2015, les mouvements d'avions à l'aéroport d'Örnsköldsvik (OER) sont contrôlés depuis l'aéroport de Sundsvall-Timrå (SDL), éloigné de 125 km, grâce à un système Remote Tower (rTWR) basé sur des capteurs, une liaison sécurisée des données, et un environnement virtuel de contrôle. Les Remote Tower Centres (RTC) renforceront la sécurité sur des aéroports à faible trafic ne disposant ni de tour de contrôle ni de service AFIS H24. Encore, les technologies développées pour les RTC pourraient aboutir à des outils de réalité augmentée pour améliorer l'environnement du contrôleur, et renforcer la sécurité et la résilience des services fournis par les tours « classiques ».

DES ÉCHANGES D'INFORMATION POUR UNE PLUS GRANDE SÉCURITÉ ET UNE MEILLEURE GESTION DES VOLS.

L'aéroport est historiquement une infrastructure connectée avec l'avion. Très tôt dans l'histoire de l'aviation commerciale, des tours de contrôle ont fourni des services de coordination des vols et de navigation aérienne aux équipages via la radiophonie. Dans les années 2000, le Controller-Pilot Data Link Communications (CPDLC) a introduit la première véritable innovation dans les communications entre les pilotes et le contrôle aérien, avec l'échange des informations et des consignes sous forme de messages pouvant s'afficher dans le cockpit, et non plus unique-

PHOTO: AIRPORTS ET AÉROPORTS

ment à travers des communications orales.

Dans le domaine des compagnies aériennes, Sita a été créé en 1949 avec pour objectif de développer les réseaux de communication au service des compagnies aériennes. Sabre a fourni, dès les années 1960, des systèmes de gestion des réservations automatisés.

La nécessité de suivre globalement en temps réel le statut des vols ont conduit les grandes entités de gestion de la navigation aérienne Eurocontrol, la FAA aux États-Unis, la DECEA au Brésil et la GCAA aux Émirats arabes unis à partager les informations de vol en temps réel pour les besoins de l'ATFM, augmentant le niveau de connaissance de l'état des vols et donc la prédictibilité du trafic et la ponctualité.

L'indispensable connaissance des flux pour informer les passagers sur le temps d'attente, anticiper les phénomènes de congestion, mieux gérer les ressources en fonction de la demande, et in fine améliorer l'expérience client, a conduit la création d'Apoc, qui multiplie les connexions entre les acteurs de la communauté aéroportuaire, mais également avec des senseurs répartis sur l'ensemble de l'aéroport.

La montée en puissance des technologies connectées facilite de manière croissante le parcours passagers, fluidifie les flux et optimise l'usage de la capacité dans les terminaux et dans les airs. Ces échanges sont notamment facilités par l'Internet des Objets – connectant les utilisateurs et les capteurs – et la 5G – supportant les grands flux de données sans fil.

Aujourd'hui réservées aux plus grandes plateformes, elles seront, dans un avenir proche, plus accessibles aux aéroports régionaux, voire aux aéroports de proximité et d'aviation générale, avec des solutions adaptables à la taille et au trafic (dites « scalables »). En 2015, le directeur exécutif de l'aéroport régional de Tupelo (TUP) présentait au TRB Annual



Déposes de bagages automatiques à Roissy-CDG.

Meeting une solution connectée très bas coût (quelques centaines de dollars) développée en interne et utilisant le réseau GSM pour envoyer automatiquement par SMS des Notam et des informations à la communauté des pilotes, ainsi que des messages d'état des générateurs de secours et des systèmes de suppression des incendies à l'encadrement de l'aéroport – démontrant qu'il est possible d'être connecté en dépitant peu.

Ce foisonnement de communications point à point (voir figure 1) entre les acteurs du transport aérien multiplie, complexifie le nombre de communications possible en même temps qu'il en fragilise l'intégrité. Ce sont ces éléments qui ont conduit l'Union européenne et la FAA à proposer, à travers le projet Swim (System Wide Information Management), la mise en place d'un réseau de communication et d'échange entre les différents acteurs du transport aérien qui concourent à la sécurité, ainsi

qu'à la gestion des vols. Dans l'avenir, il sera même possible d'imaginer des connexions du passager à ce réseau.

Il est évident qu'au travers de ce réseau externe dont l'élément central est l'avion, l'aéroport multiplie ses capacités de connexions et d'échanges d'informations avec l'ensemble des acteurs du monde du transport aérien.

Comme on l'a vu, l'amélioration de l'accueil et du parcours passagers, des capacités aéroportuaires, de la sécurité, de la sûreté, de l'efficacité et des performances de l'aéroport suppose une nécessaire transformation numérique qui s'appuie sur des échanges de données de plus en plus fréquents, proches du temps réel et des algorithmes apprenants.

Cependant, le recours croissant aux technologies de l'information et de communication est également source d'augmentation du risque de cybersécurité pour les aéroports. La collecte et l'échange de données via des réseaux ouverts signifient plus

d'opportunités pour des organisations criminelles ou terroristes et des acteurs étatiques aux intentions hostiles de pénétrer les bases de données et de porter atteinte à l'intégrité des réseaux et des systèmes.

D'où la nécessité pour l'aéroport connecté de protéger ses systèmes d'information et d'échanges en mettant en place des plans efficaces qui permettent une augmentation continue de sa cybersécurité. Il est d'ailleurs symptomatique que lors de la dernière Air Navigation Conference (ANC) de l'Organisation internationale de l'aviation civile (OACI), la quasi-totalité des sujets ait abordé des éléments sur la cybersécurité, preuve de la réalité de cette menace et de la prise de conscience des autorités et de l'industrie.

Marc Houalla, directeur de l'aéroport de Paris-CDG, groupe ADP, marc.houalla@adp.fr ; Gaël Le Bris, Senior Aviation Planner et Technical Principal, WSP USA, gael.le-bris@wsp.com





Par Greg Cellier

AUX COMMANDES DE L'AIRBUS A330neo

Le rendez-vous pris avec Airbus pour fin mars arrive bien vite, comme les beaux jours, et nous partons sur une de ces fameuses journées-marathons dont Airbus a le secret afin de pouvoir tester le dernier-né de la gamme du constructeur européen et d'évaluer ce qu'il apporte sur le marché.

Le contexte est, il faut le rappeler, un peu particulier. En effet, même si la reprise dans l'aérien se fait sentir, la crise des gilets jaunes aura entaché ce début d'année 2019, les compagnies low cost long-courriers souffrent et certaines, à l'instar de Primera Air et WOW, tombent, alors que depuis à peine quelques jours le concurrent direct d'Airbus se trouve au centre d'une polémique après la perte de deux appareils de nouvelle génération.

Le matin, nous retrouvons comme d'habitude une première équipe pour des briefings commerciaux, puis techniques, sur la machine, et, en fin de matinée, nous faisons la connaissance de l'équipe des navigateurs d'essai qui nous briefent pour le vol de l'après-midi.

CREDIT PHOTOS: AIRBUS



Même cockpit mais nouvelles fonctionnalités.

L'A330neo... UN NOUVEL AVION INTÉGRÉ AU SEIN DE LA FAMILLE AIRBUS.

Les questions sont simples et ont été abordées de la sorte par le constructeur, nous explique Crawford Hamilton, à la tête du marketing et des relations clients pour la famille A330 : quels sont les modules complémentaires à même de répondre aujourd'hui aux besoins du marché en y apportant innovations et réduction de coûts ?

En développant l'A350, Airbus est venu concurrencer directement le Boeing 777-300ER.

En reprenant complètement l'A330, déjà un gros succès commercial, et en développant les A330neo 800 et 900, Airbus vise le cœur du marché des long et très long-courriers de 260-330 sièges qui sont des modules très demandés, car particulièrement adaptés à la demande. Il s'attaque ainsi directement au Boeing 777-200ER bien ancien et au 787-9.

Pour ce faire, le projet A330neo s'est articulé autour d'un nouveau moteur Rolls-Royce Trent 7000 développant de 68 000 à 72 000 livres (lb) de poussée, avec une soufflante 15 % plus large que celles des moteurs de l'A330 classique (Trent 700), un taux de dilution doublé et incorporant les toutes dernières technologies de la famille Trent XWB ; tout cela permettant un gain carburant de 11 % comparé à l'A330 classique.

Ensuite, Airbus a développé une aile entièrement nouvelle augmentée de 4 m pour atteindre 64 m d'envergure (code E pour les passerelles aéroportuaires) développée sur la base d'un profil rapide avec des sharklets proches de celles du 350, des bords internes et des ferrures de volets mieux intégrés au profil. Cette aile est une merveille aérodynamique et elle permet en outre un gain de carburant de 4 % (sur un trajet établi de 4 000 nm par rapport à une aile d'A330 classique).

Pour intégrer ces différences majeures, un gros travail a été réalisé par les équipes de conception et d'essai Airbus, le résultat offrant une réduction conséquente de 12 % de consommation par vol par rapport à l'A330 classique (comparaison avec l'A330 classique équipé de Trent 772B) ce qui, ramené à l'échelle d'une flotte, permettra d'importantes économies de carburant. En comparaison, ces consommations par voyage sont même en deçà des chiffres du 787-9, cela avec plus de passagers (287 sièges en configuration triclassée).

Le poste de pilotage de l'A330neo, malgré un look typique A330, bénéficie des avancées et fonctionnalités du poste de l'A350. Sont proposés deux dispositifs tête haute en option et en termes de capacité, les derniers développements en termes de précision de navigation, permettant, entre autres, de nouveaux types d'approches (RNP-AR), un système d'anticollision

avancée (AP/FDTCAS), un système de prévention de sortie de piste (Runway Overrun Prevention), et un Electronic Flight Log bénéficiant de la connectivité du poste pour transmettre des informations en temps réel sur le suivi de la navigation sont présents sur les A330neo.

Aussi le suivi des machines pour leur maintenance se trouve révolutionné par les systèmes FDIR (Flight Data Instruction and Maintenance Unit) et Fomax (Flight Ops and Maintenance Exchanger), qui permettent un dialogue et un envoi automatique de 40 000 paramètres et plus de 30 GB par vol, cela grâce à une connexion en temps réel en tout point du globe, ainsi que la maintenance prédictive la plus fine possible et l'optimisation des opérations aériennes par amélioration des performances d'une flotte.

François Kubica, ingénieur en chef A330/340, nous explique qu'en plus de ces modifications

INNOVATION BOOSTER

PAINTS & SPECIAL COATINGS SYSTEMS EXPERT IN AEROSPACE & DEFENSE SOLUTIONS WITH HIGH TECHNICAL CONTENT



HIGH TECHNICAL SOLUTIONS

- Nacelles and Engines
- Wheels and Landing gears
- Interior cabin
- Fans, Rotor blades & Radomes



ADVANCED ECO-FRIENDLY SOLUTIONS

- Chromate Free
- Waterborne
- High Solid V.O.C compliant



SERVICE & INTERNATIONAL PRESENCE

- Fulfilling local needs
- Technical assistance
- Customer training



MOST OF OUR PRODUCTS ARE QUALIFIED BY THE MOST PRESTIGIOUS OEMs SUCH AS:

Thales, Airbus Group, UTC Group, Safran Group, Liebherr Aerospace, Honeywell

Mäder Aero

part of

socomore



Les lois de « dérotation » de l'A330 classique ont été modifiées, afin de présenter le maximum de communauté avec l'A350.

une chasse au poids a permis d'alléger au maximum la structure, en utilisant plus de composite pour les portions de fuselage et en travaillant sur un nouvel intérieur et une nouvelle cabine compensant les modifications d'intégration de la nouvelle aile et des nouveaux réacteurs et l'arrivée d'un train d'atterrissage (train principal et roulette de nez renforcés) plus robuste et résistant, mais aussi plus lourd.

Tout cela permet un gain de plus de 9 tonnes de masse maximale au décollage pour amener l'A330-900 à 251 t en gagnant au passage 650 NM d'autonomie.

L'appareil MSN 1967 consacre ses essais sur ce point et sera le premier avion de production à "251 t" de masse maximale au décollage, soit 9 tonnes de gain avec une certification attendue pour mi-2020.

De plus, dès le départ, les équipes Airbus ont conduit leurs essais en travaillant comme les compagnies utilisant le concept

d'Airline 1, qui avait été utilisé sur le programme A350 : tous les vols d'essai ont été effectués dans un environnement opérationnel de type compagnie aérienne, afin de s'assurer de la maturité et de la disponibilité des machines au plus près des situations réelles.

Le programme A330neo, lancé en 2014, aura vu les premiers vols des trois A330-900 d'essai en octobre 2017 pour une certification Aesa acquise le 26 septembre 2018 en 1400 heures de vol.

L'A330-800neo, dont le premier vol a eu lieu le 6 novembre 2018 (par le MSN 1888), est en fin de phase de certification, celle-ci étant attendue pour le deuxième semestre 2019. Pour l'instant, plus de 160 heures d'essai ont été effectuées, soit la moitié du programme en vue de la certification.

En parallèle, cinq A330-900neo ont été livrés au premier client, la compagnie portugaise TAP, qui a commencé à les opérer dès le 20 mars 2019 au départ de

Lisbonne vers le Brésil (São Paulo, Salvador, Belo Horizonte). A ce jour, plus de 300 vols commerciaux et plus de 2500 heures de vol ont été effectuées sur A330-900neo, la première machine livrée (MSN 1836) totalisant plus de 140 vols commerciaux en plus de 1300 heures de vol.

Les machines sont utilisées en moyenne douze heures par jour (très intéressant en opérations long-courrier) et les résultats permettent de valider les données de gain en carburant ainsi que la disponibilité des avions, gage de la maturité du programme.

Le carnet de commandes se remplit vite et les premiers clients, TAP, Delta, Aircalin, AirAsiaX, Garuda, Air Sénégal, Arkia, Kuwait Airways, pour ne citer qu'eux, commencent à voir leurs machines sortir des chaînes d'assemblage d'Airbus. Les compagnies de leasing ne sont pas en reste et vont placer leurs A330neo chez de nombreux clients : Corsair, Azul, Lion Air, Hifly, Air Mauritius et RwandAir, pour ne citer qu'eux.

On peut imaginer que d'importants contrats ne manqueront pas d'être signés en juin prochain à l'occasion du Salon du Bourget...

BRIEFING

Il est maintenant temps de retrouver notre équipage pour ce vol dans la grande salle de conférences, à la Rotonde, bâtiment des équipes d'essai en vol Airbus.

Thierry Bourges, qui devait être notre commandant de bord, se pose à peine d'un vol d'essai et ne pourra repartir avec nous. Il prend néanmoins quelques minutes pour répondre à mes questions concernant les commandes de vol, dont il s'est occupé sur le programme.

Les modifications majeures de l'A330neo (nouveaux moteurs plus lourds, nouvelle aile) ont nécessité un travail particulier sur les commandes de vol électriques afin de conserver les caractéristiques de la série A330.

Thierry Bourges m'explique que le travail a consisté à affiner les lois des commandes en tangage



OUR EXPERTISE RUNS DEEP

Intervenant incontournable dans le domaine de la mécanique de précision et de l'usinage de métaux durs, **Nexteam Group** s'appuie sur l'expertise de ses entreprises acquises de générations en générations pour garantir un modèle fiable et authentique tourné vers l'innovation.

De l'Engineering jusqu'aux Services, **Nexteam Group** répond aux besoins spécifiques des acteurs de l'aéronautique, du spatial et de la défense.



NEXTEAM
GROUP

11 SITES DANS
LE MONDE

4 PAYS

1500 EMPLOYÉS

 **ASQUINI-MGP**
NEXTEAM GROUP

 **GENTILIN**
NEXTEAM GROUP

 **SOFOP**
NEXTEAM GROUP

 **MP SUD**
NEXTEAM GROUP

 **MECAFI**
NEXTEAM GROUP

 **NEXTEAM GROUP**
POLSKA

 **NEXTEAM GROUP**
ROMANIA

 **NEXTEAM GROUP**
HARDC

WWW.NEXTEAM-GROUP.COM

et roulis sur certaines phases de vol et que le résultat est à la hauteur des espérances avec un comportement semblable à l'A330 classique et une précision accrue.

Pour empêcher les *tail strikes*, une protection en boucle ouverte a été insérée dans le logiciel des commandes de vol et, incorporant des bénéfices de l'A350, les lois de « dérotation » de l'A330 classique ont été modifiées, afin de présenter le maximum de communauté en termes de sensations de pilotage.

Notre équipage nous rejoint pour une collation et notre *captain* aujourd'hui sera Thomas Wilhelm, pilote d'essai Airbus,

assisté par Jean-Philippe Cottet, ingénieur navigant d'essai avec lequel j'avais volé à plusieurs reprises, et par Laurent Girard, lui aussi ingénieur d'essai. Nous accompagnerons sur les quelques sièges passagers de notre A330-800neo MSN 1888 François Kubica, Jens Flottau, chef d'édition au magazine *Aviation Week*, Max Kingsley-Jones, éditeur du magazine *Flight Global*, Martin Fendt, en charge de la communication presse chez Airbus, ses collègues du service communication, Marie Caujolle et Amélie Tonton, et Alexandre Doumenjou, qui se chargera des images... nos évo-



lutions seront donc bien « monitorées ».

Thomas Wilhelm anime avec ses ingénieurs le briefing du vol et tout est passé en revue : la masse à vide de 134 800 kg de notre machine sera complétée par 48 000 kg de carburant pour une masse au décollage de 182 500 kg (300 kg de roulage et APU) avec un centrage à 32 %. Nous anticipons un décollage en piste 32L sèche à Toulouse-Blagnac en configuration volets 2 avec une poussée Flex et une température fictive de 50 °C (abaisser le N1 de décollage afin, entre autres, de préserver du potentiel moteur) avec des vitesses V1 (vitesse de décision au décollage) de 137 kt, VR (vitesse de rotation) de 137 kt et V2 (vitesse de sécurité au décollage) : de 145 kt.

Au programme, après les mises en route, le roulage, le décollage et la montée sur zone, nous effectuerons des évolutions pour

vérifier la maniabilité et le comportement général de la machine. Nous accélérerons vers la Vmo (vitesse maximale en opérations) de 330 kt et réduirons en utilisant les aérofreins (ici les spoilers situés sur l'extrados des ailes), tout en évoluant, puis continuerons à décélérer en lisse sous VLS vers Alpha max, pour vérifier que cette vitesse soit la vitesse minimale que l'avion puisse atteindre en loi de commandes de vol normale et que le système Alpha Prot protège bien la machine des décrochages sous fortes incidences. Puis nous effectuerons la même chose en configuration approche et vérifierons la capacité de l'avion à réaccélérer rapidement.

Nous rentrerons alors sur Toulouse pour y faire une approche aux instruments et vérifier le comportement dans le domaine d'utilisation classique de la machine, un atterrissage. Nous roulerons au point d'arrêt de la piste



www.iBASEt.com



RENCONTRONS-NOUS AU SALON DU BOURGET - 17 AU 23 JUIN 2019 - HALL 4, STAND B86

COMPLEX
IS
SIMPLE
with iBASEt⁽¹⁾

iBASEt EST UN FOURNISSEUR MONDIAL RECONNU de solutions logicielles appliquées à l'industrie aéronautique qui assurent la transformation digitale et qui apportent de la valeur ajoutée tout au long de la supply chain.

LA SUITE DE LOGICIELS iBASEt offre des solutions de production (MES), de contrôle qualité et de maintenance, réparation et révision (MRO), améliorant la productivité, l'efficacité et la performance de vos opérations.

EN VÉRITABLE ALLIÉ STRATÉGIQUE, iBASEt aide les industries hautement réglementées à se tourner vers l'avenir et à répondre avec simplicité aux exigences les plus complexes.

DIGITAL SOLUTIONS for AEROSPACE MANUFACTURING⁽²⁾

(1) - La complexité c'est simple avec iBASEt (2) - Solutions logicielles pour la fabrication aéronautique

32L pour un nouveau décollage suivi d'un tour de piste à vue, les conditions météo nous le permettant, et nous terminerons par un atterrissage complet, pour rouler ensuite vers notre point de stationnement.

Thomas Wilhelm insiste particulièrement sur les aspects de sécurité de chaque phase de vol, les plus critiques étant les atterrissages et décollages.

Briefing terminé. Nous nous dirigeons vers le MSN 1888 que nous trouvons juste au pied de la Rotonde préparé par les équipes de piste Airbus et prêt à nous accueillir.

La prise en compte de l'avion est rapide et nous faisons ensemble un tour intérieur.

La machine est appareillée en équipements d'essais et seul l'avant avec cinq rangées centrales de sièges, une partie galley et une toilette nous ramènent à un avion de ligne.

Le poste est quasiment identique à celui d'un A330 classique et très proche d'un cockpit de série A320.

Je m'installe à gauche et retrouve vite mes repères, hauteur de siège et d'accoudoir compris. Thomas Wilhelm m'explique la manière dont nous allons procéder, qui n'est pas la méthode de travail utilisée en ligne.

DEPART

Nous insérons ensemble les paramètres du vol dans le FMS : départ, arrivée, route avec deux points de la zone dans laquelle nous sommes censés évoluer, niveau de vol FL220 prévu ainsi que les masses avion et carburant déterminant notre masse maximale au décollage, nos vitesses caractéristiques et le type de montée initiale que nous souhaitons suivre (ici un départ anti-bruit pour les zones proches du seuil de piste).

Nous passons ensuite au guide avant-mise en route que je suis, puis Thomas Wilhelm lit la checklist avant-mise en route à l'ECAM et, confirmant avec l'agent sol que toutes les procédures de départ ont été effectuées et autorisés par le contrôle, je relâche le frein de parc et nous débuts repoussage et mise en route du moteur numéro 2 (moteur de droite) puis du moteur numéro 1 (à gauche).

Les mises en route sont tout à fait standards et, hormis des températures différentes pour ce qui est de l'EGT et quelques détails, on pourrait se croire dans un A330 classique.

Configurés volets 2 avec checklists après mise en route et avant roulage effectuées, tracteur et barre de repoussage retirés et nous sommes autorisés à rouler jusqu'au seuil de la piste 32L. Les sensations au tiller sont en tous points similaires à l'A330

classique et la position du poste est moins haute que celle que nous avions en A350; aussi, la longueur de l'A330-800 (58,82 m) ne nécessite pas de survirage pour les virages de 90 degrés et plus d'angle.

EN VOL.

Checklist avant décollage et briefing de sécurité effectués, parés au départ, nous nous alignons et prévenons la cabine du départ imminent.

J'avance souplement les manettes de puissance, passe le premier cran et les emmène dans le cran de poussée Flex. Je lis le FMA (Flight Mode Annunciator situé en partie haute de mon Primary Flight Display) et contrôle latéralement la machine aux palonniers pendant la course au décollage. 100 kt défilent en une vingtaine de secondes et, à V₁, j'enlève mes mains des manettes de puissance, car à partir



Je lis le FMA situé en partie haute de mon PFD.

VITRINE DE L'INDUSTRIE DU FUTUR

PERFORMANCE ET SÉRÉNITÉ AU SERVICE DES DÉFIS DE L'AÉRONAUTIQUE



USINE DE SAINT-OVEN-L'AUMÔNE (91) LABELLISÉE PAR

COMPOSANTS
DE STRUCTURE

FIXATIONS

FABRICATION
ADDITIVE

Nous atteignons l'altitude de transition.



de ce point nous volerons même si une panne moteur intervient. AVR (vitesse de rotation) j'affiche 15 degrés d'assiette avec une cadence de 2 à 3 degrés par seconde et je peux tout de suite constater la facilité d'afficher des ordres en tangage via le mini-manche. Revenir à un mini-manche de type Airbus, alors qu'actuellement je travaille avec un volant, n'est pas vraiment déroutant et j'apprécie la facilité de contrôle offerte.

Thomas Wilhelm rentre le train et, à 1500 ft/sol, la poussée est réduite à un régime Climb (CLB) et nous poursuivons la montée entre V2 + 10 et V2 + 20 vers 3000 ft/sol où nous accélérons pour rentrer les volets. Une fois lisse, nous reprenons la montée et j'appelle la check-

list après décollage, que Thomas effectue.

Nous atteignons l'altitude de transition et passons nos trois altimètres au standard, alors que je continue à piloter à la main.

Les ordres en tangage sont un plaisir au mini-manche et le trim automatique maintient ensuite l'attitude. Les mise en virages et virages sont sans surprises et sans effets induits.

Je trouve les sorties de virages plus précises que dans mon souvenir des commandes de vol Airbus, la discussion avec Thierry Bourges me revient alors à l'esprit.

Je stabilise au FL220 à 250 kt et, une fois dans les zones de Papiers, sous contrôle essais, je commence des virages pour prendre l'avion en main.

Le comportement en roulis est aussi très souple avec, au-delà de 33 degrés, un retour à cette inclinaison lorsque je lâche le mini-manche. Les virages de 45 degrés et plus nécessitent une attention plus soutenue, mais l'autotrim est une aide précieuse pour la précision de pilotage.

Les sorties de virages sont précises, si on anticipe en fonction de l'inclinaison choisie et du défilement des caps.

Les virages enchaînés et les renversements de sens de virages sont un plaisir et ne posent aucun souci.

Thomas Wilhelm m'affiche alors une vitesse de 330 kt (ou M.86 MMO) qui est la vitesse/Mach maximale en opérations.

Je poursuis les virages dans ce

régime de vol sans différences sur les sensations de pilotage ni sur la précision.

Afin de régresser en vitesse, j'utilise alors les aérofreins en tirant la manette à fond en arrière, ce qui a pour effet de lever des paires de spoilers sur l'extrados des ailes.

Un léger buffeting nous indique la sortie de ceux-ci sans autres effets et la vitesse chute très vite vers 250 kt.

J'enclenche le pilote automatique et commence alors une descente réduite vers le FL180 pour vérifier les protections de la machine en basses vitesses.

Pour ce faire, nous allons vérifier l'utilité du système Alpha Protection (Alpha étant l'angle d'incidence), qui empêche l'incidence d'atteindre des valeurs

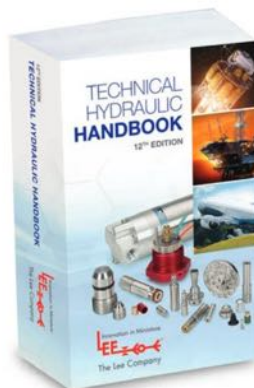
THE LEE COMPANY

Composants de régulation des fluides

Innovation in Miniature
LEE 



Nous sommes partout



Demandez notre
tout nouveau
manuel technique
édition 12

Présent au salon de l'aéronautique et de l'espace, Hall 3 stand A63

www.theleeco.com - info@leecompany.fr

Westbrook (CT-USA) . Londres . Francfort . Paris . Milan . Stockholm



extrêmes, et donc l'aile de décrocher. Ce système utilise des boucles de calculs dans le logiciel des commandes de vol et récupère les données des sondes d'incidence de l'avion. Si un angle d'incidence limite est détecté, le logiciel forcera une diminution d'assiette à cabrer donc une diminution de l'incidence et commandera la pleine poussée sur les deux moteurs, même si l'A/THR (automanette) est déconnectée. Ce système a été conçu pour empêcher le décrochage, mais aussi pour obtenir une performance optimale des commandes de vol en cas d'urgence (exemple du cisaillement).

Nous commençons à décrocher tout en restant lisses.

Je déconnecte l'A/THR et la vitesse régresse dans un premier temps vers VLS (Lowest Selectable Speed, soit vitesse minimale sélectionnable) puis continue à diminuer vers V Alpha Prot (signalé par le bandeau de vitesse sur nos PFD) en régressant juste sous celle-ci. Je suis alors à fond à cabrer en profondeur au minimum avec une incidence



maximale et une vitesse stable juste sous V Alpha Prot au-dessus de l'activation de la protection Alpha Floor. La machine avec un taux vario sensiblement de 1000 ft/min est parfaitement contrôlable en roulis.

Pour sortir de ces basses vitesses, je repasse les manettes de poussée vers le cran CLB (Climb), afin de disposer d'une poussée suffisante pour nous ré-accélerer en diminuant notre incidence. At-

teignant Alpha floor, même avec les manettes de poussée vers l'arrière et l'A/THR déconnectée, les moteurs délivreraient le maximum de leur poussée avec un régime Max Thrust pour nous sortir de cette incidence critique et des basses vitesses.

Stables au FL180 à Green Dot (vitesse de finesse maximale en lisse), je réduis la vitesse de manière à sortir les volets en configuration Full et le train. Nous

sommes alors vers la vitesse d'approche (VLS + 5) de 147 kt.

Au signal de Thomas Wilhelm, indiquant une manœuvre d'évitement d'urgence, j'affiche plein cabrer avec le manche à fond suivi du plein gauchissement à gauche, puis je maintiens mes input.

La vitesse régresse vers V Alpha max tout en restant au-dessus de l'Alpha Floor et nous bénéficions de la meilleure perfor-



A member of
AMAC AEROSPACE
GROUP OF COMPANIES

Découvrez JCB Aero et son large panel de savoir-faire en termes de systèmes de communication et d'aménagement intérieur de cabines pour l'aviation VIP & commerciale ainsi que pour les hélicoptères.

De la modification mineure au réaménagement global, JCB Aero possède, sur son site d'Auch, l'ensemble des compétences nécessaires à la réalisation de votre projet.

www.jcbaero.com

www.amacaerospace.com





Un léger arrondi vers 30 ft et nous touchons souplement.

mance dans ce cas d'urgence.

Pour sortir de ce régime de vol, je dois diminuer l'incidence et raccrocher au moteur pour nous faire réaccélérer sans perte importante d'altitude, afin de rentrer le train, puis de s'accélérer pour la rentrée des volets.

RETOUR ET CIRCUITS

Nous effectuons une vérification type croisière afin de s'assurer de l'intégrité des circuits et insérons un ILS 32R dans le FMS pour notre retour sur Toulouse.

Thomas Wilhelm me fera m'aligner sur la piste 32R tardivement, afin de travailler en pilotage manuel.

Nous parlons brièvement de l'approche et de l'atterrissage (arrondi vers la vingtaine de feet) avec un Autobrake Low qui, vu nos pistes sèches, nous permettra de dégager rapidement par le taxiway S6 pour rouler de nouveau vers le seuil de piste.

Je commence la descente réduite (Idle Des) du FL180 sous Auto-pilot après que nous avons effectué la checklist descente. Bien vite établi à 4000 ft en guidage radar avec la checklist Approche effectuée, je reprends l'avion à la main pour suivre le guidage radar vers la finale ILS. Les commandes de vol sont précises sur tous les axes et le pilotage très agréable.

Nous interceptons le Localizer de la piste 32R en décélération vers Green Dot et je corrige mon overshoot rapidement avec peu d'amplitude en roulis.

Notre A330-800 est aussi fin, voire plus, que ses prédécesseurs et je demande le train avant le début de descente, de manière à ne pas utiliser les aérofreins pour être stables.

Dans ces conditions, établi volets 3 et train sorti, vers 1400 ft sol, Thomas demande le sidestep sur la piste 32L pour un atter-

rissage 32L, autorisé par le contrôle. Je quitte l'axe de la 32R, avec une vingtaine de degrés d'inclinaison pour nous aligner rapidement et avec précision sur l'axe de la 32L.

Nous finissons de nous configurer volets Full et effectuons la checklist avant atterrissage. Nous sommes stables aux alentours des 700 ft/sol.

Un léger arrondi vers 30 ft et nous touchons souplement, grâce au « tilt positif » des bogies des trains principaux, avant d'accompagner légèrement la roulette de nez.

La décélération à l'Autobrake Low avec les reverses est souple et nous permet comme prévu d'emprunter sereinement S6 pour remonter vers le point d'arrêt 32L pour un nouveau départ.

TOUR DE PISTE

Nous reconfigurons la machine pour un décollage Flaps 2 en vé-

rifant la température des freins, qui n'est pas trop importante. Le système de refroidissement Brake Fan est bien utile dans ce cas.

Allégés de quelques tonnes, nous calculons de nouvelles vitesses pour une masse au décollage de 176 tonnes.

Alignés, autorisés et checklists effectuées, je peux afficher la puissance décollage pour ce tour de piste à vue main droite en piste 32L à Toulouse, privilège des essais Airbus.

Avec les conditions élémentaires de ce mois de mars, l'exercice de style est juste un plaisir à effectuer en pilotage manuel.

En trois minutes à peine, nous sommes en fin de branche vent arrière et je demande à Thomas Wilhelm le train et les volets vers 3 avant de débiter le dernier virage.

La tête haute (HUD), similaire à celle de l'A350, qui sera une option sur l'A330neo, sera alors



ILA BERLIN

INNOVATION AND
LEADERSHIP IN
AEROSPACE

May 13 – 17, 2020

Berlin ExpoCenter Airport
www.ila-berlin.com

BDLI  German Aerospace Industries
Association

 **Messe Berlin**


Hosted by **LAND
BRANDENBURG**



une aide précieuse pour les pilotes fatigués arrivant d'un vol de nuit en approche à vue.

Etablis en finale 32L, nous terminons de nous configurer volets Full et effectuons la checklist avant atterrissage pour être stables à 500 ft/sol.

Mon arrondi, cette fois-ci commencé vers 60 ft, confirme ma chance du débutant sur le précédent et la finesse de notre

magnifique A330neo, qui plane un peu trop à mon goût.

Je l'aide donc à se poser au détrimant d'un peu de souplesse, il faut bien le dire.

En freinage manuel, et en utilisant les reverses, nous n'avons cependant aucun mal pour dégager en S6. Nous roulons vers les aires Airbus en effectuant guide et checklist après atterrissage.

Parking en vue = APU et nous sommes bien vite dans les cales à la coupure moteurs.

FAMILLE BICOULOIR AIRBUS.

Patrick du Ché, à la tête des opérations aériennes d'Airbus, me fait l'honneur de venir recueillir nos impressions sur le dernier-né de la famille Airbus.

La machine est superbe et, comme le disait un célèbre constructeur français, vole très bien mais, au-delà, les économies qu'elle va permettre sont un argument écrasant, vu le prix actuel du baril. Les communautés entre la série des A330neo et la série A350 vont permettre aux compagnies de rationaliser en économisant sur de très nombreux points, grâce à une opération en multi-flotte. En outre, les différents types de machine (A330-800, -900, A350-900 et -1000) sont particulièrement bien positionnés et répondent précisément aux demandes des compagnies aériennes. Les prochains mois et les années à venir seront l'occasion de vérifier comment le marché répond à l'arrivée des neo depuis les A320 et A321 jusqu'aux A330neo et ce que ces séries vont changer, que ce soit pour les opérateurs charters, low cost, mais aussi pour les compagnies « traditionnelles ».

La vue de la superbe aile de l'A330neo sur nos tarmacs n'en est qu'à ses débuts...

■ A Toulouse Greg Cellier



WE DELIVER AEROSPACE LOGISTICS* : le secteur s'inscrit de plus en plus dans une logique de juste-à-temps des approvisionnements et d'engagement de performance dans l'après-vente. Un réseau de plateformes situé à proximité des zones de maintenance des aéroports permet une gestion 24/7 des flux urgents et sensibles. Ce qui différencie Bolloré Logistics c'est l'esprit d'entreprendre et l'engagement individuel porteurs de solutions pragmatiques et à forte valeur ajoutée.

THAT'S PEOPLE-POWERED INNOVATION.**

bolloré-logistics.com

* Nous opérons la chaîne logistique aéronautique & spatiale.

** L'innovation portée par les Hommes.

« DES COMMUTERS HYBRIDES »

AIR & COSMOS EST ALLÉ À LA RENCONTRE DE STÉPHANE CUEILLE, QUI EST À LA FOIS PRÉSIDENT DU CONSEIL POUR LA RECHERCHE AÉRONAUTIQUE ET CIVILE (CORAC), DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DU PROGRAMME DE RECHERCHE EUROPÉEN CLEAN SKY ET DIRECTEUR R&T ET INNOVATION CHEZ SAFRAN. L'OCCASION DE DÉTAILLER AVEC LUI LE FUTUR DE L'AVIATION ÉLECTRIQUE, LES RUPTURES TECHNOLOGIQUES À EN ATTENDRE, LES POINTS BLOQUANTS ET L'ÉMERGENCE DE CES MARCHÉS.

• Comment voyez-vous l'évolution de l'avion électrique dans les années à venir ? L'avion régional en serait-il la première étape, ainsi que cela a été annoncé par certains ?

L'avion régional – au sens ATR – ne sera pas le premier jalon car il s'agit déjà d'une étape assez ambitieuse d'un point de vue technique. Il y aura sans doute des avions de plus petite taille avant, soit des commuturs de 10 à 20 places au maximum, en hybrides, capables de faire du point-à-point, soit de la navette sur des distances plutôt courtes, ce qu'on appelle du thin-haul. Il faut bien comprendre la nature de la réponse qu'on cherche à apporter à un problème donné grâce à l'électrique sur un avion. Et en fonction de cela, ce que la technologie nous permet de faire. L'électrique rend possible deux choses : c'est d'abord une option pour décarbonner l'avion – en prenant en compte l'hypothèse que l'électricité est complètement décarbonnée – et c'est une façon de distribuer l'énergie dans l'avion d'une manière différente. Ce qui ouvre des possibilités de flexibilité dans l'installation de

la propulsion, ce qu'on appelle la propulsion distribuée. Elle ouvre de nouvelles possibilités en matière de formes d'avion qui seraient nettement plus difficiles à réaliser avec une propulsion classique « mécanique » telle que celle que nous connaissons aujourd'hui. Cela permettrait donc de réaliser des Adav (aéronefs à décollage et atterrissage verticaux), des configurations hybrides avec une multitude de propulseurs, orientables ou non, capables de sustentation et de vol en paliers. Et donc, des modes de transport quelque peu différents, qui ne sont ni de l'hélicoptère ni de l'avion, qui ont potentiellement les avantages de l'un et de l'autre, ou un compromis. Ce deuxième point ouvre plutôt de nouveaux usages tels que la mobilité urbaine ou la logistique, où on veut pouvoir décoller court, avoir peu d'émissions directes (ce qui est particulièrement intéressant avec l'électrique), avec un haut niveau de sécurité, donc une forte redondance sur les rotors. Ce sont plutôt de nouveaux usages.

En matière d'aviation commerciale ou régionale, nous cherchons à réduire l'empreinte car-



Bio express

- **1991** : Ecole polytechnique
- **1998** : doctorat en physique statistique
- **2001** : intègre la DGA dans le domaine de la propulsion aéronautique
- **2008** : Safran, directeur réparations de la division Moteurs militaires de Snecma
- **2013** : nommé directeur général d'Aircelle Ltd
- **2015** : directeur de Safran Tech, le centre de R&T du groupe

bonne ou à réaliser des gains opérationnels. Le plus important reste toutefois la réduction de l'empreinte carbone. Quand on observe le bas du spectre, propulsion distribuée et courte distance sont les nouveaux usages

qui sont concernés dans le but de couvrir de nouveaux champs, lesquels ne le sont pas actuellement par l'aviation commerciale.

Cela dit, la question est alors la suivante : qu'est-ce qui fait que l'électrique est une bonne réponse ? Il faut faire attention au fait qu'il n'est que difficilement possible, dans ce domaine, de transposer le raisonnement effectué pour les transports terrestres au domaine de l'aviation, en d'autres termes de passer de la théorie à l'application.

• **Quels sont les freins à l'adoption de la propulsion électrique en avion ?**

Le paramètre fondamental est l'aspect masse, qui a un effet boule de neige puisque si j'ai un avion plus lourd, il consomme plus, il a donc besoin de plus d'énergie, ce qui entraîne plus de systèmes, donc plus de masse, donc plus d'énergie, etc. En conséquence et en fonction de l'avion, l'électrique est plus ou moins accessible. Il y a deux paramètres déterminants : la densité d'énergie qu'apporte le stockage, mais également les machines électriques et la distribution électrique. Tout cela pèse actuellement beaucoup plus lourd qu'un système de propulsion classique, en particulier les batteries, qui sont très loin de la densité du kérosène. Rappelons également que le kérosène disparaît en vol puisqu'il est consommé, l'avion s'allège en conséquence. Ce qui n'est pas le cas avec les batteries, dont les masses embarquées sont présentes tout au long du vol.

De ce fait, même en prenant des hypothèses très volontaristes sur la densité des batteries, à des horizons raisonnables de quelques décennies et à défaut de rupture technologique, nous aurons du mal à aller loin, nous serons limités à quelques centaines de kilomètres, en tout cas moins de 1 000 kilomètres, et ce, pendant longtemps.

Le second point réside au niveau de la masse des systèmes de

distribution électrique et des moteurs. Il y a un problème de faisabilité en fonction de la puissance demandée. C'est-à-dire que si nous voulons concevoir un avion qui va loin, il faut beaucoup de batteries et si nous voulons concevoir un avion qui transporte beaucoup de passagers, il lui faudra également beaucoup de puissance propulsive. Dès que l'on est au-dessus de plusieurs mégawatts, on commence à entrer dans des problèmes techniques particulièrement difficiles, qui sont liés à la fois à l'altitude et à la masse. Et il y a dans ce domaine de vrais verrous technologiques, qui nécessitent du travail sur la technologie de base parce que nous n'avons pas de solutions disponibles. Par exemple, comment les câbles peuvent tenir la tension en altitude avec des effets électriques sur des isolants ? Les câbles de TGV qui peuvent passer 2 000 ou 3 000 volts au sol ne pourraient plus transmettre que 200 volts en altitude de croisière. Il faut donc inventer d'autres câbles, d'autres isolants, juste pour véhiculer la tension nécessaire. Nous sommes obligés de monter en tension pour passer la puissance parce que dans le cas contraire, les câbles seraient de bien trop grandes dimensions, ce qui ne serait pas envisageable en termes de masse. Nous avons donc un défi en termes de haute tension, mais aussi d'autres domaines aussi basiques que la protection et la coupure. Reprenons l'exemple d'une rame de TGV. Pour couper le courant, il y a des disjoncteurs et/ou des contacteurs, il y a des cheminées pour souffler l'arc, ce sont des éléments dont les dimensions ne sont pas compatibles avec une utilisation avion. Les solutions techniques dont nous disposons actuellement pour des réseaux de plus basse tension ne s'appliquent pas dès que l'on franchit un certain seuil situé aux alentours des 1 500 volts. Ce qui veut dire qu'il y a, au-delà de la masse intrinsèque, des défis et des problèmes élec-

triques de base dès qu'il est question de fortes puissances.

• **Pour décarbonner l'aviation, l'électrique, dans vingt ans, sera-t-il un contributeur important ?**

Pour le cœur du marché, nous pensons que l'électrique sera un contributeur minoritaire, ce qui ne veut pas pour autant dire qu'il n'est pas significatif, mais on ne pourra emporter que peu de part d'énergie et de puissance électriques du fait des contraintes précédemment citées. En revanche, si on reste dans les avions de dimensions plus modestes, avec des puissances électriques, donc des tensions plus basses, et qu'on cherche à aller moins loin, qu'on accepte d'avoir une distance franchissable plus courte, les besoins d'énergie à bord seront moins importants. Dans ce cas, nous pouvons aller vers de l'hybride, voire du tout électrique à un horizon raisonnable pour de très courtes distances. L'hybride est là pour allonger la distance, en gardant une part d'énergie électrique via des batteries significatives, ou là où on peut avoir un effet vertueux au global sur le bilan carbone. C'est pour ça aujourd'hui qu'on voit que cela va démarrer soit sur des nouveaux usages tels que l'Adav ou la logistique urbaine, des segments de marché potentiel tels que les commutateurs, qui ne sont pas de nouveaux segments mais qui sont très peu développés parce que les avions employés dans ces segments de marché sont peu efficaces et coûteux, dégagés de la pollution qu'ils génèrent. Avec des avions plus efficaces utilisant une propulsion hybride sur quelques centaines de kilomètres, on peut relancer ce marché en point-à-point ou navette aux États-Unis.

• **Est-il déjà possible de se projeter au-delà du commutateur ?**

L'avion régional, dans la classe 50-70 passagers, sera probablement le concept le plus ambitieux avec une part électrique

importante, à un horizon qu'on va qualifier de raisonnable. Pour autant, ce n'est pas aussi simple. Il faut quand même démontrer que les distances parcourues par ces avions et la performance du système électrique vont payer, qu'ils seront rentables économiquement parlant. Ce seront des domaines sur lesquels il faudra travailler dans les quelques années à venir afin de se faire une véritable opinion. Il faut vraiment regarder l'avion une fois qu'on a tout pris en compte, ce n'est pas si évident que cela lorsqu'on commence à aller vers des avions qui vont loin – il est beaucoup plus difficile d'avoir un juste équilibre. Nous pensons que le régional est la cible à moyen terme la plus ambitieuse qu'on peut viser. Sur des avions de plus grandes dimensions, l'assistance électrique aux moteurs ou l'électrique permettra d'améliorer le système. L'avion 40-50 places, voire 70, hybride-électrique, est probablement la prochaine frontière, située aux alentours de 2035. Avec toutefois un point d'interrogation au niveau de son intérêt, lequel sera déterminé par de fines études.

• Il y a beaucoup d'acteurs présents sur le marché, avec quantité de projets ou de concepts. Comment voyez-vous l'évolution du marché ?

Il y a eu une phase de très fort enthousiasme, il y a beaucoup d'acteurs notamment sur les nouveaux usages, cela va se décanter, il y a déjà des questions de fond sur ces usages. Il y a un potentiel. Quand et combien ? C'est encore très incertain. Ce qui est certain, en revanche, c'est que parmi les acteurs, il existe des concepts pertinents et d'autres qui ne le sont pas. Petit à petit et au fur et à mesure, on avance. Nous avons nous-mêmes réalisé un certain nombre d'études. D'autre part, ce n'est pas parce qu'un concept est faisable que c'est le bon par rapport aux applications. Il va y avoir une phase

de décanter, de tri entre les usages intéressants, ceux qui sont prioritaires, ceux qui restent les plus faisables et les concepts d'avions qui sont les plus adaptés. Cette phase, nous allons l'aborder maintenant. De la même manière, sur les avions plus gros, avec toutes les études réalisées par les uns et les autres, nous avons une image assez concrète du potentiel, qui est en gros de dire qu'on ne va pas compter seulement sur l'électrique comme élément majeur pour résoudre le problème du carbone dans les deux décennies à venir, qu'il faut se pencher sur d'autres leviers. L'électrique peut être un contributeur, mais dans tous les cas, ce sera à plus long terme. Utiliser plus d'électrique a du sens si on fait sauter les barrières technologiques sur lesquelles il faut qu'on travaille. Nous travaillons sur les technologies électriques, nous sommes compétents sur la distribution, coupure, protection, câblage, et nous explorons résolument tous les champs d'application, Adav, commutateurs et régionaux et technologies sous-jacentes. Nous avons développé un certain nombre de moteurs électriques et de génératrices, de chaînes propulsives complètes dans le bas du spectre des distances et des dimensions. Je fais référence à notre collaboration avec Bell, notamment. Nous avons réalisé un système hybride complet pour un Adav de taille conséquente, nous avons aussi annoncé que nous avons fourni une petite turbine à gaz pour Zunum, plutôt sur le segment commutateurs ; par ailleurs, nous avons d'autres projets plus confidentiels sur lesquels nous fournissons soit la chaîne soit les éléments électriques.

• Comment voyez-vous l'évolution des batteries en termes de densité énergétique ?

La densité énergétique des batteries est à peu près 60 fois plus faible que celle du kérosène. Même s'il est vrai qu'un moteur

électrique a un rendement supérieur d'environ 50 % à celui d'un moteur thermique, ce détail pris en compte, il reste encore un facteur 30 entre kérosène et densité énergétique des batteries. Si on tient compte de la masse à emmener sur toute la mission, à 200 Wh/kg, on tombe dans la catégorie des petits avions de tourisme ou d'aviation générale volant pendant moins d'une heure, guère mieux. Ce qui est important de comprendre, ce sont les perspectives. Le marché des batteries ne sera jamais gouverné par celui de l'aéronautique. Des investissements d'ampleur sont nécessaires pour développer les chimies, ce marché est clairement tiré par le terrestre et notamment l'automobile. Laquelle est plus intéressée par le volume de la batterie, plutôt sa masse. L'évolution telle qu'elle est perçue par les chercheurs au sein des laboratoires est la suivante : nous sommes actuellement à 200 Wh/kg, nous irons certainement vers 500-600 Wh/kg pour la batterie complète avec tout son pack et son système de protection. Mais, au-delà, il n'y a pas de solution de chimie identifiée et une absence de besoin des marchés. C'est-à-dire qu'en automobile, 400 Wh/kg suffisent. Safran a annoncé récemment un investissement dans une jeune pousse, Oxis Energy, qui travaille sur une chimie différente de celle du lithium-ion : le lithium-soufre, qui permet d'avoir une énergie massique plus élevée mais qui n'est pas encore tout à fait mature. Globalement, le tempo n'est pas donné par l'aéronautique, et si nous voulions aller vers un avion longue distance tout électrique, il faudrait un ordre de grandeur par rapport aux 200 Wh/kg. Aujourd'hui, les technologies identifiées en amont n'existent pas, en dehors du fait qu'aucun secteur n'a exprimé de besoin pour ce type de densité. Il se peut toutefois qu'une découverte scientifique

ou l'émergence d'autres besoins permettent des avancées, mais à l'instant T, nous sommes loin des 1 000 Wh/kg ou au-delà. C'est cette densité énergétique dont il faudrait que nous disposions pour commencer à envisager des avions commerciaux tels que l'A320 ou autres qui aient une part importante d'électrique. A l'heure actuelle, c'est un vrai verrou. En revanche, avec 500 Wh/kg, sur des courtes distances pour les Adav, on peut déjà disposer d'une part électrique importante, on peut même avoir pour les très courtes distances une autonomie complète en électrique. Nous sommes encore loin de réaliser un Paris-Moscou ou un Paris-Tokyo...

• En quoi les marchés du transport aérien urbain diffèrent-ils des marchés aéronautiques classiques ?

Ce marché est totalement différent. En ce qui concerne Safran, nous le segmentons en trois parties. La première est celle de la mobilité urbaine, soit du transport de passagers sur des courtes distances, quelques dizaines de kilomètres, et sur de très courtes durées en point-à-point, à partir de sortes d'héliports. Le deuxième marché est celui de la logistique urbaine ou intra-urbaine avec transport de colis, le ravitaillement de mini-hubs avec charges utiles sans passagers à bord. Le troisième marché est l'interurbain thin-haul sur des distances de 100 à 300 km au maximum avec navettes en point-à-point pour des villes peu éloignées, ce qui se fait habituellement par la route ou par le train lorsque la ligne existe. Ce dernier est celui qui a le plus de ressemblance avec le transport aérien tel qu'on le connaît actuellement, c'est un segment qui existe avec des avions anciens à moteurs thermiques. Les deux premiers marchés n'existent pas, il y a beaucoup d'appétit de la part des acteurs aujourd'hui pour ces marchés qui espèrent toucher

un public large et des volumes importants. Cela dit, quand on est sur des petites tailles d'aéronefs, l'investissement pour réaliser un démonstrateur n'a rien à voir avec celui de l'aviation commerciale... Ce qui n'empêchera pas ces marchés de se décanter. Il y a plusieurs questions en termes de sécurité, notamment en ce qui concerne le transport aérien urbain et l'absence de pilote à bord, du point de vue de la démonstration de la sécurité et, au-delà, de l'acceptabilité des passagers, de l'économie de ces marchés. Nous pensons pour ces raisons que le transport logistique sera probablement le premier à émerger. Il y aura néanmoins un tri qui se fera entre les acteurs. Ce tri se fera par rapport aux questions relatives au bon usage, à la justification de la sécurité, avant celles de l'infrastructure de contrôle aérien pour gérer ces aéronefs et la vitesse à laquelle ces aéronefs devront être déployés. Nous avons beaucoup de demandes, le passage à l'application marché peut aller vite, mais le niveau d'incertitude reste toutefois élevé.

• **La réglementation reste-t-elle un frein à la technologie ?**

La technologie a progressé, nous avons réussi à améliorer les performances de masse des moteurs de manière assez importante, plutôt rapidement. Il reste tout de même des défis au niveau des batteries, qu'il s'agisse d'aéronefs hybrides ou non. En ce qui concerne la réglementation et le contrôle du trafic, le marché du transport autonome avec passagers est un échelon d'importance à franchir, il ne pourra pas être obtenu avec du transport logistique sur des corridors périurbains. Il faudra un système de contrôle, public ou privé, mais en tout cas valide d'un point de vue réglementaire. Nous attendons des démonstrations d'usage pour 2020-2021 et une entrée en service pour la logistique en 2023-2025...



• **Comment voyez-vous la disparition du pilote à bord ?**

C'est surtout une question d'acceptabilité de la part du public concerné, nous pensons qu'il y a quelques points techniques durs à résoudre, si on emploie l'intelligence artificielle. Sans pilote, il y a quand même une étape technologique à franchir, au-delà de l'aspect de la réglementation, il y a un aspect humain qui reste un vrai sujet. Technologiquement, ce sera faisable, il faut développer les méthodologies et connaissances pour être capable de certifier, mais il faut ensuite que régulateurs et public acceptent de voler dans un aéronef avec un seul pilote ou sans pilote. Bien sûr, il n'est pas question de réduire le niveau de sécurité, les conséquences d'un accident sont tellement graves qu'on ne peut pas se permettre de titonner dans le domaine de la sécurité.

• **La propulsion distribuée pour les avions est-elle considérée comme une formule d'intérêt, à la suite des études réalisées par l'Onera et la Nasa ?**

En termes de propulsion distribuée, nous y travaillons. C'est une formule intéressante, parce

que si nous voulons passer à l'hybride en ce qui concerne des avions d'une autonomie comparable à celle des régionaux, nous aurons du mal à gagner sur une propulsion qui n'est pas de type distribuée. Elle permettrait d'améliorer la performance de l'avion, sous réserve que la distribution de la propulsion ne soit pas trop lourde. Elle permettrait d'apporter un gain supplémentaire qui viendrait compenser la masse des batteries, ainsi que d'autres bénéfices, par exemple un décollage court.

• **Considérez-vous l'arrivée de l'électrique en général comme génératrice d'une rupture en termes aérodynamiques, c'est-à-dire hors configuration moteurs sous nacelle comme le Boeing 707 ?**

Effectivement, sur des gros avions, étant entendu que mettre des batteries pour assurer l'ensemble de la propulsion n'est pas envisageable pour ce que nous projetons. L'intérêt d'intégrer de l'électrique serait de distribuer la propulsion différemment, sous forme d'autres formules. La propulsion distribuée étant un exemple un peu extrême, notamment lorsqu'on

fait référence au Ampère de l'Onera ou encore au X-57 de la Nasa, deux aéronefs avec un grand nombre de propulseurs. Néanmoins, nous pourrions avoir de la flexibilité sur le placement d'un nombre multiple de propulseurs, dont certains pourraient éventuellement ingérer la couche limite en étant plus proches de la voilure. Ce sont des concepts qui ont été étudiés notamment par Airbus, ou d'une manière encore plus radicale par la Nasa avec absence de batteries. En ce cas, une turbine à gaz sert à alimenter une génératrice qui, via un réseau de distribution, alimente elle-même des propulseurs distribués. Sur le papier, c'est intéressant. Néanmoins, pour que cela fonctionne, on en revient toujours au problème précédent, cela ne peut fonctionner que si la masse du système électrique ne vient pas annuler les gains apportés par l'efficacité aérodynamique et propulsive de ce type d'architecture. Cet équilibre-là est difficile à trouver, à défaut d'une rupture importante sur la performance du système électrique.

■ **Propos recueillis par Antony Angrand**



Par Antony Angrand

L'AVION ÉLECTRIQUE ARRIVE



Retrouvez-nous
au Bourget
Hall 2b C140

Le spécialiste de vos qualifications en environnement

- Vibrateurs électrodynamiques
- Vibrateurs hydrauliques
- Vibrateurs piézo-électriques
- Machine à chocs
- Enceintes climatiques
- Enceintes essais combinés
- Centrifugeuses
- HALT & HASS
- Acoustique
- Essais de tenue au feu
- Altitude et décompression
- Contamination par fluides
- Ensoleillement
- Cooling
- Wind-milling
- Vent et pluie
- Sable et poussières
- Calcul et ingénierie

EMC enrichit notre offre aéronautique - Venez la découvrir sur notre stand

www.emitech.fr
commercial@emitech.fr

AVION ÉLECTRIQUE

L'AVION HYBRIDE-ÉLECTRIQUE,
UNE RÉALITÉ DÈS 2021

L'AVION ÉLECTRIQUE SERA UNE RÉALITÉ DÈS 2021, PROPULSÉ PAR UNE MOTORISATION HYBRIDE. QU'IL S'AGISSE D'AIRBUS, D'UTC, POUR NE CITER QU'EUX, LES CONSTRUCTEURS AÉRONAUTIQUES ONT DÉJÀ LANCÉ LEURS ÉTUDES AFIN DE FAIRE VOLER LEURS DÉMONSTRATEURS D'ICI DEUX À TROIS ANS. L'APPORT DE CES BRIQUES TECHNOLOGIQUES PERMETTRA DE PEAUFINER LES FUTURS SYSTÈMES APPELÉS À ÊTRE EMPLOYÉS SUR DES APPAREILS DESTINÉS À ENTRER EN SERVICE... À UNE DATE ULTÉRIEURE.

L'avion électrique est un sujet qui est aujourd'hui une réalité. Mais beaucoup de progrès restent à faire, car de l'avion plus électrique à l'avion totalement électrique, il reste encore du chemin et des sauts technologiques à réaliser avant de voir un avion commercial tout électrique voler.

Bien qu'il ne représente que 2 % des émissions mondiales de

dioxyde de carbone, le trafic aérien cherche en permanence à réduire son empreinte environnementale. Les objectifs de l'OACI (Organisation de l'aviation civile internationale) sont d'atteindre une croissance neutre en carbone à partir de 2020, pour arriver, en 2050, à une réduction de 50 % des émissions de dioxyde de carbone par rap-



L'E-Fan X, un véritable laboratoire volant réunissant Airbus et Rolls-Royce.



ENSEMBLE, CONSTRUISONS L'INDUSTRIE DU FUTUR

Prestataire logistique responsable et engagé,
IDEA est spécialisé dans la supply-chain des produits
spécifiques et sensibles. Nous déployons des solutions
logistiques sur-mesure et globales pour développer
la réactivité et les process des industriels, pour mieux
répondre aux enjeux de demain.

Nos expertises : ingénierie de projet, pilotage des flux,
protection des biens et transport industriel, manutention
portuaire. Au-delà de vos opérations, IDEA s'attache à
valoriser les données de votre supply-chain pour
améliorer votre performance globale.

**L'INNOVATION AU CŒUR
DE VOTRE SUPPLY-CHAIN**



AÉRONAUTIQUE



DÉFENSE



ÉNERGIE



INDUSTRIE MANUFACTURIÈRE



NAVAL



CHANTIER & HABITAT



VRAC

VOUS VOULEZ NOUS FAIRE PART DE VOTRE PROJET ? CONTACTEZ-NOUS : 02 40 90 08 09 / contact@groupe-idea.com / www.groupe-idea.com

port aux niveaux de 2005 en dépit de l'augmentation continue du trafic. Malgré des progrès réalisés sur les architectures des moteurs comme des cellules et/ou équipements quels qu'ils soient, ils ne seront pas suffisants pour atteindre ces objectifs. L'électrification permettra de réduire en partie la forte dépendance aux énergies fossiles... à long terme.

La première étape avant le tout électrique, et c'est d'ailleurs la solution retenue par la majorité des constructeurs, réside dans l'emploi d'une motorisation hybride, c'est-à-dire mêlant thermique et électrique.

Le plus ambitieux dans ce domaine n'est autre que l'avionneur européen Airbus. Le démonstrateur technologique E-Fan X

devrait voler en 2021 sur un banc d'essai volant, un BAe 146, un quadrimoteur dont l'un des quatre moteurs sera remplacé par un moteur électrique d'une puissance de 2 mégawatts. Une fois le système propulsif porté à maturité, un deuxième moteur électrique sera installé.

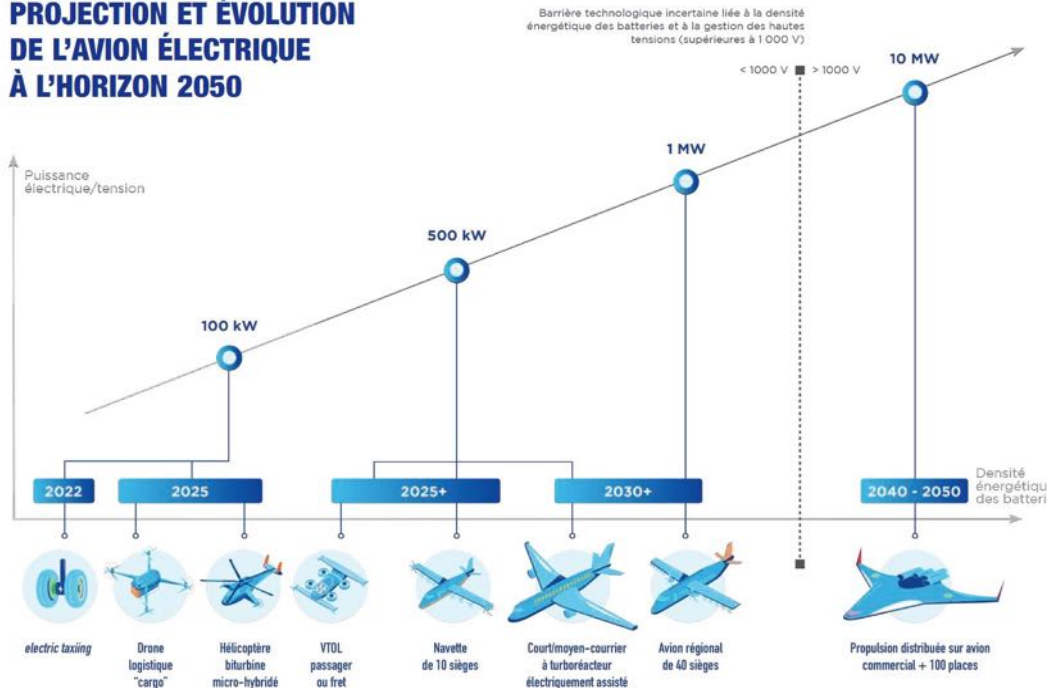
DANS UN FUTUR À COURT TERME.

« L'E-Fan X constitue une étape importante de notre objectif : rendre le vol électrique réel dans un futur à court terme », affirmait en 2017 Paul Eremenko, qui dirigeait alors le centre d'innovation technologique d'Airbus. « Les leçons que nous avons apprises au travers d'une longue série de démonstrateurs élec-

triques, commençant avec le Cri-Cri, l'e-Genius, l'E-Star, et plus récemment avec l'E-Fan 1.2, ainsi que les fruits de notre collaboration avec Siemens vont paver le chemin vers un avion commercial monocouloir hybride sûr, performant et rentable (...) Nous considérons la propulsion électrique hybride comme le troisième mode de propulsion de l'aéronautique, après les moteurs à pistons et les turboréacteurs », avait-il ajouté. Au sein du programme E-Fan X, Airbus, Rolls-Royce et Siemens se sont partagé les tâches comme suit : Airbus est responsable de l'intégration, ainsi que de l'architecture de contrôle du système de propulsion hybride électrique avec les commandes

de vol. Rolls-Royce est responsable du turbomoteur (un AE2100) entraînant la génératrice, du moteur électrique de 2 mégawatts et de l'électronique de puissance. Aux côtés d'Airbus, Rolls-Royce travaille également sur l'intégration de la soufflante à la nacelle existante et au moteur électrique Siemens. Ce dernier devait livrer de son côté deux moteurs électriques de 2 mégawatts et l'électronique de contrôle, ainsi que le convertisseur de fréquence, l'onduleur et le système de distribution. Mais, léger changement intervenu au début du mois de mai 2019, Airbus et Siemens ont mis fin à leur collaboration. « Nous avons annoncé, début mai, la fin de notre collaboration avec Siemens, nous

PROJECTION ET ÉVOLUTION DE L'AVION ÉLECTRIQUE À L'HORIZON 2050





@afiklmem

BEST4DEFENSE

Augmented
Reality



100%
Innovation

100%
Global network

100%
Airline MRO

100%
Adaptiveness



SnapPress

- 1 Download the **SnapPress** App for free.
- 2 "Snap" this page.
- 3 Explore the page's exclusive hidden content.



“L'exploitation de l'Awacs exige une très grande implication. Je suis fier d'assurer la maintenance de ces véritables tours de contrôle volantes, parmi les plus modernes du monde.”

Kevin, Technicien AWACS

Les opérations de maintenance, de la plus légère à la plus lourde ne peuvent être réussies que lorsqu'elles se fondent sur un partenariat étroit avec l'exploitant. Plus de 30 ans de coopération avec les différents organismes militaires, sur différents types d'avions comme les Boeing KC135, les E-3F AWACS ou les (K)DC-10, ont permis à AFI KLM E&M de développer une approche résolument orientée vers les attentes spécifiques des armées de l'air.

AIRFRANCE /
INDUSTRIES

KLM
Engineering &
Maintenance

A D A P T I V E N E S S ®

avons convenu mutuellement que nous avions atteint nos objectifs dans le cadre de ce partenariat. Nous avons bien travaillé avec eux, nous mettons fin à notre contrat de collaboration un an plus tôt, chaque partie étant libre de continuer dans sa voie avec les apprentissages recueillis », commente Olivier Maillard, directeur du programme E-Fan X chez Airbus. Siemens sera vraisemblablement amené à être remplacé par un autre industriel, mais Airbus ne fait pour le moment aucun commentaire à ce sujet. Deux mégawatts, c'est la plus grande puissance jamais produite jusqu'alors

sur un avion, qu'il s'agisse d'un démonstrateur ou d'un prototype, puisque le précédent E-Fan bimoteur qui avait traversé la Manche disposait de deux moteurs électriques d'une puissance maximale combinée de 60 kW.

DEUX MÉGAWATTS POUR L'E-FAN X.

Ces deux mégawatts – ce qui correspond à deux fois l'énergie produite par le réacteur des toutes premières centrales nucléaires – vont entraîner des problèmes techniques de taille que les trois partenaires vont devoir solutionner, tels que la chaleur dé-

gagée par un tel ensemble propulsif ou encore le stockage d'énergie, pour ne citer qu'eux. L'E-Fan X ne manque pas d'ambitions. A terme, grâce à cette aventure technologique, il est question de lancer un programme d'avion de transport monocouloir avec un objectif de réduction de 75 % des émissions de CO₂ imputables au transport aérien, ainsi qu'une réduction de 90 % des émissions d'oxyde d'azote et de 65 % des nuisances sonores par rapport à 2000.

« En ce qui concerne la date du premier vol de l'E-Fan X, nous avons dû admettre que,

compte tenu de difficultés de démarrage, celui-ci ne se fera pas avant 2021. Ce qui reste toutefois extrêmement ambitieux, même dans une logique de démonstrateur. De par le choix de la plateforme et par rapport aux solutions d'intégration, nous pouvons nous permettre d'avoir une certaine marge de manœuvre. Notamment sur des aspects de masse. J'ai formé une équipe chez Airbus d'environ 80 personnes rodée autour de ces principes, une bonne partie de cette dernière venant du Beluga XL, moi compris. Nous savons ce que c'est de développer un avion rapidement. En gros, les étapes



A TERME, GRÂCE À CETTE AVENTURE TECHNOLOGIQUE, IL EST QUESTION DE LANCER UN PROGRAMME D'AVION DE TRANSPORT MONOCOULOIR



Assistance en Innovations Technologiques
Recherche et Technologie - Calculs - Essais

**Plus de 20 années d'expertise
technique et de conseil**

- *Modélisation & simulation numérique*
- *Calcul de structure & matériaux*
- *Charges, chocs, flottements, instabilités*
- *Etudes vibratoires, acoustiques, mécanique des fluides, fatigue & tolérance aux dommages*
- *Essais environnementaux et électromagnétiques*
- *Fiabilité, qualification et certification*
- *Projets collaboratifs en Recherche & Technologie*



Stands
F100 et DE169

**Présent au Salon International
de l'Aéronautique et de
l'Espace**



**Nos clients : DASSAULT Aviation, AIRBUS Group,
MBDA, SAFRAN, THALES**

www.avnir.fr - 01 84 25 75 55



PRINCIPAUX ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DE L'AVION ÉLECTRIQUE HYBRIDE

1 Turboréacteur

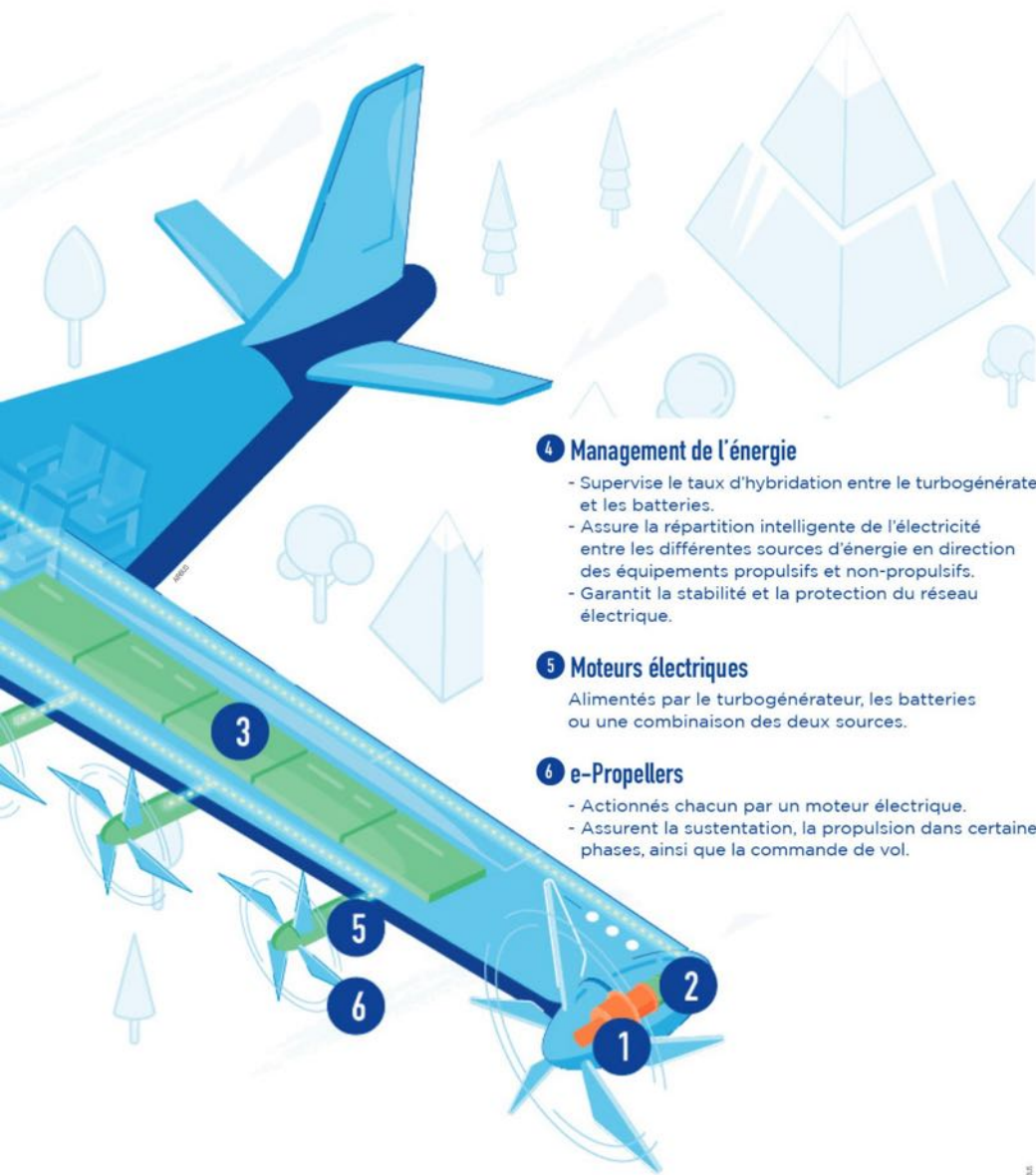
Moteur principal sollicité pendant les phases de vols consommatrices de puissance.

2 Générateur

Convertit une partie de l'énergie du réacteur en électricité.

3 Batteries

Source d'énergie principale ou auxiliaire selon les phases de vol.



4 Management de l'énergie

- Supervise le taux d'hybridation entre le turbogénérateur et les batteries.
- Assure la répartition intelligente de l'électricité entre les différentes sources d'énergie en direction des équipements propulsifs et non-propulsifs.
- Garantit la stabilité et la protection du réseau électrique.

5 Moteurs électriques

Alimentés par le turbogénérateur, les batteries ou une combinaison des deux sources.

6 e-Propellers

- Actionnés chacun par un moteur électrique.
- Assurent la sustentation, la propulsion dans certaines phases, ainsi que la commande de vol.



E-Fan X d'Airbus et Rolls-Royce devrait débiter ses essais en vol en 2021.

clé sont les suivantes : en 2019, nous gelons le concept ; en 2020, nous lançons les essais au sol et nous commençons la conversion de l'avion sur les aspects amont, une préparation à l'intégration des premiers équipements et, en 2021, nous passons au premier vol », précise Olivier Maillard. Pour cette équipe, 2018 a été particulièrement chargée, puisque quantité d'essais ont été réalisés tout au long de l'année en laboratoire.

« Ces essais en laboratoire ont été destinés à valider nos règles de conception, puisque nous sommes dans un environnement totalement nouveau, avec un voltage qui n'a jusqu'alors jamais été utilisé dans l'aéronautique, soit 3 000 V. Au niveau de tout ce qui concerne l'intégration du réseau électrique, nous avons

effectué des essais de décharge partielle afin de nous assurer que le voltage sera maintenu, qu'il n'y aura pas d'effet de court-circuit entre les câbles. Nous avons également la responsabilité du développement des batteries, ce qui est un énorme défi, parce qu'elles doivent permettre de stocker 2 mégawatts d'énergie électrique. En termes de masse, elles représentent environ 2 t », remarque Olivier Maillard. Le Boeing 787 avait rencontré certaines défaillances au niveau de ses batteries, notamment un emballement dû à un emballement thermique. C'est une des raisons qui explique pourquoi l'équipe de conception de l'E-Fan X a procédé à toute une série d'essais. « Nous avons réalisé beaucoup de tests sur tout ce qui concerne la propagation de feu d'une cel-

lule à l'autre à l'intérieur des modules afin de nous assurer que nous établissons les bonnes règles de sécurité et de conception pour confirmer ces dernières avant de lancer l'étape suivante. Le jalon clé de cette année repose sur le gel de concept de tous les éléments principaux, ainsi que sur l'intégration, car Airbus a la tâche ultime de réaliser l'intégration de tous ces équipements dans un avion. En ce qui concerne ce dernier, nous en avons fait l'acquisition l'année dernière. Ce BAe 146 ARJ100, immatriculé sous le registre britannique, est actuellement en stockage. Nous nous préparons à le modifier pour une première phase en 2019, dite de caractérisation. Comme l'avion va être lourdement modifié par la suite, nous voulons être sûrs que nous

avons un référentiel très clair avant de commencer la modification, de sorte qu'après, lorsque nous serons en phase d'essais en vol, nous puissions avoir une analyse fine de nos résultats et bien comprendre les résultats par rapport à un référentiel donné », poursuit Olivier Maillard.

2021.

« Les essais en vol sont en cohérence avec un vol qui sera effectué sur la fin de l'année 2021, nous avons un calendrier qui s'étale entre six et douze mois. En termes de phase préliminaire, il y a deux points clés en 2020 pour se mettre en situation de vol un an plus tard ; figure en bonne place le démarrage des essais au sol », détaille Olivier Maillard. Une grande partie de



ceux-ci se dérouleront en Allemagne. « Nous avons lourdement investi dans un bâtiment situé à Ottobrunn, près de Munich. Ces locaux seront utilisés à leur plein potentiel. Nous allons avoir les différents équipements dans le courant de l'année prochaine qui seront intégrés sur ce banc, un Iron Bird, pour être capable de réaliser un essai fonctionnel complet. Nous aurons les composants en conditions réelles. Certains éléments seront spécifiques à l'Iron Bird comme les systèmes de refroidissement qui seront de type industriel et non ceux que nous aurons sur l'avion. C'est ce que l'on peut qualifier de limite de l'exercice Iron Bird. C'est pourquoi nous voulons voler avec ce démonstrateur, parce que nous savons qu'il y a certains points qui nécessitent encore du travail, comme l'aspect de modélisation thermique. Nous avons des quantités de chaleur colossales et nous ne disposons pas encore de solutions techniques. Avec ce démonstrateur, nous cherchons une exposition la plus rapide possible à ces défis, afin de trouver des premières solutions dans le but de disposer, dans l'optique d'un lancement de produit, des bonnes

solutions techniques », insiste Olivier Maillard. Reste que l'appareil n'est ni un commutateur, ni un prototype d'avion de transport régional, mais bien un véritable laboratoire volant.

« Notre démonstrateur est ainsi une pure plateforme de développement de briques technologiques. Nous avons choisi cet avion, ce BAe 146, pour avoir une enveloppe de vol très proche de celle de l'A320, soit typiquement un plafond de 30 000 pieds, avec des vitesses certes inférieures à nos vitesses de croisière mais tout à fait pertinentes avec nos essais en vol. Nous savons qu'en altitude, la densité de l'air fait que ce dernier ne joue plus son rôle d'isolant comme il le fait au sol. Nous allons néanmoins chercher à voler le plus haut possible. Nous avons établi notre cahier des charges de départ. Nous faisons développer des harnais électriques avec des isolants permettant de voler à ces altitudes », conclut Olivier Maillard.

Airbus n'est pas le seul à développer un concept d'avion à motorisation hybride. Le dernier industriel en date à avoir annoncé le lancement d'un tel type de projet n'est autre que le groupe

FABRICATION CONVENTIONNELLE

BAGUE DE RETENUE FORTE CHARGE

DED

Matière : Ti6V
Temps de production : < 2 heures

Avec fabrication automatisée de

PFW

Visit us at
3DPrint in Lyon HALL 41 - Stand D04-E03
Le Bourget HALL 2B - Stand C140
www.beam-machines.com | contact@beam-machines.com

FABRICATION CONVENTIONNELLE VS DIRECTED ENERGY DEPOSITION

REDUCTION DES MATERIAUX ET DU RATIO BUY-TO-FLY DE 9:1 A 2:1

FABRICATION CONVENTIONNELLE

BRIDE AERONAUTIQUE

DED

Après traitement thermique et usinage

Matière : Ti6V | Temps de production : < 80min

- Meilleure répétabilité comparé au procédé de soudage manuel.
- Production sous atmosphère contrôlée pour assurer un haut niveau de qualité et de sécurité.
- Réduction du coût machine - s'intègre facilement dans la chaîne de fabrication





Le projet 804, destiné à voler en 2022, est un démonstrateur technologique signé UTC.

UTC (United Technologies Corporation). Dans trois ans, c'est-à-dire en 2022, UTC, du moins sa filiale consacrée au prototypage rapide et au développement Utop (acronyme d'United Technologies Advanced Projects), va étudier, construire et faire voler son démonstrateur technologique équipé d'une propulsion hybride. Baptisé projet 804, ce dernier sera assemblé sur base d'un avion régional Bombardier Dash 8 remotorisé sur un groupe motopropulseur, à l'aide d'un système de propulsion de classe 2 mégawatts. Sa configuration sera basée sur

celle d'un moteur optimisé pour la croisière, secondé par un moteur électrique alimenté par batterie pour assister l'appareil lors des 20 minutes consacrées au décollage et à la montée à l'altitude de croisière.

UN MÉGAWATT EN HYBRIDE.

Le moteur et le moteur électrique généreront chacun environ 1 mégawatt de puissance en configuration hybride parallèle. « Les architectures purement électriques dans le domaine aéronautique, c'est-à-dire celles dont l'énergie est stockée dans

des batteries ou piles à combustible, seront confinées aux petits aéronefs d'une autonomie inférieure à 200 km avec une capacité de transport d'une à quatre personnes, à moins d'une rupture fondamentale dans le domaine de la technologie de stockage d'énergie électrique », déclarent Jean Thomassin, directeur du projet 804, et Greg Winn, directeur de gestion de programme du projet 804. « La propulsion hybride électrique est une proposition plus intéressante pour les domaines de l'aviation d'affaires, régionale ou même des gros-porteurs. Il y a deux types

d'architecture primaire pour les systèmes hybrides électriques. Les hybrides en série, au sein desquels l'énergie électrique (augmentée par le biais de batteries) est utilisée pour la propulsion mais produite par la combustion de kérosène à bord, et les hybrides en parallèle, au sein desquels le système de propulsion mû par kérosène est augmenté par énergie électrique sur certaines portions du vol », expliquent Jean Thomassin et Greg Winn. Et d'ajouter que l'approche hybride en série apporte une légère infériorité en termes de rendement de la



chaîne énergétique propulsive mais qu'elle offre potentiellement des avantages significatifs en termes d'efficacité globale de l'appareil. Un avion de transport régional nécessite environ 2 mégawatts pour voler à la vitesse de croisière. « La mission typique de 200 à 250 nautiques est d'une durée moyenne d'une heure, comprenant la montée, la croisière et la descente, avec une moyenne de 2 000 kW/h d'énergie nécessaire pour la réaliser. En ajoutant la réserve habituelle, l'appareil devra transporter environ 3 500 kW/h d'énergie par vol typique. Les moteurs actuels ont un rendement d'environ 30 % ; en conséquence, l'énergie nécessaire à bord est aux alentours des 12 000 kW/h. Pour une mission basée sur la seule électricité stockée à bord, avec un facteur de conversion électrique de 85 %, ainsi qu'un conditionnement des éléments représentant une masse de 35 %, un système de batteries de 200 Wh/kg dépasserait la masse maximale au décollage de l'appareil.

BESOINS ÉNERGÉTIQUES.

Si on tient compte des besoins énergétiques, y compris sur des vols court-courriers (...), une solution entièrement électrique pour la propulsion d'un avion régional ne sera pas d'actualité à court aussi bien qu'à moyen terme », déclarent Jean Thomassin et Greg Winn. Cependant, une solution hybride électrique peut se révéler intéressante à partir du moment où elle peut permettre des économies de carburant intéressantes et justifier sa présence à bord sans limiter les performances globales de l'appareil. « Si un moteur hybride électrique convertit 40 % de l'énergie fossile (par opposition

aux 30 % des moteurs classiques), cela permettrait de remplacer 25 % de cette dernière par de l'énergie électrique stockée sous forme de batteries », remarquent Jean Thomassin et Greg Winn. Cette énergie électrique stockée serait alors utilisée uniquement au cours de courtes périodes de temps, comme au décollage et au début des montées à l'altitude de croisière. L'application peut ainsi être réalisée sur un turbopropulseur régional, qui nécessite une forte puissance au décollage pour transporter des charges utiles élevées mais qui vole relativement lentement en utilisant une puissance relativement peu élevée. « Le projet 804 exploite ce ratio entre la puissance maximale nécessaire et cet état de puissance stable pour générer des économies énergétiques significatives. Le système de propulsion utilise une répartition de puissance à 50/50 entre un moteur et un moteur électrique (voir illustration). L'assistance électrique est à forte puissance et de courte durée, permettant à l'équipement de conditionnement d'énergie en dimensions et masse de rester gérable dans les limites de la masse maximale au décollage de l'appareil. Cette configuration permet également au moteur d'être optimisé pour le segment de vol à vitesse de croisière. La pleine capacité du système est dans la classe de puissance 2 mégawatts, pour le marché des turbopropulseurs de 30 à 50 passagers. Il y a au moins quatre avantages à ce système : il est tolérant aux pannes, permet une assistance électrique à hauteur de 50 %, dispose d'un moteur optimisé pour la croisière et est d'une masse et de pertes réduites en comparaison à une architecture en série », assurent Jean Thomassin et Greg Winn.

TECHNOLOGIE DE SERRAGE INDUSTRIEL



**SMW[®]
AUTOBLOK**
Industrie 4.0
smwautoblok.fr

MATURITÉ TECHNOLOGIQUE.

Selon les deux responsables, le système hybride électrique augmente la masse opérationnelle à vide de l'avion et la contenance en carburant de ce dernier est réduite de 50 % pour permettre l'installation de l'équipement électrique et le stockage de l'énergie. « La masse de carburant restant, combinée au système hybride-électrique d'un rendement supérieur, donne à l'appareil remotorisé une autonomie d'environ 600 nautiques. Etant donné que 99 % des missions de ce type d'appareil sont inférieures à 500 nautiques et que le système hybride électrique permet en moyenne un accroissement de 30 % d'économies de carburant sur l'ensemble de la mission, cela fait sens à la fois sur le plan technique et économique », poursuivent Jean Thomassin et Greg Winn.

Le projet 804 d'Utap permettra d'accélérer le niveau de maturité technologique des composants clés, des sous-systèmes et des systèmes de gestion de l'alimentation électrique. « Le programme permettra de créer une plateforme technologique qui sera évolutive, applicable à l'aviation générale jusqu'aux grands jets commerciaux. D'autre part, le projet 804 permettra de certifier un système de propulsion hybride-électrique, de développer un moteur dans la classe de 1 mégawatt, d'intégrer un certain nombre de batteries pour supporter les phases de décollage et de montée de la propulsion principale, de développer un système électrique à haut voltage – 1 kV –, de travailler à une intégration de l'électronique avec pertes réduites, de développer des systèmes de gestion de la chaleur tout en minimisant les pénalités en termes de traînée », notent encore Jean Thomassin et Greg Winn. Le premier vol de l'appareil est donc prévu pour 2022.



EasyJet a également annoncé le lancement d'un concept d'avion électrique.

EASYJET DANS LA COURSE ÉLECTRIQUE.

Paradoxalement, l'un de ceux à avoir annoncé le lancement d'un concept d'avion de transport à motorisation électrique n'est pas un constructeur aéronautique, mais bien une compagnie aérienne et plus précisément une compagnie à bas coût, easyJet, avec le concours d'une jeune pousse américaine, Wright Electric, ainsi nommée en hommage aux deux frères américains pionniers de l'Aéronautique. « Des progrès ont été réalisés par Wright Electric », a commenté easyJet vis-à-vis de son partenaire

américain, dont le but ultime est de développer un appareil de transport à motorisation électrique, capable de voler sur une distance de 270 nautiques (500 km) – soit l'équivalent d'un Londres-Amsterdam, qui pourrait bien devenir la première route aérienne « électrique ». Wright Electric a déposé un brevet relatif à un « nouveau type de moteur » destiné à motoriser un avion de transport électrique, sans pour autant donner plus de détails sur l'architecture proposée. L'appareil sera conçu par Darold Cummings, un ingénieur et consultant pré-

cédemment employé par Boeing. Wright Electric se prépare à réaliser le premier vol d'un appareil à motorisation électrique offrant neuf places en 2019. Par le passé récent, la jeune pousse a réalisé une série d'essais en vol avec un biplace à motorisation électrique, construit en coopération avec Axter Aerospace, une société spécialisée dans la motorisation électrique et hybride destinée aux avions légers.

Wright Electric a annoncé en avril 2018 que la société travaillait en partenariat avec Jetex, entreprise créée en 2005 et dont l'ambition est de développer

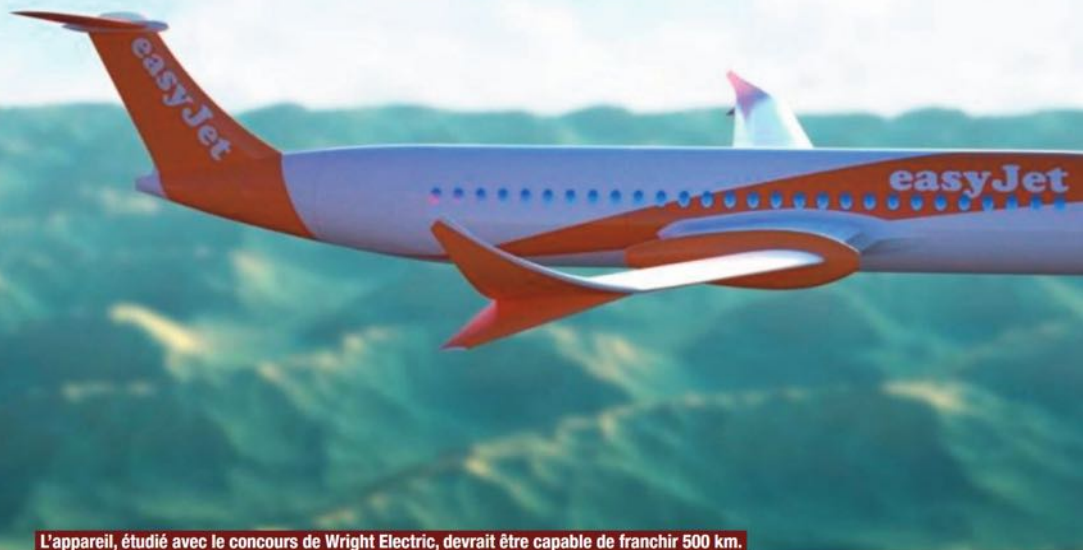


ENTREZ DANS „L'AIR“ DE L'INDUSTRIE 4.0 AVEC NCSIMUL

DES LOGICIELS DE SIMULATION DE CODE ISO ET
DE MONITORING À LA MESURE DE VOS BESOINS

 SALON DU BOURGET
17-23 JUIN
HALL 2B, STAND D157





L'appareil, étudié avec le concours de Wright Electric, devrait être capable de franchir 500 km.

une infrastructure destinée à soutenir les vols d'avions électriques. Si l'aventure devait débiter à Dubai, Jetex a bien l'intention de s'attaquer par la suite au réseau mondial, avec plus d'une trentaine de FBO. Jetex planifie également d'investir dans la production du premier avion électrique. Wright Electric espère développer un avion commercial court-courrier utilisant une propulsion distribuée reposant sur des lots de batteries remplaçables avec un composé chimique avancé. L'appareil bénéficierait d'une finesse élevée de manière à offrir un haut rendement énergétique. Wright Electric déclare que son appareil sera deux fois

plus silencieux et 10 % moins cher que ceux actuellement en service. Et insiste lourdement sur les émissions de carbone, qui seront réduites au voisinage de zéro. Car, Jeffrey Engler, président de Wright Electric, ne manque jamais de rappeler que le transport aérien dans sa globalité est plus néfaste pour l'environnement que la totalité des voitures à l'échelle mondiale. « En fait, voler représente environ les deux tiers de l'empreinte carbone d'un étudiant américain diplômé. Les déplacements en voiture ne correspondent même pas au dixième de la somme totale de cette empreinte. L'aviation à elle seule émet 781 millions de

tonnes de dioxyde de carbone. En 2050, ce volume sera ou dépassera même les 2 milliards de tonnes. Il est vraiment temps d'inverser cette tendance », affirme Jeffrey Engler.

JETS D'AFFAIRES ET COURT-COURRIERS.

Si Wright vise le segment des bizjets ou des court-courriers, le but est de s'attaquer au domaine des avions commerciaux long-courriers. Mais comme la jeune pousse le souligne « initialement, nous débutons avec des appareils de dimensions inférieures afin de bénéficier des avantages des batteries actuelles et des standards de certifications ».

Pour Wright Electric, le domaine principalement visé est celui de l'aviation d'affaires. Car l'appareil à propulsion électrique est destiné aux vols courts, « de la même manière que les vols de jets d'affaires privés. Si on considère un ensemble de 6 000 vols réalisés en l'espace d'une semaine au moins d'octobre 2016, on s'aperçoit que 44 % d'entre eux sont effectués sur des distances inférieures à 350 nautiques (soit 648,2 km), par des appareils de catégorie Cessna Citation CJ2, CJ3 et autres Embraer Phenom 300, avec une consommation de kérosène proche des 150 gallons par heure de vol (soit 660 l) », avance-t-on chez Wright Electric.



de l'aviation électrique qui ont déjà accumulé une certaine expérience par le passé, puisqu'il s'agit de Jean Botti, père de l'E-Fan électrique et ancien directeur général délégué à la technologie et l'innovation chez Airbus, et Didier Esteyne, ex-pilote d'essai de l'E-Fan, respectivement directeur général de Voltaero et directeur technique. Le projet Voltaero, plus exactement le projet Cassio 1, a pour ambition de faire voler un avion hybride-électrique mû par deux moteurs électriques de 60 kW chacun et d'un moteur électrique arrière de 150 kW, complétés par un moteur à combustion interne de 170 kW. Expliquant le choix d'utiliser une cellule de Cessna 337 Skymaster comme banc d'essai volant, Jean Botti souligne : « Cela nous permet de voler rapidement et d'arriver à la production de l'appareil tout aussi rapidement. Le choix de cet appareil push-pull, produit pour partie en France chez Reims Aviation, nous permet aussi de sécuriser les autorités de certification ». Car, c'est véritablement une technologie de rupture que développe la nouvelle société comprenant déjà onze personnes, dont neuf au bureau d'études. Le Cassio 1 sera en effet doté d'un système de propulsion mixte hybride-électrique assurant, selon le constructeur, « un vol sûr, silencieux, efficace et respectueux de l'environnement ».

Jetex pense qu'avec une autonomie avoisinant les 292 nautiques (soit 540 km), un avion électrique peut charger ses batteries à Dubai et atteindre Malaga en Espagne avant de rejoindre Casablanca au Maroc. « Jetex disposera des stations de charge dans chacun de ses aéroports et nous aidera à concevoir l'avion », assure Jeffrey Engler.

EN AQUITAINE, VOLTAERO CASSIO.

Mais ce n'est pas seulement outre-Atlantique et outre-Manche que l'électrique gagne du terrain. Le dernier projet en date est français, son étude est réalisée en Aquitaine à Royan. Cette dernière est conduite par deux personnages

lement à charger en vol les batteries embarquées des moteurs électriques de l'avion. La charge devrait être de l'ordre de 80 %, le complément étant directement assuré au sol. « Un moteur électrique de 150 kW est associé au moteur à combustion interne. Ils forment ensemble le module de puissance situé à l'arrière de l'avion. Ce module de puissance

procure une fonction de sécurité supplémentaire, offrant une capacité de démarrage automatique et immédiate du moteur thermique afin d'entraîner l'hélice propulsive au cas où le moteur électrique aurait un problème lors des phases de vol critiques, en particulier lors du décollage », explique Didier Esteyne. Pour parvenir à obtenir



SOURIAU - SUNBANK
Connection Technologies



SOLUTIONS FIBRE OPTIQUE

Contacts, Connecteurs, Bretelles et Harnais



INTERNATIONAL
PARIS AIR SHOW

Venez nous rencontrer
Hall 5 Stand C250

Reliable People, Reliable Solutions

www.souriau.com   in



En France, VoltAero va faire voler un démonstrateur, Cassio 1, basé sur une cellule de Cessna 337.

la certification de l'appareil dès 2021. VoltAero va, tout d'abord, faire voler un démonstrateur à partir d'une cellule de Cessna 337, en cours de modification. A ce démonstrateur Cassio 1 viendra s'ajouter ensuite le prototype tout composite Cassio 2. Peu de détails ont cependant filtré sur les caractéristiques de l'appareil de série, ni sur ses coûts de possession, qui permettraient ainsi d'établir une comparaison par rapport aux avions traditionnels. Tout juste ses concepteurs acceptent-ils d'indiquer qu'il présentera une envergure

de 12 m et une autonomie de vol de trois heures trente. Sa vitesse de croisière devrait être de l'ordre de 300 km/h. VoltAero pourrait à terme produire 150 appareils par an.

LA PROPULSION DISTRIBUÉE À L'ÉTUDE.

En dehors de l'hybridation, la motorisation électrique a été également abordée sous forme de propulsion distribuée, laquelle intéresse les industriels, qu'ils soient motoristes ou avionneurs, mais également aussi bien la Nasa avec son X-57 que l'Onera.

Notamment avec le programme Ampère, qui a permis de défricher le domaine de ce type de propulsion et les avantages qu'elle apportera. Si Ampère est aujourd'hui un programme terminé, il va connaître une descendance qu'on peut qualifier d'indirecte. « Nous avons mis en place, il y a quatre-vingt ans, en interne à l'Onera, un petit groupe prospective concernant le domaine de la propulsion électrique pour l'aviation, dans le domaine civil », ajoute Jean Hermetz, adjoint au directeur DCPS, conception et évaluation des

performances des systèmes à l'Onera. Le but était de savoir quel était le domaine de faisabilité qui pourrait être dessiné à travers les différentes technologies qui rentrent dans ce principe de propulsion. Ce qui permettrait d'en déduire quelles sont les briques technologiques les plus essentielles en vue d'en faire une réalité dans le domaine identifié. « Il nous fallait identifier quelles étaient les pistes de recherche à mettre en avant pour faire mûrir ces différentes technologies de façon à ce qu'elles soient prêtes au moment où on nous en fera



**COME &
Meet us**

HALL 4 - Booth E150

PARIS AIR SHOW

your
PARTNER FOR
industrial performance



reelinternational.com



Le VoltAero Cassio 2 sera entièrement réalisé en composites et disposera d'une autonomie de vol de 3h30.

la demande au niveau industriel, remarque Jean Hermetz, puisque notre positionnement à l'Onera est de préparer un certain nombre de technologies de rupture, en tout cas suffisamment novatrices pour qu'elles soient disponibles le moment venu. » Cette étude s'est effectuée avec le concours du CEA Tech, qui s'est notamment focalisé sur tout ce qui était source d'énergie, électronique de puissance et moteur électrique.

ATR-42 OU 72.

« Il en est ressorti un certain domaine de faisabilité pour ce qui retourne de la propulsion électrique. Pour le broser rapidement, cela va de l'aviation légère jusqu'à l'avion régional, en gros un ATR-42, voire même un ATR-72 à propulsion électrique, qui pourrait être hybride. Il y a également certaines possibilités en tout électrique. Potentiellement, s'ajoute également un principe de voler autrement », commente Jean Hermetz.

Le tout électrique réviserait ou modifierait notre conception du vol tel qu'on l'a connu jusqu'alors. Les appareils voleraient à la fois moins vite et moins haut, sur des distances plus courtes. En tout électrique, l'autonomie de l'appareil n'excéderait pas les 1 000 kilomètres.

« Nous avons identifié un certain nombre de technologies clés qui nous ont semblé être en mesure de faire en sorte que des avions à propulsion électrique, dans le domaine de l'aviation commerciale, puissent émerger. Dans ce domaine-là, il y a tout ce qui concerne la propulsion distribuée. Ampère est en quelque sorte un modèle de ce qu'on attend. Le principe est de trouver un certain nombre de moyens, pour améliorer le rendement propulsif », ajoute Jean Hermetz, soit une chasse systématique dans le domaine de l'aéronautique qui n'est pas à franchement parler nouvelle.

Lorsqu'on se penche sur la possibilité de propulser un avion

électrique en ayant recours à des sources d'énergie électrique, on se rend très vite compte qu'il faut être extrêmement économe avec l'énergie. « Une des façons de l'être est d'améliorer le rendement propulsif mais aussi de trouver des façons de mélanger un certain nombre de fonctions de l'avion, qui font émerger d'autres bénéfices. C'est-à-dire de trouver d'autres avantages, opérationnels par exemple, qui justifient la propulsion électrique et qui sont d'autant plus intéressants que le moyen qu'on trouve de la faire marie un certain nombre de capacités bien particulières. Si vous prenez la propulsion distribuée – c'est ce qu'on essaie de mettre en évidence dans le cas d'Ampère –, cela a plusieurs avantages, notamment celui de nous donner des capacités d'hypersustentation en quelque sorte au travers du soufflage de voilure. Nous essayons de marier plusieurs bénéfices attendus – ce qui est possible parce qu'on utilise

l'électricité comme vecteur d'énergie – pour avoir une propulsion avec une certaine efficacité, avoir une certaine redondance des différents moyens de cette chaîne de propulsion – ce qui va dans le sens de l'accroissement de la sécurité ou de la fiabilité du système – et aussi bénéficier de plusieurs autres avantages dont le premier est le soufflage de voilure dont on va tirer bénéfice en termes d'augmentation de la portance à basse vitesse. C'est la première idée générale autour de la propulsion distribuée », développe Jean Hermetz.

PROPULSION ET PORTANCE, CONTRÔLE.

Le deuxième avantage ou la deuxième fonction qu'on peut attendre de la propulsion distribuée, de cet aspect à la fois propulsion et portance, c'est une capacité à contrôler au moins partiellement les mouvements d'attitude de l'appareil autour de son centre de gravité.



SPÉCIAL SALON DU BOURGET

« Ou si vous préférez, utiliser la motorisation pour assurer certaines fonctions de pilotage. C'est relativement évident quand on regarde une configuration comme Ampère : on voit bien qu'on va pouvoir contrôler des dissymétries en dérapage, faire en sorte de réduire les gouvernes à l'arrière, voire même de les supprimer. En tout cas de venir interagir avec les gouvernes aérodynamiques traditionnelles de façon à, sans doute, réduire la puissance nécessaire pour les manipuler, voire les gouvernes elles-mêmes », ajoute Jean Hermetz. Il y a donc des gains potentiels que l'Onera pense positifs au travers de l'usage de ce type de propulsion et par le fait qu'elle marie un certain nombre de fonctions essentielles sur l'avion.

Le fait d'avoir un grand nombre de propulseurs, en termes de fiabilité ou de sécurité du système, prend également un sens différent. La perte d'un

moteur sur quarante entraîne un impact bien moindre en comparaison à un avion bimoteur conventionnel. « Nous proposons ce principe de la partie propulsive – les fans électriques, en l'occurrence – à tout ce qui est derrière en matière de sources d'énergie. Nous avons imaginé des sources d'énergie avec un caractère distribué, toujours pour avoir un aspect redondance qui permet de limiter les effets de la panne d'un système quelconque, et là, plus précisément, de la chaîne de propulsion – de la source d'énergie – sur la forme du dimensionnement et la forme du comportement de l'appareil », commente Jean Hermetz. Ampère dispose ainsi de dix sources d'énergie, sous forme des piles à combustible, qui sont organisées de telle sorte que chacune alimente quatre moteurs. Ces derniers sont répartis de telle manière qu'en cas de panne d'un des propulseurs, les consé-

DACHSER
Intelligent Logistics

NOS DISCIPLINES PRÉFÉRÉES : LA LOGISTIQUE ROUTE, AIR ET MER. ÊTES-VOUS PRÊTS POUR LE TRIATHLON ?

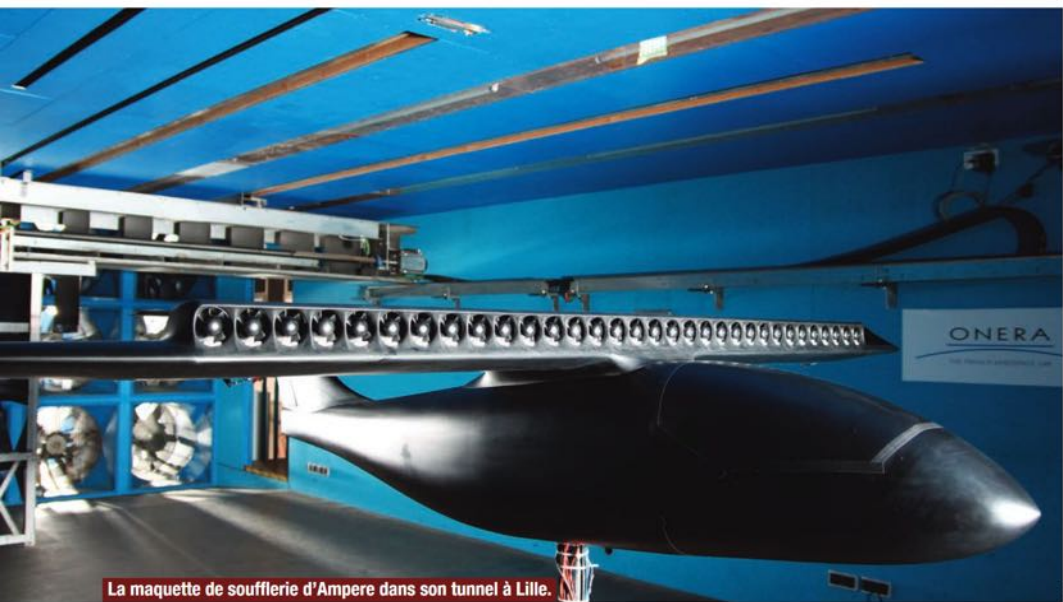
DACHSER Interlocking

Nos athlètes entrent en lice pour l'avenir mondial. Avec nos solutions standardisées, nous assurons la gestion complète de votre supply chain et de vos flux de marchandises et d'information, d'un bout à l'autre de la planète. Par route, air et mer : restez connectés.

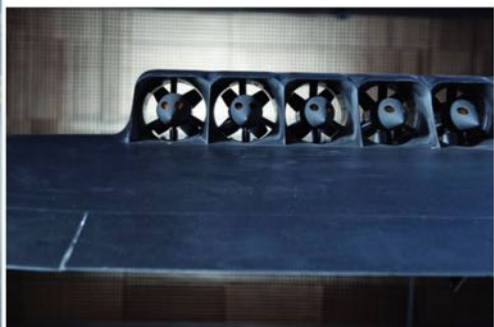




La propulsion distribuée a fait l'objet de l'étude d'un premier concept, Ampere, au sein de l'Onera, qui a été soufflé à Lille.



La maquette de soufflerie d'Ampere dans son tunnel à Lille.



quences au niveau du vol soient le plus limitées possible – les effets dissymétriques en particulier – sur l'ensemble de la propulsion. La propulsion distribuée est une solution qui permet de marier un certain nombre d'avantages, déclenchés par l'utilisation de l'électrique comme vecteur d'énergie. « On ne pourrait pas faire de la propulsion distribuée sans passer

par l'électricité pour la distribution de ces fameux moteurs. Si on devait faire la même chose avec de petits turbo-réacteurs, on perdrait énormément en rendement thermique. Le comportement n'est absolument pas le même lorsqu'on redimensionne des turbo-réacteurs pour les « miniaturiser ». Cette architecture n'est donc viable qu'avec l'électrique, dont on

OLYMPUS

When Safety Matters Aerospace Inspection Solutions



Ultrasons | Ultrasons Multiéléments | Courants de Foucault | Courants de Foucault Multiéléments |
Inspection Visuelle à Distance | Analyse XRF et XRD | Microscopes Industriels



Olympus propose à ses clients une gamme complète de solutions de contrôle non destructif grâce à un portefeuille de produits novateurs reconnus dans les domaines de l'inspection, de l'analyse et de l'imagerie.

POUR NOUS CONTACTER

Olympus France - Division Solutions Scientifiques
19 rue d'Arcueil - CS 700014 - 94593 Rungis Cedex
Tél: 0810 90 11 03 - Email: solutionscientifiques@olympus.fr
www.olympus-ims.com

tire par ailleurs un certain nombre d'avantages, tels que l'hypermotivation, les capacités de commande et de contrôle de l'avion, le soufflage de voilure qui nous apporte de la portance à basse vitesse et une redondance intrinsèque de l'ensemble du système qui va dans le sens d'une amélioration de la fiabilité et de la sécurité du vol », poursuit Jean Hermetz.

MASSE ET RÉSERVOIRS HYPERBARES.

Le plus gros problème, s'il en est un, réside autour de la masse de l'appareil. Car, qui dit électrique suggère batteries ou piles à hydrogène et, en conséquence, la perte de tout gain de masse potentiel.

« L'avion tel qu'il est dimensionné aujourd'hui répond plus

particulièrement à la mobilité à la demande anglo-saxonne, soit d'aller d'un point A à un point B très simplement et sans compétences particulières de pilote, de manière sûre, à décollage et atterrissage courts, en zone urbaine et sans émissions de polluants. D'où l'emploi de piles à combustible qui offrent un rendement de 50 %, bien mieux

qu'un moteur à combustion interne, alimentées par hydrogène, lequel est conditionné par le biais de réservoirs hyperbares qui seront disposés à hauteur de la partie cabine, en arrière et au niveau du centre de gravité... Mais tout cela pèse donc lourd. Le pari d'embarquer l'électrique se paie en masse. Le ratio en énergie massique est de l'ordre



**LES RETOMBÉES D'AMPERE
ONT PERMIS À L'ONERA DE
PASSER AU STADE SUIVANT,
AVEC LE CONCEPT DRAGON**

de 60 entre un carburant de type kérosène et une batterie lithium-ion actuelle. Autrement dit, il faut soixante fois plus de masse pour embarquer la même énergie que celle qui est fournie par le carburant fossile si vous voulez le faire à l'aide de batteries lithium-polymère ou lithium-ion. Si on veut faire un appareil 100 % électrique, il n'y a pas de source d'éner-

gie électrique qui soit à la hauteur du kérosène. Cela se paye en volume et en masse, devrais-je dire essentiellement en masse. Appliqué à notre avion Ampère, l'appareil, qui est destiné à quatre, voire six personnes, va peser 2,4 t. L'envergure sera relativement grande puisqu'elle est de 14,50 m, mais cela reste toutefois raisonnable », ajoute Jean Hermetz. 14,50 m,



UN SAVOIR-FAIRE DES USINAGES AÉRONAUTIQUES

VQT5



..... Affûtage continu.

Goujure optimisée pour une meilleure évacuation des copeaux.

VQT6

Grand rayon latéral

Bout
hémisphérique



www.mmc-hardmetal.com

 **MITSUBISHI MATERIALS**



La propulsion distribuée intéresse également la Nasa, qui a fait une étude de concept autour du X-57.

NASA

c'est certes assez éloigné du dimensionnement d'un Robin DR400, mais moins qu'on pourrait être amené à le penser, puisque l'envergure du monomoteur de tourisme est de 8,72 m. Soit moins du double. Cette voilure abritera l'électronique de puissance, les convertisseurs, les bus amenant le courant triphasé aux consommateurs, autrement dit les moteurs électriques. Le tout dans une logique de réduction de longueur de câble, avec un courant fort générateur de signaux qui pourraient amener des perturbations électroniques. La voilure métallique sera privilégiée pour des raisons de passage de fort courant, des perturbations potentielles, mais également de la dissipation de la chaleur générée et dégagée à la fois par les piles à combustible et l'électronique de puissance.

« Nous avons réalisé un concept plane qui peut voler, qui n'est pas seulement un dessin d'artiste. Ce support d'étude co-

hérent nous a permis d'aborder la partie aéropropulsive. Les essais en soufflerie nous permettent de confirmer nos calculs et d'observer le comportement de cette configuration aux limites du domaine. Dans ce cas présent, ce qui nous intéresse particulièrement n'est autre que le comportement au décrochage, aux grands-angles d'incidence. La propulsion distribuée va aider à recoller les filets d'air lorsque l'appareil vole mais non lorsqu'il est à faible régime et dans des figures inhabituelles. Nous essayons de savoir quelle est la notion de décrochage qu'on a avec ce type de propulsion. S'agissant d'une motorisation novatrice, ce sont des choses qu'on ne sait pas forcément bien prédire aujourd'hui par calcul. Nous pourrions ainsi confirmer, avant de compléter par des essais en soufflerie la connaissance globale du comportement de ce type d'installation motrice sur un avion », prévient Jean Hermetz.

QUALITÉS DE VOL.

Les essais en soufflerie alimenteront également toutes les bases de données orientées sur les qualités de vol. Autrement dit ce qui pourra être attendu d'un couplage entre les gouvernes aérodynamiques traditionnelles et l'utilisation des moteurs comme capacité à faire bouger l'avion autour de son centre de gravité. « Ce qui nous permettra également de construire les lois de pilotage afin de maîtriser le comportement d'un avion de ce type-là. Puisqu'en ce qui concerne les commandes des moteurs, j'imagine mal un pilote disposer de 32 leviers ! Nous allons donc devoir faire appel à du calculateur, qui viendra se positionner dans la boucle de pilotage, sur un appareil de ce type. Il ne peut pas en être autrement. Nous savons également que les effets ne seront pas complètement linéaires, que beaucoup d'entre eux ne seront pas maîtrisables par un pilote humain.

Donc de toute façon, le calculateur sera d'une aide essentielle, il y aura des lois de pilotage bien spécifiques pour cette propulsion », ajoute Jean Hermetz. Depuis, le programme Ampère a été achevé.

« Nous avons poursuivi les essais en soufflerie de façon à disposer d'un modèle aérodynamique complet, puis élaboré des lois de pilotage reposant sur la combinaison des gouvernes conventionnelles et des moteurs en poussée différentielle. Ces lois ont été testées sur simulateur, mais n'ont finalement pas été implémentées dans un calculateur au sens d'un autopilote : pour que cela soit effectivement profitable d'un point de vue essai, c'est-à-dire confronter ces lois à des conditions de vol représentatives, il faudrait les implémenter sur un démonstrateur en vol libre (télé-opéré ou optionnellement piloté à bord selon l'échelle). Ce n'était malheureusement pas accessible dans le

KUKA

FLEXDRILL

_Un nouveau pas vers l'automatisation adaptative

KUKA crée des tendances dans le monde de l'automatisation robotisée. Des tendances qui changent l'avenir. Le robot représente le composant essentiel pour l'usine du futur, au centre de laquelle se trouve l'homme.

Le nouveau concept KUKA FlexDrill élargit la portée de l'automatisation dans la ligne d'assemblage, en combinant la fiabilité d'un robot 6 axes avec la modularité d'un effecteur de perçage léger.

Retrouvez-nous au Salon du Bourget, du 17 au 23 juin 2019, sur notre stand A54 - Hall 6.

www.kuka.com





budget du projet et la solution palliative imaginée un temps en soufflerie n'était qu'une réponse trop partielle pour justifier les développements », poursuit Jean Hermetz.

Cependant, les conclusions sont positives. Car la propulsion distribuée telle que mise en œuvre sur Ampère permet bien d'accroître significativement la portance à basse vitesse, au-delà de ce que fait une hypersustentation classique sur un appareil de ce type. « Elle est opérable sur l'ensemble d'un domaine de vol plus étendu qu'un avion conventionnel équivalent, et les lois élaborées assurent un pilotage sûr à travers la propulsion sur certains axes tout en permettant de réduire significativement certaines gouvernes aérodynamiques », dit encore Jean Hermetz.

A ce jour, il n'y a pas de successeur à Ampère au sens strict. « Mais l'expérience et l'expertise acquises nous ont servi néanmoins de socle pour d'autres

projets déclinant la propulsion distribuée sur des segments différents, par exemple dans le cadre du programme CleanSky 2 où l'Onera propose la configuration Dragon. Enfin, d'autres projets sont en cours de gestation avec nos partenaires industriels pour poursuivre ces investigations, nous y sommes actifs », précise Jean Hermetz. La propulsion distribuée est un concept encore amont, à bas niveau de maturité technologique. « Ce principe est facilité par l'utilisation du vecteur d'énergie qu'est l'électricité, et il est susceptible, selon le régime de vol et la configuration, de porter des avantages multifonctionnels, comme le soufflage de voilure, la BLI soit l'ingestion de la couche limite, le pilotage via la propulsion, etc. Il porte quelques autres avantages intrinsèques comme la redondance des organes de propulsion, la réduction des puissances unitaires », poursuit Jean Hermetz. L'objectif est bien de commen-

cer à évaluer la réalité de ces avantages et en estimer autant que possible les limitations et grands paramètres les conditionnant. « Ces travaux préparent une éventuelle adoption par l'industrie qui résultera de la démonstration d'un potentiel, et c'est bien notre vocation que d'avancer dans cette voie. Enfin, son impact sur la configuration de l'appareil rend son adoption plus complexe, sinon risquée, pour tout un tas de raisons pas seulement techniques mais également industrielles et économiques », commente Jean Hermetz.

Ampère a effectivement eu une descendance, Dragon, développée par l'Onera, dans le but d'analyser dans le détail les avantages et inconvénients de l'utilisation de la propulsion électrique distribuée pour un avion transportant 150 passagers à une vitesse de croisière proche de Mach 0,8.

Caractérisée par un grand nombre de fans électriques lo-

calisés vers le bord de fuite à l'intrados, l'intégration motrice choisie pour Dragon permet d'améliorer le rendement propulsif de l'avion. Par rapport à un avion de ligne mis en service en 2014, l'intégration de la propulsion électrique distribuée, associée aux évolutions attendues des composants de l'avion à horizon 2035, permettrait de réduire de plus de 25 % la consommation de kérosène pour un vol de 800 nautiques (soit 1 400 km). Les bénéfices associés à la propulsion électrique seule se situent entre 5 et 10 %, ce qui reste énorme en comparaison aux gains habituellement offerts sur des appareils classiques tels que ceux qui sont actuellement en service. Équipé de deux turbines consommant du kérosène pour générer de l'électricité, le concept hybride Dragon est une étape pour envisager à plus long terme des nouvelles générations d'avions de transport sans rejets de CO₂.

■ Antony Angrand



« DE LA CONCEPTION À LA FABRICATION
PLUS DE 30 ANS D'EXPÉRIENCE DU COMPOSITE »



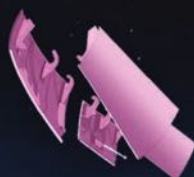
FAIRINGS
DE FUSELAGE



KARMANS
DE MATS REACTEURS



PIECES DE REVOLUTIONS
DE NACELLES



TRAPPES DE TRAIN AVANT
D'ATERRISSAGE



SALON
INTERNATIONAL
DE L'AÉRONAUTIQUE
ET DE L'ESPACE

DU 17 AU 23 JUIN 2019
RETROUVEZ NOUS DANS LE HALL 2B
STAND E139



CCA
CORSECOMPOSITESAERONAUTIQUES

www.cca.fr



Des avions hybrides pour accélérer la transition énergétique

➤ par Jérôme Bouchard chez Oliver Wyman

L'industrie mondiale de l'aviation produit 2 % des émissions totales de dioxyde de carbone et représente 12 % des gaz à effet de serre générés par l'industrie du transport. D'ici à 2028, le trafic aérien devrait augmenter de plus de 60 %, et la taille de la flotte globale va passer de 27 000 avions aujourd'hui à près de 40 000 appareils. Cette croissance du secteur signifie inéluctablement plus d'émissions, et encourage fortement la recherche d'un substitut durable aux énergies fossiles, sous la pression d'une opinion publique de plus en plus consciente et sensible à ce problème écologique.

L'industrie aéronautique dans son ensemble semble désormais prête à prendre le grand virage de la transition énergétique et développe actuellement les briques technologiques qui permettront progressivement de sortir des énergies fossiles. Un avion commercial « zéro émission », équivalent aux Airbus et Boeing actuels, ne sera certainement pas sur le marché avant 2035. Mais quelques pionniers, s'inspirant du monde de l'automobile, explorent dès aujourd'hui des technologies de propulsion hybride permettant d'envisager une réduction des émissions. L'enjeu n'est pas des moindres : absorber les effets négatifs de la croissance du trafic et entamer une réduction significative de l'empreinte écologique de l'industrie aérienne.

L'HYBRIDATION : UNE ÉVOLUTION « GAGNANT-GAGNANT »

D'un strict point de vue écologique, les avantages de l'hybridation sont assez évidents en ce



qui concerne la réduction des émissions en haute atmosphère de CO₂, d'ozone ou autres polluants de type NO_x. La formation des traînées de condensation (les fameuses « contrails » qui alimentent par ailleurs les plus grands mythes urbains sur les réseaux sociaux) serait également moins fréquente, limitant la création de cirrus, donc limitant le réchauffement de notre planète.

Mais outre ces avantages écologiques certains, les compagnies aériennes verraient aussi leur business model positivement impacté par la transition énergétique. N'oublions pas que le kérosène est la première dépense de l'industrie aérienne et pèse lourd sur les comptes et la rentabilité de ces compagnies. Minimiser la dépendance aux énergies fossiles, c'est aussi moins s'exposer aux

TRIBUNE LIBRE

fluctuations du cours du pétrole et garantir une durabilité de cette activité de transport dans la perspective du « peak oil », le tarissement des réserves d'or noir, qui finira bien par arriver un jour ou l'autre.

Pour le passager, l'hybridation présente aussi de nombreux avantages. Elle répond tout d'abord à une attente croissante de durabilité pour les déplacements en avion et va modérer « la honte de voler ». Du point de vue économique, n'oublions pas que le coût du kérosène représente aujourd'hui entre 40 et 50 % du prix d'un billet d'avion. Diminuer la dépendance aux énergies fossiles devrait donc avoir un impact à la baisse sur le prix des billets.

L'industrie aéronautique enfin souhaite tirer parti de cette transition énergétique pour se réinventer, innover en apportant des solutions concrètes aux problèmes écologiques et économiques. L'hybridation va obliger à repenser l'avion commercial tel qu'on le connaît depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale. En modifiant les sources d'énergie présentes à bord et la motorisation, c'est toute l'aérodynamique et donc l'architecture des appareils qui seront modifiées. De nouveaux concepts sont déjà à l'étude, de tailles et gabarits très différents, offrant une belle part à un confort renouvelé pour les passagers et de nouveaux concepts de cabine, désormais rendus possibles par ces évolutions propulsives.

QUELLE STRATÉGIE POUR UN AVION HYBRIDE ?

À l'instar des voitures hybrides, l'hybridation d'un avion nécessite de créer des systèmes de propulsion duals pour faire propulser l'avion au travers de toutes les phases du vol (roulage, décollage, croissance, atterrissage). Durant cette phase de transition énergétique, le réacteur traditionnel sera toujours présent. Cette tech-

nologie éprouvée, largement optimisée par les constructeurs depuis cinquante ans et certifiée par les autorités en charge de la sécurité des vols, dispose malgré tout d'avantages certains. Il est également assez clair que c'est un moteur électrique qui viendra compléter cette association. La véritable question réside dans la nature de l'énergie qui permettra d'alimenter ce moteur électrique : batteries rechargeables (de type lithium-ion) ou pile à combustion (alimentée à l'hydrogène) ?

La batterie à lithium-ion, maintenant utilisée régulièrement dans les véhicules électriques et les smartphones, n'est pas sans poser des difficultés pour l'aviation. Malgré les recherches pour créer des batteries plus légères, la taille et le poids nécessaires pour fournir assez d'énergie à des avions commerciaux pour tenir leurs objectifs de performance (emport de passagers, vitesse, autonomie et rayon d'action) restent un frein. La prochaine génération de batteries aura aussi besoin d'améliorer le temps de recharge si elle doit être utilisée sur des avions qui n'ont souvent qu'un délai de rotation de 30 minutes. Une alternative à ce problème de recharge est celle des batteries interchangeables qui seraient remplacées entre les vols. La question de la durabilité de ces batteries, qui nécessitent à l'heure actuelle l'extraction de terres rares en grande quantité, est également au cœur du débat.

L'hydrogène, d'un autre côté, est une alternative beaucoup plus légère, et surtout plus puissante que les autres sources d'énergie. Beaucoup de dirigeants de l'industrie parlent de l'hydrogène liquide comme la solution, égalant ainsi le modèle à propulsion pour envoyer les fusées dans l'espace. Il s'agirait « simplement » dans ce cas de remplacer le kérosène et d'adapter les réacteurs actuels. La limite

principale de ce type de solution serait le volume nécessaire à bord pour stocker ce gaz liquéfié et fortement pressurisé (environ 4 fois celui du kérosène à performance équivalente) et bien sûr la remise à niveau technique des réacteurs.

Une autre option serait d'utiliser l'hydrogène dans une pile à combustible afin de créer de l'électricité directement à bord de l'avion, qui alimenterait elle-même un moteur électrique. Les seuls rejets de ce type de production électrique seraient alors... de la vapeur d'eau ! Cette technologie semble moins efficace en termes de rapport poids/puissance quand elle est mise à l'échelle d'avion moyen ou long-courrier. Mais sur des plus petits modèles (de type 10 à 20 places), elle pourrait même permettre une propulsion 100 % électrique et propre en se substituant totalement aux énergies fossiles. Couplée aux technologies de vol autonome, cette utilisation de l'hydrogène pourrait ouvrir une porte écologique et économique pour le lancement de nouveaux drones de transport (de passagers ou cargo) sur de courtes distances, d'ici une dizaine d'années.

Aussi prometteuse qu'elle paraisse, de nombreux obstacles se dressent encore sur la route de l'hydrogène. A performances égales, son important volume imposerait un redesign très important des avions commerciaux qui souhaiteraient l'utiliser. La forte pressurisation nécessaire à son emport pose des questions de sécurité lors de l'avitaillement et à bord de l'avion, tout en proposant un challenge technologique pour la création et la certification de réservoirs appropriés. Mais c'est surtout la question de la production et de la distribution d'hydrogène liquide qui représente la principale barrière à la mise en œuvre de cette technologie. A moins d'utiliser de l'énergie renouvelable, l'électricité

nécessaire à produire et stocker l'hydrogène aurait ses propres conséquences sur les émissions. D'importants investissements devront être faits dans les aéroports et un réseau de type « smart grid », avec une production au plus près des lieux de consommation, semble être la meilleure option à date. Elle nécessitera, pour être retenue, une volonté publique et politique sans faille, à la juste hauteur de l'enjeu écologique qu'elle défend.

LE RETOUR VERS L'ESPRIT PIONNIER POUR UNE TRANSITION RAPIDE ET RÉUSSIE ?

Toutes ces technologies sont aujourd'hui en train d'être prototypes. easyJet a testé un système de roulage au sol à zéro émission en utilisant des technologies de piles à combustible à hydrogène, directement couplées au train d'atterrissage. Les recherches au MIT et à l'université de Carnegie-Mellon travaillent à améliorer la vitesse de recharge des batteries à lithium-ion, afin de produire assez de puissance pour un avion transportant des passagers pour décoller. L'objectif initial de la start-up fondée par des chercheurs est de produire une navette aérienne de 12 places utilisant cette technologie d'ici à 2022. Airbus (qui a récemment rejoint l'Hydrogen Council) et la compagnie aérienne SAS ont annoncé un partenariat pour un avion électrique court-courrier dans les dix prochaines années.

Les lignes sont dès à présent en train de bouger et même si la voie technologique reste à définir, l'hybridation apparaît comme la seule voie vers une transition énergétique durable pour l'industrie aéronautique. Elle pourrait alors reprendre le rôle qui lui va si bien depuis ses débuts : celui de pionnière, entraînant les autres secteurs du transport avec elle vers un futur meilleur et plus durable.



LE TAXI AÉRIEN URBAIN

Par Antony Angrand



ID AERO
CONSEIL & PUBLICATIONS

L'EXPERT FRANÇAIS DE LA DATA AÉRONAUTIQUE

www.id-aero.com



Mai 2016 Juin 2016 Juil 2016 Août 2016 Sep 2016 Oct 2016 Nov 2016 Déc 2016 Jan 2017 Fév 2017 Mar 2017 Avr 2017 Mai 2017

- ✓ Besoin d'**analyses** et de **formations** sur les marchés de l'aéronautique, de la défense et du transport aérien ?
- ✓ Besoin de **données** expertisées voire exclusives ?
- ✓ Besoin d'**indicateurs** de retournement de marché ?

Appelez les experts d'ID AERO au 33(0) 1 56 29 20 20

UN FUTUR TRES PROCHE



LE TAXI AÉRIEN URBAIN EST LE SEGMENT QUI REVENDIQUE LA PLUS FORTE CROISSANCE EN NOMBRE DE PROJETS. SANS SURPRISE, LES AVIONNEURS ONT DÉVELOPPÉ LEURS PROPRES CONCEPTS, AIRBUS ET BELL EN TÊTE. EN DÉPÎT DE LA PROXIMITÉ DES VOLS DE DÉMONSTRATION, QUI INTERVIENDRONT DÈS 2021, CE MARCHÉ SPÉCIFIQUE VA ÊTRE SOUMIS À DES ÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES, MAIS ÉGALEMENT À UN ÉCRÉMAGE DES CONCEPTS.

Avec près de 170 programmes d'aéronefs électriques en cours de développement et 200 d'ici à la fin de cette année, l'aviation électrique est un marché en pleine croissance. Notamment dans le segment du transport aérien urbain, qui cumule à lui seul la plus forte proportion de programmes lancés, avec une envolée depuis la mi-2018 où le nombre de concepts et/ou projets a crû de 50 %. Les avionneurs ne sont pas en reste, qu'il s'agisse d'Airbus ou de Bell, même certaines sociétés plus

exotiques s'y sont mises — citons la célèbre marque de voitures de luxe Aston Martin ou encore Uber pour les plus connues. Le dernier en date à avoir lancé son programme n'est autre qu'Airbus, qui a effectué le premier vol du démonstrateur technologique CityAirbus le 3 mai 2019, un premier décollage sécurisé car l'aéronef était relié au sol par des câbles de sécurité. « Démonstrateur technologique signifie que cet appareil sera testé en vol et que les résultats seront incorporés dans le cadre du dé-

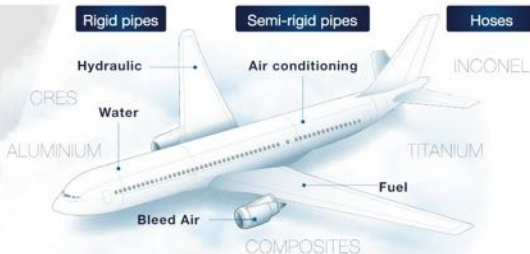


veloppement d'un prototype, lequel sera très similaire à un futur appareil destiné à la production », commente le responsable du programme City Airbus, Marius Bebesel. « Cet essai avait notamment pour but d'évaluer plus en détail les performances des systèmes de propulsion et de contrôle », a précisé Airbus. Le démonstrateur technologique a d'abord fait l'objet d'une campagne d'essais au sol, à Taufkirchen, en Allemagne, par le biais d'un Iron Bird. Cet équipement a permis avant le premier vol la vérification de tout le système de propulsion de CityAirbus, développé par le département E-Aircraft Systems d'Airbus. Ce banc d'essai de propulsion électrique a permis de reconstituer et d'opérer toute la chaîne propulsive, des commandes de vol jusqu'aux charges dynamiques des hélices, aussi bien sous l'angle électrique que mécanique ou encore thermique. Une fois parvenu à maturité et vérifié sur l'Iron Bird, le système propulsif a été intégré au démonstrateur à la mi-2018. Cet équipement a été en partie développé et produit par Siemens dans le cadre de la coopération entre les deux industriels. CityAirbus se destine à transporter jusqu'à quatre passagers au-dessus des villes au trafic routier congestionné, par le biais d'une motorisation uniquement électrique, soit des batteries lithium alimentant un total de quatre moteurs électriques, qui entraînent quatre doubles rotors carénés. « La propulsion électrique permet de voler sans émettre de pollution ou de bruit liés à l'emploi d'une

TECALEMIT
AEROSPACE
Group

Aerospace pipes and hoses

for all circuits,
all technologies,
all aircrafts



Come and meet us at HALL 2B- BOOTH C108

motorisation thermique. Grâce à ces moteurs électriques et aux rotors carénés, nous disposons d'une bonne base en termes de réduction d'empreinte sonore. Ce qui veut aussi dire que nous pouvons également changer la configuration de l'aéronef, de telle manière qu'il soit moins onéreux à opérer qu'un hélicoptère. Mais, en même temps, son spectre de missions est plus que limité. A l'image des autres Adave (aéronefs à décollage et atterrissage à motorisation électrique), sa vitesse et son autonomie sont réduites, destinées seulement à un usage de transport en environnement urbain », ajoute Marius Bebesel. Si la motorisation électrique apporte des avantages indéniables, la source d'approvisionnement par le biais de batteries n'est pas forcément pour Airbus le concept qui sera retenu sur un taxi aérien urbain destiné à être produit en série. « Nos essais nous permettront de glaner une connaissance précieuse dans ce domaine. Les batteries seront rechargées ou échangées entre les vols, ces deux options sont envisageables et nous n'avons pas encore pris de décision à ce sujet. Les batteries sont les sources d'énergie les plus sophistiquées pour les aéronefs. Nous testons le démonstrateur avec des batteries, mais nous



Toute l'équipe de techniciens et ingénieurs liée au premier vol de City Airbus, réalisé le 3 mai 2019.

restons ouverts à d'autres sources énergétiques si de meilleures solutions viennent à émerger. Nous pensons que l'hydrogène offre des alternatives intéressantes. Ce qui important en ce qui nous concerne, c'est que l'appareil reste neutre en termes de dégagement de CO₂ », poursuit Marius Bebesel.



Le City Airbus, lorsqu'il fut dévoilé à la presse. La motorisation de l'aéronef repose uniquement sur des batteries pour le moment.



DES VIES SAUVÉES À L'HORIZON... ET SI C'ÉTAIT VOTRE PLUS BELLE MISSION ?

Transmettre tout ou partie de vos biens, c'est permettre des milliers de missions humanitaires pour voler au secours d'enfants en détresse. Par cette démarche simple d'une très grande générosité, vous deviendrez, aux côtés de nos pilotes experts, le co-pilote de chacune de nos missions et à jamais un héros dans le cœur de nombreux enfants.

Aviation Sans Frontières est une association reconnue d'utilité publique habilitée à recevoir des legs, donations et assurances-vie.



Demande de
documentation gratuite sans engagement

à retourner à André Fournérat,
Aviation Sans Frontières, Orly Fret 768,
94 398 Orly Aéroport Cedex

☐ OUI, je souhaite recevoir en toute confidentialité le guide sur les legs, donations et assurances-vie d'Aviation Sans Frontières



AVIATION
SANS FRONTIÈRES
FRANCE

☐ M^{me} ☐ M^{lle} ☐ M.

Nom :

Prénom :

Adresse :

Code postal : Ville :

Téléphone :

E-mail :



André Fournérat,
ancien président d'Aviation Sans Frontières, se tient à votre disposition pour toute demande : n'hésitez surtout pas à le contacter par téléphone au **06 11 84 67 74** ou bien par e-mail à l'adresse **andre.fournerat@asf-fr.org**

BELL OPTE POUR L'HYBRIDE.

Bell, de son côté, a opté pour une solution mixte, à savoir une motorisation hybride. L'avionneur a dévoilé la configuration de son taxi aérien, Nexus, accompagnée d'un modèle à échelle 1 de son aéronef à décollage et atterrissage verticaux, au salon CES 2019 (Consumer

Electronics Show) de Las Vegas qui s'est tenu du 8 au 11 janvier 2019. Le taxi aérien Bell Nexus est mû par un système de propulsion hybride-électrique qui met en œuvre le concept de sustentation par jet, propre à Bell, avec six soufflantes carénées orientables.

Si Bell a dirigé la conception, le développement et la produc-

tion des systèmes de décollage et atterrissage verticaux de son aéronef, Safran a fourni les systèmes d'entraînement et de propulsion hybrides. D'autres sociétés y ont participé telles qu'EPS, qui s'est occupée des systèmes de stockage d'énergie, et Thales qui a fourni le matériel et les logiciels d'ordinateur de vol. Moog a mis au point les

systèmes d'actionnement des commandes de vol, tandis que Garmin a intégré les systèmes avioniques et l'ordinateur de gestion du véhicule. L'ensemble propulsif de cet aéronef multi-rotors à décollage et atterrissage verticaux (ou système de propulsion hybride-électrique - Sphe) est capable de produire plus de 600 kWe. Il a été testé

**LA VISION BELL DU
TAXI AÉRIEN URBAIN,
AVEC EMPLOI D'UNE
MOTORISATION
HYBRIDE.**



AIR&COSMOS

INTERNATIONAL

MAGAZINE

DIGITAL
IN ENGLISH



5 digital issues per year
Subscription: 77 €
abo@air-cosmos.com



Le Bell Nexus présenté sous forme de maquette grandeur nature à l'occasion du salon Consumer Electric Show, rotors inclinés.

au banc en juin 2018, à une puissance de 100 kW.

Un Sphe fonctionne avec une distribution de l'énergie thermique et électrique, selon les différentes phases de vol, vers plusieurs rotors. Il se compose de trois sous-systèmes : un système de génération de l'énergie avec un turbogénérateur et des batteries, un système de gestion de la puissance électrique et des moteurs électriques qui assurent la portance et la propulsion. Safran a donc développé ce système propulsif hybride-électrique. Ce qui caractérise le taxi aérien urbain, c'est également sa dimension de marché à grande réactivité. Comme le commente Stéphane Cuelle, directeur R&T et Innovation chez Safran, pré-

sident du Conseil pour la recherche aéronautique civile (Corac), du conseil d'administration du programme de recherche européen CleanSky, le développement de ces aéronefs est nettement plus rapide que celui des avions de transport classiques, tels qu'on les rencontre au sein des compagnies aériennes. Ce qui explique également l'émergence exponentielle de nouveaux concepts de taxi aérien urbain, ces derniers mois, dépassé le fait que les vols de démonstration sont annoncés avec une proximité étonnante, en 2021 pour certains. Cela a conduit certains industriels à revoir leur mode de conception, plus précisément de prototype et d'industrialisation.

« Aux alentours de 2014, nous sommes alors passés de la R&T (recherche et technologie) à la RTDI, c'est-à-dire l'intégration de la partie développement et industrialisation à la R&T. Nous avons ainsi amené une vision industrielle et de développement sur les équipements et prototypes de R&T, soit du prototypage déjà pensé pour être intégré dans de nouvelles générations d'aéronefs », développe Sonia Dhokkar, directrice ligne de produits chez Safran Electrical & Power.

« Il s'agit de spécifications poussées, l'industrialisation est l'axe principal de ces développements, puisqu'on se concentre sur les coûts, calendrier, la maturité et la qualification de nos prototypes, destinés à des

démonstrations en vol, qui sont représentatifs de produits finaux. Typiquement, la motorisation destinée au Bell Nexus est le meilleur exemple, la version produite en série de ces équipements ne changera pas drastiquement. Le retour de la campagne d'essais en vol nous permettra de peaufiner, de modifier certaines choses, mais le produit en lui-même intègre déjà toutes les contraintes de la production en série.

En qualité de responsable ligne de produits, j'ai standardisé l'approche briques technologiques (brick building). En 2017, le premier démonstrateur qui intégrera la logique de modularité de briques technologiques était celui d'un équipement de roulage, avec un actionnement tout



électrique réalisé en partenariat avec Safran Landing Systems. Ce projet fut une belle réussite avec démonstration en vol, qui a permis de montrer la compétitivité, la maturité, l'efficacité d'un système d'actionnement électrique en remplacement d'un équipement hydraulique. Développé en un an et demi, ce système vit son cycle de développement compressé par trois. » Cette logique de prototypage et de construction a amené directement Sonia Dhokkar vers un autre projet, qui a conduit Safran à soumettre une offre de motorisation à Bell, dans le cadre de ce qui ne se nommait pas encore le Nexus.

« Safran a alors lancé le développement de la smart machine. Cet équipement hautement intégré a été pensé pour

répondre aux contraintes, principalement de masse et de volume, pour pouvoir proposer une solution plug'n'play. Le premier smart moteur, sous forme de prototype, a été développé en mai 2017, à la suite d'une idée lancée fin 2016. Il nous a permis de pousser les limites en allant chercher les performances maximales. Il a été utilisé dans le cadre d'une démonstration statique sur un banc au sol de 100 kW sur un Adav, avec le concours de Safran Helicopter Engines. Ce banc intègre une génération de courant électrique, un système de redressement de ce courant et quatre smart moteurs pilotés en parallèle pour une plateforme de propulsion hybride, dans laquelle Safran Helicopter Engines apportait l'APU, qui intégrait la génératrice. Son énergie était redressée, nous pilotions les quatre moteurs et leurs hélices. Cette démonstration, qui a eu lieu fin 2017, visait à observer le gain et les

performances des smart moteurs d'un point de vue fonctionnel. Précédemment, en mai-juin 2017, nous avions déjà réfléchi à intégrer encore plus de performances et gagner davantage de densité de puissance sur nos smart moteurs. Ce qui nous a conduits à lancer notre deuxième génération de smart moteurs, l'EngineUS 45. Nous avons pu gagner en intégration et en densité de puissance. Pour vous donner une idée, sur le premier Vtol, nous étions sur du 23 kg pour 45 kW en permanent, 60 kW en transitoire. Pour les mêmes performances, sur le second standard, nous étions aux environs de 17 kg. Le gain a été considérable, avec les mêmes fonctionnalités.

Avec l'opportunité du démonstrateur destiné à Bell, nous avons extrapolé la logique de la smart machine vers la smart generation. Le smart générateur est une machine inversée, qui permet de faire le prélèvement

électrique, redresser l'énergie, l'emmener vers un bus DC (courant continu) et le distribuer vers les différents smart moteurs. A partir de là, nous avons commencé sur le système de génération à proposer un redressement actif qui permet de piloter la charge et la décharge de la tension de batterie. Cela nous a permis de proposer un management complet de la chaîne électrique de propulsion, qu'elle soit hybride ou totalement électrique. C'est sur cette proposition technique que nous avons été sélectionnés par Bell, pour concevoir le système électrique complet de démonstrateur Nexus. »

Pour Bell comme pour Airbus, l'avenir se conjugue, en matière de taxi aérien urbain, en mode autonome. Mais avant d'arriver à ce stade où les passagers pourront embarquer dans l'aéronef, effectuer leur voyage et arriver à destination, il y aura vraisemblablement au moins un, voire deux stades transitoires.

 sofitec

n e w

ACCURACY IS AN ATTITUDE

OPERATING
facilities



2019

**AUTOMATIC PAINTING LINE
SURFACE TREATMENTS
STRETCH FORMING**

**SHEET METAL COMPLEX PARTS
HEAT TREATMENTS
LOGISTICS**

**FIND US IN
PARIS AIR SHOW**

**HALL 1
BOOTH F328**

CURRENT AND FUTURE MEGACITIES 2015 - 2030

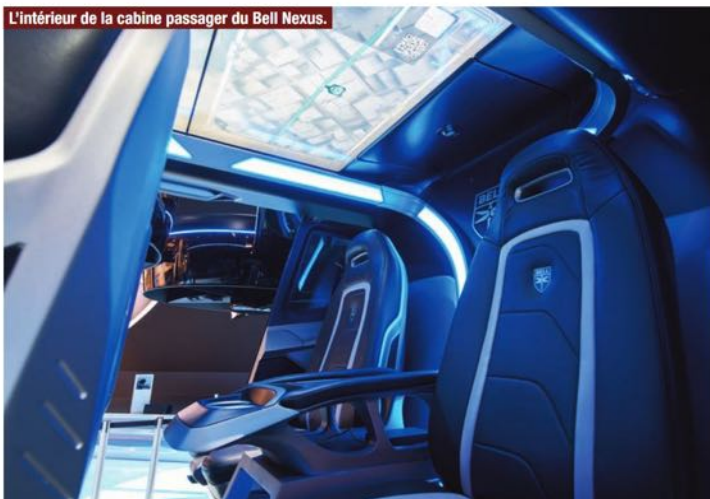


En 2030, environ 5 milliards de personnes vivront dans les villes. La troisième dimension donnera une nouvelle perspective à la mobilité urbaine.

AUTONOMIE ET ABSENCE DE PILOTE.

L'avenir du taxi aérien urbain, s'il est destiné à être autonome et sans pilote, commencera par... la présence d'au moins un pilote à bord. Sur ce point, à peu près tous les constructeurs partagent la même opinion, qu'il s'agisse d'Airbus ou de Bell pour ne citer qu'eux. « CityAirbus peut voler sans l'aide d'un pilote, mais pour des raisons d'acceptation de la part du public, un opérateur sera présent à bord au commencement, de manière à ce qu'il puisse intervenir en cas d'urgence », détaille Marius Bebesel. Acceptation du public... Il sera très probablement nécessaire d'« éduquer » la population et de la préparer à l'absence de pilote professionnel dans le cockpit. Mais en élargissant ce point de vue, le taxi aérien électrique

L'intérieur de la cabine passager du Bell Nexus.



ou hybride est confronté à deux problèmes nécessitant d'être résolus. Le premier réside autour de la question de la réglementation applicable et pas seulement en termes de certification de type. La plus en vogue est la CS-23, dont les évolutions permettent de définir des objectifs à atteindre en laissant plus de liberté aux concepteurs, autorisant ainsi l'arrivée de projets innovants dont les concepteurs devront justifier le niveau de sécurité. Raison pour laquelle elle intéresse particulièrement les sociétés, jeunes pousses ou aviateurs ayant un concept, projet ou démonstrateur de taxi aérien urbain. La problématique de la certification de type reste néanmoins mineure par rapport à celle de l'absence de pilote dans ce qui sera équivalent à un cockpit, car elle est conditionnée par l'évolution de l'intelligence artificielle et l'évolution de l'avionique. Avant tout conditionnées par celle des algorithmes. Mais, pas

n'importe lesquels. « Implémenter une forme d'avionique ou d'assistance au pilotage se base sur des algorithmes dits d'apprentissage, qui ne sont pas forcément déterministes, ce qui constitue un gros problème du point de vue de la certification. Parce que le fait que cet algorithme ne soit pas complètement déterminé, qu'on ne puisse pas prédire au moment de la conception la sortie spatiale et temporelle de son fonctionnement, est un vrai problème. Malgré tout, ce sont des outils qui sont très puissants, il est donc normal que les concepteurs s'y intéressent », mentionne Jean-Christophe Sarrazin, responsable d'unité de recherche ingénierie cognitive à l'Onera.

Les futures interactions entre l'avionique et le pilote restent une vraie question. Pour reprendre l'exemple précédemment cité, la reconnaissance vocale est une manière d'interagir avec un système. « En premier lieu, est-ce qu'il s'agit d'une avionique

apprenante ou déterministe, dans le sens où les capacités d'action qu'on donne avec l'opérateur n'ont rien à voir avec la nature de l'avionique, qui est implémentée. Il faut distinguer la nature de l'avionique, soit l'algorithme, de la façon dont on veut interagir avec l'Homme. Cela peut entraîner un certain nombre de questions. Il y a ces algorithmes apprenants, qui eux sont assez puissants puisqu'il s'agit d'algorithmes basés sur des réseaux de neurones (systèmes dont la conception est à l'origine schématiquement inspirée du fonctionnement des neurones biologiques), des outils caractérisés par un nombre de variables assez importants, très puissants d'un point de vue computationnel – ils peuvent apprendre et prédire énormément de choses, mais en même temps être très muets sur leur fonctionnement. C'est-à-dire que vous avez un "pattern" (un modèle) de données en entrée, une réponse qui peut être

faite en sortie, mais la façon dont l'algorithme a fonctionné pour pouvoir vous donner une réponse reste très opaque. Il est très difficile pour l'opérateur de comprendre ce qui s'est passé », prévient Jean-Christophe Sarrazin.

Un des enjeux aujourd'hui est d'être capable de concevoir des avioniques dotées de capacités computationnelles assez importantes, comme les algorithmes apprenants, mais tout en donnant un certain nombre d'informations à l'opérateur pour que cet algorithme reste lisible par ce dernier. « C'est un véritable enjeu, au sens où la question est de savoir comment cet agent artificiel ou conversationnel va coopérer avec l'agent humain. Pour que cette coopération soit efficace, il faut qu'elle soit lisible. Pour faire le lien avec la certification, c'est un enjeu important car si un algorithme est lisible, il est beaucoup plus facilement accepté par l'utilisateur et c'est un des critères importants dans le pro-

FARO®

FARO® LASER TRACKERS VANTAGE DOTÉS DE LA NOUVELLE SONDE 6PROBE

LA NOUVELLE NORME EN TERMES DE VALEUR,
PERFORMANCE ET POLYVALENCE

Rendez-vous au salon Measurement World à
Paris, du 24 au 26 septembre 2019



La métrologie 3D à grande échelle est plus rapide et plus facile avec la nouvelle sonde 6DoF 6 Probe

Augmentez votre productivité et vos performances avec les nouveaux FARO Vantage^{6P} et Vantage^{6P} Laser Trackers et 6Probe

- Mesurez les zones cachées qui se trouvent hors de la ligne de visée du tracker avec la sonde 6Probe
- Sonde portable sans fil qui augmente considérablement la polyvalence et l'efficacité
- Réduisez la durée des cycles d'inspection jusqu'à 75% avec la fonction ActiveSeek™
- Les seuls laser trackers qui peuvent réaliser des mesures d'angles et de distances en utilisant un seul laser de classe 1, sans danger pour les yeux.
- Portabilité exceptionnelle grâce à l'unité de commande intégrée (MCU), la station météo et les batteries échangeables à chaud.

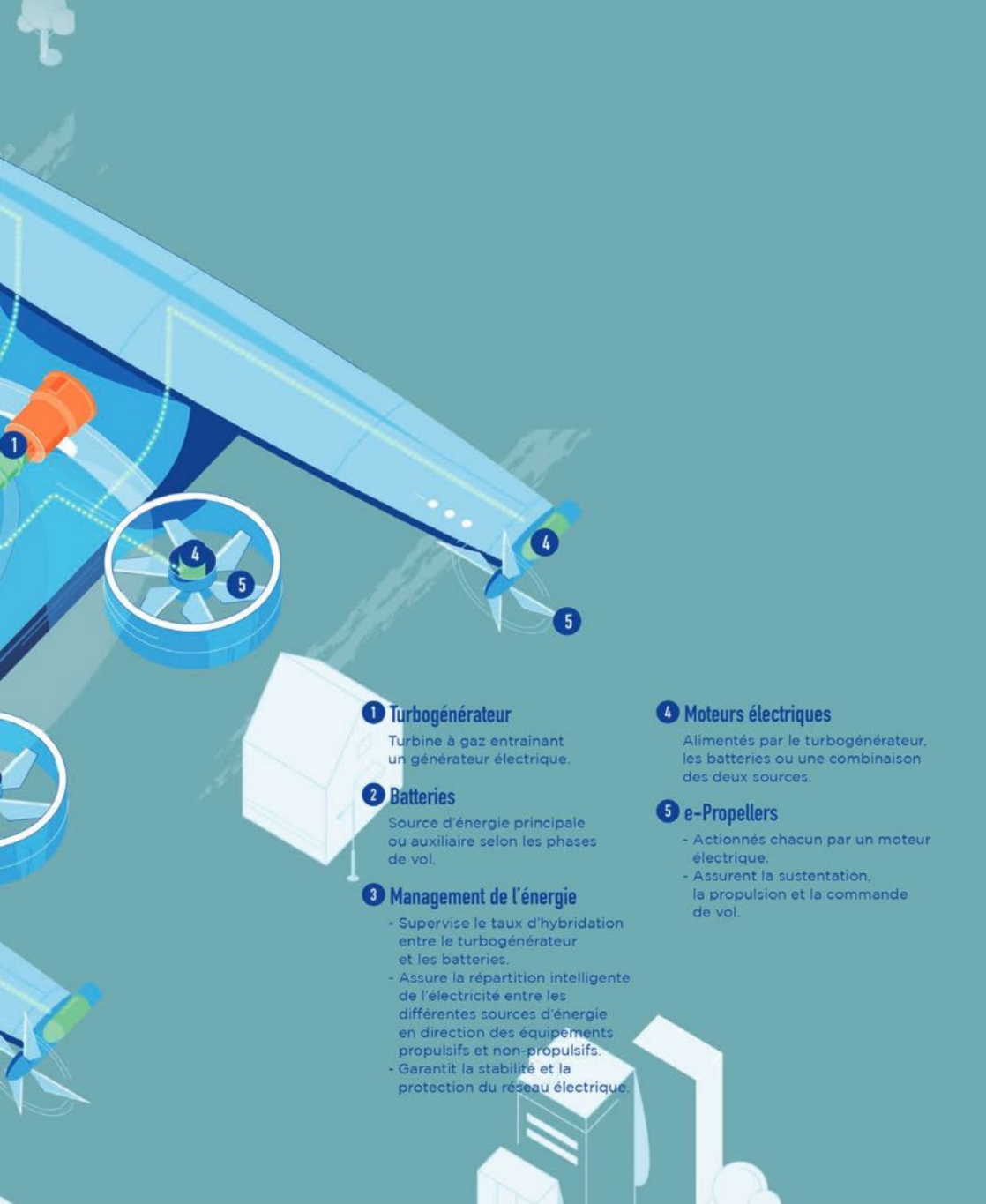


3D MANUFACTURING
The Measure of Success

Contactez-nous : www.faro.com/lasertracker | Numéro gratuit: 0800-3276-7253

An isometric illustration of a futuristic urban air taxi. The vehicle is a blue, elongated pod with a transparent canopy, containing four seats. It is shown in flight over a city street, with dashed lines indicating its path. Three large, circular, blue propellers are visible, two on the sides and one at the rear, suggesting a vertical takeoff and landing (VTOL) capability. The background features stylized white buildings and a light blue sky. The overall aesthetic is clean and modern, with a focus on sustainable urban transportation.

TAXIS AÉRIENS URBAINS ET MOTORISATION ÉLECTRIQUE



1 Turbogénérateur

Turbine à gaz entraînant un générateur électrique.

2 Batteries

Source d'énergie principale ou auxiliaire selon les phases de vol.

3 Management de l'énergie

- Supervise le taux d'hybridation entre le turbogénérateur et les batteries.
- Assure la répartition intelligente de l'électricité entre les différentes sources d'énergie en direction des équipements propulsifs et non-propulsifs.
- Garantit la stabilité et la protection du réseau électrique.

4 Moteurs électriques

Alimentés par le turbogénérateur, les batteries ou une combinaison des deux sources.

5 e-Propellers

- Actionnés chacun par un moteur électrique.
- Assurent la sustentation, la propulsion et la commande de vol.



Embraer a également présenté sa vision du transport aérien urbain, sur base de concepts plus simples. Le taxi aérien urbain pourrait connaître une utilisation en remplacement des hélicoptères, notamment et surtout au Brésil.

cessus de certification », remarque Jean-Christophe Sarrazin.

Ces systèmes intéressent les industriels car les exigences de sécurité sont élevées, importantes en aéronautique. Pour pouvoir arriver à ce niveau d'exigence, il a fallu automatiser, développer un certain nombre de systèmes, qui ont un petit peu supplanté l'activité de l'opérateur, qui, lui, n'est pas infallible. « Aujourd'hui, l'idée est d'aller vers des systèmes de plus en plus autonomes, tout en gardant malgré tout l'opérateur, l'utilisateur, le pilote dans la boucle. C'est déjà le cas : il y a des systèmes très évolués qui sont caractérisés par des possibilités, un nombre de transitions de modes très important, comme sur les pilotes automatiques d'Airbus où on frôle les 500 transitions possibles, ce qui est donc très complexe. Lorsque le pilote ou l'équipage doit le superviser, il est impératif que le pilote automatique soit capable de renvoyer des informations pour que ces derniers puissent en suivre l'historique.

Aujourd'hui, la façon dont les choses sont envisagées est radicalement différente. Nous ne sommes plus dans le cas où on a un équipage qui supervise un équipement totalement déterministe, mais une sorte de copilote électronique qui gère un certain nombre d'automatismes et qui renvoie à l'équipage un certain nombre d'informations sur ce qu'il est en train de faire. Pour que l'équipage soit capable de rester dans la boucle et de reprendre la main de manière efficace, le cas échéant, il faut que ce copilote électronique soit suffisamment lisible et prédictible », insiste Jean-Christophe Sarrazin.

Le projet MMT (Man Machine Teaming) est un plan d'études amont et concerne notamment l'intelligence artificielle et son intérêt pour la conception d'agents électroniques numériques en interaction avec l'équipage ou le pilote. « Cela a donné lieu à une trentaine de thèmes de recherche dans cet appel à projets. Tous ont un dénomina-

teur commun, celui de l'interaction de l'individu avec des systèmes intelligents », indique Jean-Christophe Sarrazin.

Le futur de l'avionique concerne également un domaine dans lequel les projets foisonnent à l'heure actuelle, celui du transport aérien urbain à la demande. Airbus, Bell Helicopter, Uber, mais aussi la Chine et d'autres entreprises françaises s'intéressent à ce mode de transport. C'est très certainement dans ce domaine que les évolutions sont le plus à attendre, puisqu'il est question de rendre à terme ce vecteur de transport – ces futurs aéronefs automatisés – sans pilote, au moins sans présence physique d'un pilote dans le cockpit, ou de ce qui en tiendra lieu.

« Il y a des projets d'automatisation, mais il y aura malgré tout un opérateur déporté. Il est clair que cela va complètement modifier sa manière de travailler, mais aussi sa façon de percevoir. Il y a plusieurs pistes envisageables. La première serait celle de l'auto-

matisation extrême, qui comporterait une intervention humaine limitée à celle d'un contrôleur aérien, qui donne des ordres de haut niveau, qui gère les espaces ; elle serait compatible avec des moyens de visualisation et d'interaction beaucoup plus naturels. Dans notre jargon, nous parlons de moyens "enactive", soit des interactions non symboliques ou non numériques, qui n'existent que dans le fait d'agir. C'est-à-dire la visualisation d'une situation au travers de systèmes de réalité virtuelle ou augmentée. Est-ce qu'on pourra avoir une visualisation déportée de sorte que, ponctuellement, le contrôleur puisse prendre la main sur un aéronef en particulier et restituer une physique optique, gravito-inertielle, comparable à celle qu'il ressentirait dans l'avion ? Ce genre de technologie peut sembler intéressant dans des situations un peu particulières », assure Jean-Christophe Sarrazin.

Tout comme ce fut le cas lors du passage du mur du son, il y



aura inévitablement des phases de transition qui seront, comme le furent celles qui précéderont le franchissement de Mach 1, difficiles à gérer. « On peut imaginer qu'au sein de cette phase de transition, la capacité à concevoir et à construire des systèmes autonomes qui se comportent comme des systèmes habités sera un défi très important. Par exemple, la façon dont un véhicule autonome doit se comporter doit-elle être similaire à un aéronef piloté in situ ? Avant d'arriver à des aéronefs totalement automatisés, va-t-on limiter l'équipage à un seul pilote ? Et dans ce cas, pourra-t-on concevoir des agents artificiels suffisamment lisibles ou qui fonctionnent de manière anthropomorphe, c'est-à-dire sur des schémas de pensée comparables à ceux de l'Homme ? Sera-t-on capable, dans cette interaction système-Homme, de caractériser l'état de différentes fonctions cognitives ? D'abord, est-ce qu'il en a la capacité et si

tel n'est pas le cas, est-ce que l'agent sera capable de prendre en charge certaines phases du vol ? Entre l'état extrême qui est facile à caractériser et d'autres états, il y a le stress, la capacité du pilote à intégrer de nouvelles informations, à les utiliser de manière efficace, sans parler de la fatigue », observe Jean-Christophe Sarrazin.

Caractériser l'état du pilote dans un temps plus ou moins contraint au cours de ces phases de transition avec suffisamment de robustesse, en tenant compte des perturbations qui sont celles d'un cockpit, risque de ne pas être aisé. « Mesurer l'activité électrique d'un cerveau reste très compliqué dans un environnement très pollué par l'électromagnétisme. Adapter la façon dont l'agent artificiel va prendre ou libérer un certain nombre de fonctions, ce sont des questions très importantes. Pour le moment, pour ce qui relève de cette phase de transition, je pense que nous avons pris de l'avance

sur l'état stable, soit celui qu'on pourrait observer lorsque tout sera autonome. On sort de la boucle opérateur, on simplifie un certain nombre de choses », relate Jean-Christophe Sarrazin.

L'interaction avec le pilote, l'individu, que ce soit la question du contrôle actif, de la supervision ou de l'interaction avec un système intelligent, a été à peine abordée de son côté. « Aujourd'hui, caractériser l'état d'un individu, à différents niveaux d'analyse, reste, à l'extérieur des laboratoires, assez limité en dehors des états d'incapacité classiques. Mesurer le taux d'oxygène dans le sang est, par exemple, aisé. Mais ce sont tous les états intermédiaires qui sont très difficiles, très complexes à caractériser, tels que les phénomènes de tunnélisation, de fatigue, de stress. Le faire de manière robuste avec quelques données dans un environnement aéronautique, nous en sommes très loin... » conclut Jean-Christophe Sarrazin.

■ Anthony Angrand

evering  **université**
INGÉNIERIE AÉRONAUTIQUE de **BORDEAUX**


Un pôle de formation et d'innovation aérospatial et défense

Des formations créées en partenariat pour
répondre aux besoins des industriels

Une position stratégique
au cœur du secteur aérospatial
et défense bordelais

Des formations de haut niveau en partenariat
avec des grandes écoles et universités internationales





Par Justine Boquet

FAIRE FACE À LA MENACE DRONES



SECURITE

UNE TECHNOLOGIE À DOUBLE TRANCHANT

ALORS QUE LES DRONES SE RÉPANDENT ET REPRÉSENTENT UN MARCHÉ EN EXPLOSION, CES AÉRONEFS PEUVENT AUSSI VENIR POSER DES PROBLÈMES.

Si des applications pouvant venir radicalement changer nos sociétés ont émergé (livraison de colis, de poches de sang et de médicaments, inspection de zones dangereuses, missions de recherche et sauvetage...), les drones peuvent également parfois représenter une menace. En effet, l'émergence des drones va parfois de pair avec un emploi malintentionné ou non collaboratif de cette technologie. Si une réglementation existe dans de nombreux pays du monde, définissant bien souvent les zones interdites au survol, certains télépilotes s'aventurent malgré tout dans ces espaces protégés. Leurs actions ne sont pas forcément de nature malveillante, parfois le drone s'égare, mais cela pose tout de même un problème sécuritaire pour les sites sensibles. Et du côté des usages proprement malveillants, les menaces sont multiples : espionnage industriel, emport de charges explosives, prise de photos au sein de propriétés privées... Face à cela, les gestionnaires d'infrastructures critiques, telles que les aéroports, et les organisateurs d'événements se tournent peu à peu vers des systèmes anti-drones.

Les technologies anti-drones répondent aujourd'hui à au moins un des enjeux sécuritaires liés à ces aéronefs : la détection, l'identification ou la neutralisation. Les systèmes permettant de réaliser les trois actions sont



principalement produits par des industriels de défense et ne sont pas des solutions abordables pour tout le monde. Qui plus est, dans les systèmes militaires, la technologie employée pour réaliser la neutralisation des drones repose principalement sur le brouillage. Or, rappelons que les brouilleurs sont désignés, en France, comme des matériels de guerre. Ils ne peuvent donc être utilisés que par une certaine catégorie d'acteurs. Seuls les militaires, la police, les administrations pénitentiaires et les douanes disposent d'autorisations pour les employer. La plupart des technologies de neutralisation ne peuvent donc pas être utilisées par un civil ou un agent de sécurité. Par ailleurs, l'emploi de brouilleurs peut venir considérablement handicaper les systèmes de communications de la zone concernée, donc freiner les activités et la sécurité de cet espace.

Aujourd'hui, le trio détection-identification-neutralisation représente une solution complète dans la lutte anti-drones. En effet, pouvoir neutraliser un drone sans connaître au préalable sa position pose des limites. Il faudra attendre que celui-ci se trouve dans le champ de vision de l'opérateur de la contre-mesure pour pouvoir enclencher cette dernière. De même, la seule détection du drone ne suffit pas à se protéger de l'aéronef, notamment lors d'événements de grande ampleur. Même s'il est détecté, rien n'empêche le drone de continuer à évoluer dans la zone protégée.

Enfin, un des enjeux majeurs des systèmes anti-drones reste l'identification du télépilote. Pouvoir retrouver l'opérateur est en effet crucial. C'est seulement dans ce cas que la menace se révèle complètement neutralisée.

La lutte anti-drones est donc actuellement une question sur laquelle de nombreux industriels et

centres de recherche se penchent. Les solutions s'avèrent variées, leur efficacité également. Un des défis de cette technologie repose sur la protection des infrastructures aéroportuaires, où la présence d'avions civils vient limiter la performance des systèmes de brouillage. Tout le monde se souvient ainsi des événements ayant eu lieu sur l'aéroport de Gatwick, en décembre 2018. À la suite de la fermeture des pistes, le trafic aérien s'est retrouvé extrêmement perturbé. Par ailleurs, les pertes financières liées à cette intrusion de drones s'avèrent considérables. Il convient donc, pour ces structures, d'adopter rapidement des solutions afin de renforcer leur sécurité. De même, la protection des bases aériennes militaires se retrouve au cœur des préoccupations de l'armée de l'Air. Dans les deux cas, la présence d'aéronefs (civils et/ou militaires) vient complexifier la réponse à apporter.

■ JB



Les avancées technologiques dans le domaine des drones devront être prises en compte par les fournisseurs de solutions anti-drones.

Un rapport de l'institut GlobalData* étudie le marché de la lutte anti-drones et son évolution. Selon les premiers éléments publiés, il apparaît que ce marché est destiné à croître considérablement au cours des prochaines années en raison de la prolifération des aéronefs pilotés à distance. En effet, outre des ventes toujours plus importantes de drones – le marché est estimé à 153 Md\$ –, les usages qui en sont faits poussent également les industriels à développer des solutions permettant de protéger les sites et événements sensibles. GlobalData rappelle notamment les incidents ayant eu lieu sur les aéroports d'Heathrow et de Gatwick cet hiver, mais on peut également citer les attaques menées par des acteurs non étatiques et mettant en œuvre des drones modifiés, capables d'emporter des charges explosives. L'attaque conduite contre le président Maduro, au Venezuela, l'été dernier, en est un exemple. Par ailleurs, l'essor des drones en essaims, comme ils avaient été employés lors de l'attaque de la base russe en Syrie, fait également émerger des préoccupations sur la façon de protéger des infrastructures

critiques. Les essais mettent ainsi en lumière la nécessité de pouvoir faire face à plusieurs drones à la fois. Par ailleurs, les travaux conduits dans le domaine de l'intelligence artificielle devraient renforcer l'autonomie des drones et accroître leur capacité. Ce n'est pas forcément une mauvaise chose. Les missions pouvant être conduites par ces petits aéronefs devraient de ce fait gagner en précision. Mais, tombées entre de mauvaises mains, ces technologies peuvent également faire des dégâts.

L'ANTI-DRONES : UN MARCHÉ EN EXPANSION

FACE À LA PROLIFÉRATION DES DRONES, DE NOMBREUSES INFRASTRUCTURES EXPRIMENT LEUR BESOIN DE SE PRÉMUNIR CONTRE CES AÉRONEFS. LE MARCHÉ DE LA LUTTE ANTI-DRONES A DONC DE BEAUX JOURS DEVANT LUI !

S'ADAPTER.

Les systèmes anti-drones doivent donc être par nature évolutifs afin de pouvoir prendre en compte l'évolution de la technologie drone. Ces aéronefs vont être constamment modifiés afin d'accroître leurs performances. De même, des mises à jour de logiciels peuvent avoir lieu. Les technologies anti-drones devront pouvoir s'adapter à ces nouvelles ruptures technologiques. « Le marché anti-drones devra constamment moderniser ses produits et les adapter aux nouvelles

avancées ayant lieu dans les technologies non habitées. Avec l'expansion du marché des drones et la hausse du nombre d'entités militaires et non étatiques ayant recours aux drones, allant des systèmes emportant des charges utiles lourdes aux mini et microdrones de surveillance, l'offre anti-drones devra faire preuve de flexibilité », détaille GlobalData. En effet, les contre-mesures pouvant être mises en œuvre contre un drone MALE, davantage semblable à un avion de combat, et contre un micro-

Les technologies de neutralisation

De nombreuses entreprises se sont spécialisées dans le développement de technologies de neutralisation de drones. Grandes, moyennes ou petites, la majorité de ces sociétés ont décidé de miser sur le brouillage, bien que cette solution présente des limites. Les formes pouvant être prises par les systèmes de brouillage sont multiples, mais ils fonctionnent à peu près tous de la même façon. Ils viennent ainsi capter les radiofréquences émises par les drones et les brouillent, coupant ainsi la connexion entre le drone et la station sol. Le drone, ne recevant plus les communications, peut alors se poser, activer le mode « return to home » et retourner vers son point de décollage, ou s'écraser.

Parmi les technologies existantes de neutralisation de drones, le marché a vu émerger des fusils anti-drones. Ces systèmes permettent seulement de réaliser la neutralisation du drone, mais peuvent être couplés avec des moyens de détection. La taille de ces fusils est variable, certains étant assez imposants de par leur volume. C'est le cas notamment du système Skywall d'OpenWorks Engineering, dont la version mobile, le Skywall 100, fait 12 kg. Cette technologie permet de tirer des filets ou bien d'émettre des signaux radioélectriques afin d'interrompre la communication entre le drone et l'opérateur. Une version fixe du système existe également, le Skywall 300. Plusieurs entreprises ont ainsi pris le parti de développer une version fixe et mobile de leur système anti-drones. MC2 Technologies propose le Scrambler 100, système fixe composé d'antennes omnidirectionnelles permettant une couverture à 360°, et ainsi de brouiller les communications à l'intérieur de cette bulle de protection. Le Nerod F5, fusil de brouillage, a également été développé par cette société. DroneShield a de son côté mis au point un fusil anti-drones capable de brouiller le signal de l'aéronef. Le DroneGun Tactical, d'un peu plus de 3 kg, dispose d'une portée d'un kilomètre. Le Drone Killer d'IXI

Technology peut quant à lui neutraliser une cible se trouvant jusqu'à 800 mètres de distance. Il vient ainsi couper la connexion GPS ou bien la liaison de commande et contrôle. Quant au système DroneDefender de Battelle, il dispose d'une portée de 400 mètres et d'une autonomie de deux heures. De plus petite taille, le pistolet Dropster de Droptec permet de libérer un filet venant se prendre dans les pales du drone et ainsi de neutraliser l'aéronef.

Dans le domaine des armes employées contre les drones, Lockheed Martin a de son côté développé le système Athena, laser de 30 kW mis en œuvre depuis le sol et permettant de couper la connexion

entre l'objectif », rapporte Lockheed Martin. Cela permet dès lors de calibrer le laser sur le drone. Le point d'impact est défini par l'opérateur de la contre-mesure. L'industriel américain a également mis au point le système Icarus, permettant d'identifier et d'intercepter un drone malveillant. La neutralisation est réalisée grâce à l'envoi de signaux électromagnétiques permettant soit de mettre l'aéronef hors d'usage soit d'en prendre le contrôle et de le faire atterrir sur une zone définie. Raytheon s'est également intéressé à la technologie laser avec son système HEL (High Energy Laser) et aux micro-ondes avec le HPM (High Power Microwave).



Emmanuel Macron avec un fusil anti-drones de DroneShield.

entre le télépilote et le drone. Il s'agit d'une nouvelle version du système Adam (Area defense antiaerial munition) qui mettait en œuvre un laser de 10 kW. « Un capteur permet de localiser la cible, lequel est couplé à une caméra infrarouge permettant de sui-

La société Roboast a, quant à elle, développé un système de neutralisation bien différent, permettant de prendre le contrôle sur le drone en le saturant d'informations. Cette solution permet par ailleurs de détecter la position du télépilote.

drone sont par nature complètement différentes. Les zones dans lesquelles les drones peuvent évoluer sont multiples et les menaces qu'ils représentent également. La réponse doit donc s'adapter à l'aéronef.

DEMANDE CROISSANTE.

Force est donc de constater que la lutte anti-drones est et sera encore un sujet d'actualité au cours des prochaines années. « L'anticipation des attaques mettant en œuvre des drones joue un rôle moteur dans la demande croissante de systèmes anti-drones », rapporte ainsi GlobalData. Il s'agit d'un domaine où de nouvelles technologies vont émerger afin de pouvoir contrer la menace drones et assurer la protection d'installations sensibles. Qui plus est, les systèmes de défense aérienne actuels ne permettent pas de faire face aux aéronefs télépilotes, de bien plus petite taille que les aéronefs traditionnels. De même, les systèmes militaires s'avèrent bien trop coûteux pour la protection d'événements ponctuels ou de sites privés. On constate ainsi que le marché va probablement se diviser en deux parties, avec d'un côté les solutions répondant purement aux besoins des militaires et, de l'autre, des technologies civiles ou duales qui s'adapteront à des opérateurs n'appartenant pas au monde des armées.

ACTEURS INDUSTRIELS.

Une croissance du marché de la lutte anti-drones est donc attendue, et les industriels l'ont bien compris au regard du nombre de systèmes d'ores et déjà commercialisés. Ce marché est aujourd'hui largement dominé par les gros industriels ayant développé une expertise sur le marché de la défense. Thales, Raytheon, IAI, Boeing, Hensoldt se sont notamment penchés sur cette problématique. Le besoin pour les armées de se prémunir contre les drones est apparu rapidement. « Les drones employés par une nation représentent toujours une menace pour les intérêts d'un autre pays et afin d'avoir un système de défense efficace, de nombreuses armées

Drones intercepteurs

Outre les technologies de brouillage, certains industriels ont eu une idée pour le moins surprenante. Mettre au point des drones capables d'intercepter d'autres drones identifiés comme menaçants ou représentant un danger. C'est notamment le cas, en France, de la société Dronetix et de son drone Ouranos Beta. En cours de développement, cet aéronef permet de réaliser l'interception d'un drone de façon autonome. La solution Sparrowhawk de Search Systems va dans le même sens. Elle s'articule ainsi autour d'un multicoptère, le Responder, capable de lancer un filet sur un aéronef intrus à partir des images collectées par ses caméras électro-optique et infrarouge. Theiss UAV Solutions a également fait du drone lance-filet sa réponse à la menace pouvant être posée par les aéronefs pilotés à distance. Le filet vient se prendre dans les rotors de l'appareil, ce qui le fait chuter. Il est également possible de garder le filet attaché à l'Excipio, de façon à pouvoir choisir où poser le drone malveillant. La possibilité de garder le drone au bout d'un câble une fois le filet ayant réalisé la neutralisation est également une solution proposée par Delft Dynamics à travers son système DroneCatcher. Si le drone intercepté est trop lourd, un parachute permet de garantir que l'aéronef sera posé au sol en toute sécurité. La société Airspace met également en œuvre un drone intercepteur dans sa solution Airspace Galaxy Security Platform, lequel est couplé à des technologies de détection permises par le regroupement des informations collectées par différents capteurs. « Nous fusionnons les données collectées par les capteurs et les intégrons dans une cartographie 3D pendant que notre intelligence artificielle réalise une analyse de la situation afin de confirmer que l'objet repéré est bien un drone », rapporte ainsi l'entreprise. Un

drone est ensuite mis en œuvre afin de capturer l'aéronef intrus. Au sein des grands groupes industriels, Raytheon a mis au point la technologie Coyote, un drone doté d'une tête chercheuse et d'une ogive. Ce drone est lancé depuis un tube et se déploie une fois qu'il est libéré. Il vient alors détruire sa cible, suivie grâce à un radar AESA KRS. Plusieurs drones Coyote peuvent être employés simultanément afin de couvrir une zone étendue.



Drone Coyote de Raytheon.

à travers le monde se sont concentrées sur le développement de technologies anti-drones », rapporte ainsi GlobalData. Mais d'autres acteurs, plus petits, émergent également

(ApolloShield, MyDefence, RoboBoost...). Les lasers et technologies de brouillage en tout genre ont le vent en poupe, bien qu'il s'agisse de systèmes limités en termes d'emploi. Rappellons

ainsi qu'en France, les brouilleurs sont considérés comme du matériel de guerre et qu'ils ne peuvent être mis en œuvre que par une quantité limitée d'acteurs**. Par ailleurs, leur efficacité peut

L'enjeu de la détection

Si la neutralisation permet de contenir la menace, la détection fait partie intégrante des solutions anti-drones. Elle permet en effet d'appréhender la nature de la menace et de déployer les contre-mesures nécessaires. Par ailleurs, les technologies de neutralisation ne pouvant pas être employées par tous, la détection s'avère parfois le seul élément de protection des gestionnaires d'infrastructures sensibles. Ils peuvent dès lors se tourner vers les autorités compétentes afin de rapporter l'incident. Celles-ci peuvent intervenir ou prendre les mesures nécessaires afin d'éviter la fuite de renseignements ou les risques de collision. De nombreuses entreprises se sont donc lancées sur le marché de la détection de drones. Les technologies employées sont souvent des radars adaptés aux couches basses, zone d'évolution

tion de radars couplés à de l'intelligence artificielle afin de détecter la présence de drones intrus. La société Kelvin Hughes a également développé un radar optimisé permettant la détection des aéronefs de petite taille, créneau sur lequel Liteye s'est aussi ancrée avec sa solution Adis, de même que QinetiQ, et son radar Obsidian. L'entreprise CRFS pour sa part capte la transmission de radiofréquences et les fait figurer sur une carte 3D afin de localiser la position du drone et de déterminer son altitude ainsi que sa vitesse. « Si un drone est détecté, le système déclenche une alerte qui permettra de vérifier la présence de la menace à partir des autres capteurs déployés », précise CRFS. La solution SkyTracker de Caci réalise la détection de drones à partir des radiofréquences émises par l'aéronef. Trois versions de ce système



des petits drones, et des caméras couplées à de l'intelligence artificielle, permettant de repérer la présence d'objets intrus. L'entreprise Rinicom a dans ce sens mis au point la solution Sky Patriot, qui, grâce à des caméras fixes, peut détecter la présence d'un drone se trouvant à une distance de 800 mètres. Plusieurs drones peuvent être repérés simultanément, précise Rinicom. La société française Orelia a mis au point le système Drone Detector. « Un déploiement en réseau de plusieurs modules permet de former une barrière de détection et d'obtenir ainsi une certaine localisation en fonction de la géométrie choisie. » Cette solution se concentre sur la signature acoustique émise par les aéronefs pilotés à distance. Une fois le drone détecté, une alerte est envoyée vers les équipes de sécurité. La solution Fencepost de General Atomics permet également la détection de drones à partir de leur signature acoustique. Alion Science and Technology propose pour sa part l'installa-

tion de radars couplés à de l'intelligence artificielle afin de détecter la présence de drones intrus. La société Kelvin Hughes a également développé un radar optimisé permettant la détection des aéronefs de petite taille, créneau sur lequel Liteye s'est aussi ancrée avec sa solution Adis, de même que QinetiQ, et son radar Obsidian. L'entreprise CRFS pour sa part capte la transmission de radiofréquences et les fait figurer sur une carte 3D afin de localiser la position du drone et de déterminer son altitude ainsi que sa vitesse. « Si un drone est détecté, le système déclenche une alerte qui permettra de vérifier la présence de la menace à partir des autres capteurs déployés », précise CRFS. La solution SkyTracker de Caci réalise la détection de drones à partir des radiofréquences émises par l'aéronef. Trois versions de ce système

dans certains cas être remise en question. Afin d'assurer la protection d'un site ou d'un événement contre les drones, il est nécessaire de pouvoir mettre en œuvre une solution complète allant de la détection à la neutralisation, en passant par l'identification afin de pouvoir caractériser la menace. Un des enjeux reste également l'identification de l'opérateur du drone, ou tout au moins de sa position afin de pouvoir l'appréhender. Neutraliser le drone permet de contenir la menace sur le court terme. Retrouver son télépilote permet de limiter le danger sur le long terme. En effet, le drone n'est qu'un outil. L'opérateur de l'aéronef et ses motivations représentent le véritable danger.

À côté de cela, un des enjeux pour les concepteurs de solutions anti-drones est de pouvoir développer une technologie capable de faire la différence entre plusieurs drones évoluant dans une même zone. GlobalData met notamment en lumière la nécessité de pouvoir différencier un drone ami, collaboratif, d'un drone intrus. En effet, les drones vont être de plus en plus utilisés, en particulier lors d'événements publics, pour réaliser des missions de surveillance, ainsi que des prestations pour le monde de l'audiovisuel. « La plupart de ces drones mis en œuvre dans un espace aérien encombré ne devraient pas représenter une menace, mais en même temps, ils pourraient servir de couverture pour un drone malicieux qui souhaiterait intégrer l'événement », met en avant GlobalData. Le développement de systèmes permettant la gestion du trafic aérien à basse altitude devrait par ailleurs participer à la sécurisation de cet espace. L'émergence de nouvelles menaces fait donc apparaître de nouveaux besoins de protection et offre de belles perspectives aux entreprises qui se sont lancées sur le marché de l'anti-drones. ■ Justine Boquet

*COUNTER-UNMANNED AERIAL SYSTEM (UAS) TECHNOLOGIES - KEY DRIVERS, TRENDS AND NEW DEVELOPMENTS, JANVIER 2019.
** À SAVOIR LA POLICE, LES DOUANES, LES AUTORITÉS PÉNITENTIAIRES ET LES ARMÉES.

Des solutions complètes



La solution Drone Tracker permet d'établir une bulle de protection.

La détection et la neutralisation, prises individuellement, ne permettent pas de répondre de façon globale à la menace représentée par les drones. Une solution complète alliant détection, identification et neutralisation reste le plus efficace, même si beaucoup rappellent qu'il n'existe actuellement pas de système parfait sur le marché. Ascent Vision Technologies a ainsi mis au point le système X Madis, qui se décline en une version fixe, une mobile et une pouvant être embarquée sur un véhicule terrestre. La combinaison de capteurs optiques, de radars et d'un système de brouillage permet de se prémunir contre la menace drones et de la neutraliser le cas échéant. Selex ES-Finmeccanica a développé la solution Falcon Shield, permettant de détecter, identifier et suivre les drones puis de prendre le contrôle de l'aéronef en coupant les radiofréquences. Drone Defence a développé plusieurs produits pouvant détecter l'intrusion d'un drone et couper le signal avec la station sol en ayant recours à un brouilleur. La solution Drone Protect de Quantum permet de tirer profit des radiofréquences, capteurs Wi-Fi et caméras afin de localiser le drone et de déclencher une alerte.

Un système de brouillage permet ensuite de neutraliser l'aéronef. Exavision propose également une solution complète de détection, identification et neutralisation. « Des effecteurs optiques ou laser permettent d'altérer la vision du drone et des brouilleurs directs permettent d'altérer les communications entre drone et pilote ou entre drone et satellite GPS, pouvant entraîner la prise de contrôle du drone », détaille l'entreprise. My Defence présente plusieurs produits antidrones, capables de détecter ou neutraliser les aéronefs considérés comme malveillants. Le système Knox, le dernier à avoir vu le jour, permet de combiner plusieurs capteurs et contre-mesures de brouillage afin de créer une solution complète, pouvant s'adapter à différents types d'infrastructures. ApolloShield, en plus de la détection et de la neutralisation, annonce pouvoir détecter la position de l'opérateur du drone. Le système Dedrone a également développé une solution permettant de localiser le télépilote. La solution Drone Tracker permet une surveillance de l'espace aérien via la captation des radiofréquences, lesquelles sont ensuite retranscrites sur une plateforme en

ligne, permettant de localiser l'aéronef et de suivre son vol. Grâce à la détection et à l'analyse des radiofréquences, cette technologie peut être mise en œuvre contre un essaim de drones. Dans la même lignée, la solution SkyNet de Kirintec permet de neutraliser plusieurs aéronefs à la fois. En 2015, Airbus présentait également une solution complète de lutte anti-drones capable de détecter la présence de ces aéronefs et de les neutraliser à partir de contre-mesures électroniques. Dotée d'une portée de 5 à 10 km, cette technologie permet de bloquer les fréquences du drone désigné spécifiquement. L'industriel israélien Rafael a, de son côté, développé le Drone Dome, qui identifie des drones grâce à une technologie radar. Il peut ensuite mettre en œuvre un laser, pour détruire la cible, ou un système de brouillage, pour interrompre les communications. IAI de son côté a mis au point Drone Guard, intégrant une contre-mesure de brouillage. L'Xpeller de Hensoldt combine plusieurs capteurs pour la partie détection et dispose d'un brouilleur pour couper la connexion entre le drone et la station sol.

« HOLOGARDE PERMET UNE GESTION EN TEMPS RÉEL DU DRONE »

SI LES DRONES PEUVENT PERMETTRE DE FACILITER LA GESTION AÉROPORTUAIRE, ILS REPRÉSENTENT ÉGALEMENT UN RISQUE AUX CONSÉQUENCES EXTRÊMEMENT COÛTEUSES. LE GROUPE ADP ET THALES ONT DÉCIDÉ DE FAIRE FACE À CE DÉFI DE TAILLE, ET DE DÉVELOPPER UNE SOLUTION PERMETTANT DE GÉRER CETTE MENACE. AIR&COSMOS LES A RENCONTRÉS.



Charles Telitsine, directeur du terminal Orly Ouest chez ADP.

• **Comment est né le partenariat entre ADP et Thales sur Hologarde ?**

Charles Telitsine Nous avons réalisé, en juin 2017, un POC (Proof of Concept) qui a été présenté au Salon du Bourget et montré à Elisabeth Borne, ministre des Transports. Très rapidement, nous avons souhaité associer Thales, qui apportait une robustesse essentielle sur ce type d'outil. Il n'existait pas, sur le marché, de système assez puissant, capable de gérer un aéroport de la taille de Paris-CDG, dixième aéroport mondial en termes de fréquentation de passagers. La plupart des systèmes anti-drones sont des systèmes militaires dédiés à des théâtres d'opérations et dotés de portées assez réduites. Les autres radars civils peuvent identifier les avions commerciaux mais, par définition, ils ne sont pas faits pour voir des drones et en particulier les microdrones qui posent actuellement des problèmes, comme ce fut le cas à Gatwick, à Oslo précédemment, à Dubai ou encore au Canada ou au Brésil. Depuis deux ans, la lutte anti-drones est devenue un enjeu croissant. La DGAC a identifié ce sujet très tôt et a décidé de porter cette idée. Par la suite, il y a maintenant plus de deux ans, le groupe ADP et Thales se sont aussi projetés sur le sujet. Dubai avait subi des arrêts d'exploitation multiples qui lui auraient coûté 16 M\$. Pour autant, il n'y a eu qu'une réponse réglementaire.

Heathrow a dû faire face à une interruption, il y a deux ans, et avait alors envisagé de se doter d'un système, mais n'a pas donné suite.

Chez ADP, afin de réellement répondre à nos besoins, nous nous sommes rendu compte qu'il était nécessaire d'investir afin de codévelopper une solution, et pour cela de trouver les meilleurs partenaires pour porter à bien ce projet. L'idée était de pouvoir allier l'agilité des start-up à la robustesse et l'efficacité d'un grand acteur industriel, leader dans le domaine de la gestion du trafic aérien, comme Thales.

Mais Hologarde c'est également une histoire humaine. Notre collaboration avec Thales se passe très bien. Nous sommes parvenus à surmonter des problèmes que nous n'avions pas forcément imaginés. À l'époque où la première démonstration a été faite, il était estimé que, six mois plus tard, il serait possible de déployer un système. Finalement, nous nous sommes rendu compte que les conditions d'emploi étaient beaucoup plus complexes. Nous avons d'abord déployé deux radars à CDG afin de réaliser des tests, y compris en recouvrement. Mais ce n'était pas la bonne méthode. Nous avons finalement installé un banc d'essai à Brétigny. Nous avons alors changé un certain nombre de composants et réalisé des évolutions car nous nous sommes aperçus que la robustesse nécessaire à l'exploitation d'un tel système, dans un

contexte aussi contraignant qu'un aéroport, nécessitait une R&D poussée, sur un site dédié. Le cluster Drones Paris Région présente l'avantage d'accueillir quotidiennement des vols de drones. Le banc d'essai de Brétigny a permis en fin de progresser plus vite.

Michel Dechanet Thales a rejoint le cluster Drones Paris Région dès sa création et fait partie du conseil d'administration. Il s'agit d'un lieu assez unique en région parisienne. Il se compose d'un espace de vol, situé sur l'ancien centre d'essai en vol, de 300 hectares.

• Comment vous partagez-vous les tâches entre ADP, la DSNA (Direction des services de la navigation aérienne) et Thales ?

Michel Dechanet Le teaming est idéal car chacun apporte le meilleur. Pour l'aspect sécurisation réglementaire du ciel, la DSNA apporte son savoir-faire. Pour tout ce qui touche à l'exploitation aéroportuaire, ADP offre son expérience. Du côté technique, pour les capteurs, la partie intégration, l'ingénierie, on retrouve Thales car c'est notre cœur de métier.

Charles Telitsine Nous entretenons un partenariat, une collaboration continue qui permet d'améliorer les systèmes et de contrer des menaces par nature évolutives.

• On constate une recrudescence des cas de « drones baladeurs ». Comment percevez-vous cette menace ?

Charles Telitsine Aussi bien en Europe qu'aux États-Unis, on dénombre environ 2 000 cas par an de drones venant gêner les activités aériennes. Il ne s'agit pas nécessairement d'accidents, cela peut simplement être une modification de trajectoire. Ce chiffre est lié à l'explosion du marché des drones. Rien qu'en France, ce

sont 400 000 drones qui sont vendus chaque année. En Allemagne, on parle de 800 000 drones. Il s'agit d'une technologie qui est maintenant extrêmement diffusée, avec de nombreuses applications professionnelles. Il y a à peu près 5 000 pilotes professionnels en France. Autour de CDG, ce sont environ 500 dossiers de dérogation et de plans de vol qui sont déposés chaque année pour les drones à des fins professionnelles. La majeure partie des opérateurs sont responsables. Malheureusement, il en existe également qui ne se rendent pas compte des risques. Malgré tout, la coexistence des drones avec les moyens aériens clas-

siques est une chose à laquelle il faut s'habituer et qu'il faut être capable de gérer.

Michel Dechanet La première vague de ventes de drones concernait principalement les drones de loisirs. Il a ensuite fallu commencer à préparer les utilisations à des fins commerciales. Une réglementation commence à émerger. Les autorités françaises – le SGDSN, la DGAC – sont très impliquées. Il faut donc à la fois favoriser le développement des drones, c'est-à-dire protéger cette industrie embryonnaire, et en même temps en assurer la sécurité. Ce double objectif est également celui de Thales et du groupe ADP. L'ambition est

de préparer le développement des drones, notamment sur les plateformes aéroportuaires, mais de façon sécurisée. Avec le déploiement d'un système Hologarde sur CDG, l'objectif est donc de sécuriser et développer une activité drones contrôlée et réglementée.

• Pouvez-vous nous présenter la solution Hologarde ?

Charles Telitsine Hologarde est une solution multisenseurs capable de détecter en radiofréquence et par radar des objets volants de très petite taille. Il fallait à la fois être capable de récupérer des informations provenant de la liaison entre le pilote et le drone, via les radiofréquences, mais également avoir une capacité de détection indépendante de cette liaison. Le système peut ensuite suivre ces objets puisque le radar va commander une caméra haute définition, de haute performance, qui va aller chercher à 3 ou 4 km une cible. Le drone est ensuite conservé en visibilité, permettant aux utilisateurs de prendre une décision en fonction de l'état de la menace. Une des difficultés qui s'est posée à Gatwick était déjà de savoir où se situaient les drones.

Michel Dechanet En effet, il y a eu des alertes mais les drones n'ont pas été localisés précisément. Il a donc été nécessaire de stopper l'activité sur l'aéroport. La base du système Hologarde est donc la détection et la classification. Cela signifie qu'on peut savoir s'il s'agit d'un drone, d'un oiseau ou autre.

• Comment se fait le système d'alerte ? Comment fonctionnent les différentes chaînes de commandement ?

Charles Telitsine Imaginez que vous ayez un drone situé au sud-est de l'aéroport. La première étape est de pouvoir le



Michel Dechanet, responsable produit chez Thales Air Systems.

Radar Gamekeeper



situer sur carte, puis voir s'il se situe dans des trajectoires et s'il présente un caractère dangereux. Il est très important, pour la chaîne de commandement, notamment pour les PC, pour la tour de contrôle et même pour la gendarmerie du transport aérien, de savoir si une situation d'urgence se présente. Si jamais vous ne savez pas où se situe le drone et s'il peut être dangereux, la réaction est alors de fermer la piste.

Sur CDG, il existe deux doublets. Si le drone présente un danger, il est important de savoir si on doit fermer le doublet nord ou le doublet sud. Ce n'est pas la même chose en termes d'impact sur le trafic aérien, sur les compagnies aériennes et sur les passagers. Le système Hologarde permet donc de resituer le drone sur une carte grâce au système radar, aux radiofréquences et à la caméra.

Michel Dechanet Hologarde permet une gestion en temps réel du drone : est-ce qu'il est menaçant ? Est-ce qu'il évolue dans une zone dangereuse ? Est-ce qu'il est possible d'intervenir

sans arrêter le trafic ? Est-ce qu'il présente un risque de collision ? Cette technologie permet de prendre des décisions adaptées à la nature de la menace, sans être forcément obligé de fermer la piste au nom du principe de précaution.

• *Quelle est la portée de ce système ?*

Charles Telitsine Avec les solutions militaires classiques, on dispose d'une portée relativement courte, permettant de protéger un théâtre d'opérations tactique. Mais ces systèmes ne sont pas adaptés à la superficie d'un aéroport comme celui de CDG, qui représente environ 3 200 hectares. Il n'y a qu'un système complet de radar-radiofréquences à grande portée qui le permette, pour ainsi améliorer la capacité de réaction.

Michel Dechanet Sur CDG, Hologarde dispose d'une portée de 5 km. Nous travaillons sur une amélioration de la portée jusqu'à 10 km. C'est un besoin qui est exprimé par différents utilisateurs mais qui ressort également des derniers événe-

ments. Techniquement nous disposons des solutions. Le déploiement de la solution sur CDG permet également d'aller dans ce sens.

• *Combien de radars sont installés sur CDG ?*

Charles Telitsine Aujourd'hui, nous disposons de deux radars, mais le système n'est pas encore pleinement opérationnel. Dans le système complet, on estime que quatre radars de haute performance seront nécessaires, ainsi que trois systèmes de radiofréquences auxquels s'ajouteront des systèmes de caméras jour/nuit à haute définition, capables de voir de 2 à 4 km.

• *En termes de calendrier, où en êtes-vous ?*

Charles Telitsine Actuellement, nous sommes en phase de qualification technique à Brétigny, avec deux radars. Ils ont permis de faire des tests grâce au recouvrement entre les zones des deux radars. A CDG, nous souhaitons avoir un système complet de sur-

veillance à 360 degrés.

Le système Hologarde est un système d'opération qui a évolué avec la prise en compte des besoins de tous les utilisateurs. Pour la DSNA, l'objectif était surtout d'assurer la sécurité aéronautique. Pour la gendarmerie du transport aérien (GTA), appréhender le pilote est plus important qu'attraper le drone. Notre système a donc également été conçu de façon à pouvoir repérer le pilote et l'aéronef.

Michel Dechanet Cette partie, répondre aux besoins des utilisateurs, est permise par l'expérimentation sur CDG. Nous exposons le système et échangeons avec les différents intervenants, tous les personnels qui contribuent à la sécurité. Ils font leur expression de besoin et, à partir de là, on ajuste le système afin de répondre à ces obligations.

Charles Telitsine A côté de cela, on continue de se servir de Brétigny comme banc de test afin d'améliorer en permanence le système. Il n'est pas possible de le tester sur un aéroport en exploitation. Le développement est donc fait à part et quand les systèmes sont prêts, nous les basculons en exploitation sur CDG. Il y a donc un environnement de développement et un environnement opérationnel.

Nous considérons aujourd'hui que nous disposons d'un système qualifié techniquement. Notre système vise à faire fonctionner des drones collaboratifs ensemble et à accompagner le développement de ce marché de façon à ce qu'on puisse avoir un transport aérien sûr, sans aucun risque pouvant être causé par des gens irresponsables ou mal intentionnés. Nous sommes capables avec Hologarde de comparer un plan de vol déposé avec la réalisation de celui-ci. Ainsi, si le drone sort de l'espace de vol prévu, il devient rouge sur la carte. On peut le repérer et déterminer s'il peut représenter

un danger. On entend ainsi développer l'utilisation des drones et en même temps augmenter la sécurité. Si nous parvenons à fournir des solutions pour assurer la sécurité des vols, nous participerons au déploiement de solutions et à l'avancée de la réglementation. Notre objectif est de réunir les conditions pour une plus grande intégration des drones dans l'espace aérien.

• Comment pouvez-vous repérer le pilote ?

Michel Dechanet Quand le système détecte le drone, il crée des pistes (positionnement, 3D, vitesse). Cela nous permet de savoir à peu près d'où il vient. Ensuite, grâce à la composante de goniométrie, nous pouvons écouter les liaisons de données. Le positionnement des senseurs peut permettre de détecter le drone ainsi que le pilote, s'il est assez proche.

• D'après vous, quand s'achèvera la phase d'expérimentation ?

Charles Telitsine Nous prévoyons de déployer le dispositif à Paris-CDG prochainement. L'objectif final est que le système puisse être pleinement opérationnel avant la fin de l'année et ainsi être mis entre les mains des utilisateurs d'ici là. Nous allons poser les nouveaux radars, modifier l'implantation des radars actuels et posé des systèmes de radiofréquences connectés aux balises ADS-B, car nous souhaitons également y intégrer les signaux des positions des avions.

• Le système implanté sur CDG vous permet-il d'avoir des retours d'expérience des utilisateurs afin de le perfectionner ?

Michel Dechanet En tant qu'industriel, l'approche que nous avons avec le groupe ADP est extrêmement intéressante car il est difficile de concevoir un tel

système, c'est quelque chose de complètement nouveau. Il n'y a pas de spécifications, ni de références. Nous sommes en train de bâtir, sur CDG, ce qui pourrait être la référence pour les aéroports. Nous disposons de capacités techniques, mais nous n'avons pas la connaissance profonde du monde de l'aéroport. C'est ce que nous apportons les discussions avec le groupe ADP, avec la DSNA.

• Avez-vous reçu des marques d'intérêt de la part d'autres plateformes aéroporitaires françaises ou européennes ?

Charles Telitsine Au cours du mois de février, nous avons reçu la visite de cinq responsables d'aéroports qui sont intéressés par notre système. Les gestionnaires d'aéroports sont pragmatiques, ils veulent voir quelque chose qui fonctionne. Hologarde est également un système qui pourrait convenir à certaines bases militaires ou à certains opérateurs d'importance vitale qui auraient besoin de protéger une raffinerie, une centrale, etc.

• Comment prenez-vous en compte la neutralisation ? Est-ce que vous faites appel au brouillage ? Avez-vous développé des contre-mesures ?

Charles Telitsine Il s'agit d'un système évolutif. Nous allons donc améliorer la précision de la détection, la portée et les processus de décision afin de limiter la gêne. Quand le drone est identifié, l'objectif est de porter les forces de l'ordre, la GTA, sur sa localisation exacte. Il faut équiper les gendarmes pour qu'ils puissent rapidement être sur place et interpellé le télépilote. Dans certains cas, il peut être intéressant d'agir sur le drone lui-même. Pour cela, il existe différentes solutions. Le brouillage n'est pas nécessairement la bonne. Si vous brouillez à cause d'un drone et

que cela provoque la panne du système de tri bagages, ce n'est pas optimal. Nous nous tournons donc vers des solutions un peu plus évoluées.

Michel Dechanet Nous travaillons notamment sur la liaison de données.

Charles Telitsine A partir du moment où il existe une liaison de données, nous sommes capables de la remonter, d'afficher des images pour le pilote, voire de prendre le contrôle du drone. Mais le choix revient aux forces de l'ordre, qui peuvent décider d'employer un brouilleur. La contre-mesure ne relève pas de l'aéroport.

Michel Dechanet Les seules autorités qui peuvent intervenir aujourd'hui, c'est la GTA, donc les militaires.

• En termes de neutralisation, vous semblez vous diriger vers la prise de contrôle. L'utilisation de drones intercepteurs pourrait-elle être envisageable ?

Michel Dechanet Nous nous préparons à beaucoup de choses et, en parallèle, nous allons accompagner l'acceptabilité par les forces. Si nous proposons de la prise de contrôle, c'est parce que, d'un point de vue électromagnétique, cela n'induit pas de risques sur un aéroport, contrairement à un brouilleur. La prise de contrôle est une action ciblée, et les niveaux de puissance entrent dans un cadre réglementaire. On ne s'entend rien, mais il faudra l'acceptabilité des forces.

Charles Telitsine Est-ce que, techniquement, nous sommes capables de donner la localisation d'un drone pour qu'un autre puisse l'intercepter ? La réponse est oui. Après, savoir si les forces décideront d'avoir recours à cette technique n'est pas de notre ressort. Hologarde est d'abord un outil d'aide à la décision.

• Que pensez-vous des systèmes de lance-filet, de drones anti-drones ?

Charles Telitsine Au niveau des contre-mesures, ce sont les forces de l'ordre qui sont amenées à les employer. Nous étudions toute la gamme de contre-mesures. De la même façon que la détection et le suivi vont s'améliorer, nous étudierons avec les forces de l'ordre et les opérateurs les progressions possibles pour les contre-mesures.

• Pourriez-vous utiliser des rapaces afin d'intercepter les drones ?

Charles Telitsine Nous en avons discuté avec l'armée, mais cela présente tout de même des inconvénients. Les rapaces ne réagissent pas toujours comme souhaité. Il y a déjà eu une attaque d'enfant par erreur. De plus, les rapaces peuvent être blessés par le drone, ce qui n'est pas souhaitable.

Michel Dechanet Sur un aéroport, vu la densité du trafic et les risques que représentent les aigles, ce n'est absolument pas envisageable.

• Hologarde pourrait-il être employé pour les bases militaires de l'armée de l'Air ?

Michel Dechanet L'armée de l'Air a exprimé son intérêt pour les avancées d'Hologarde.

Charles Telitsine Les militaires nous ont apporté une grande part des concepts d'opération, notamment pour ce qui est de l'identification « friend or foe ». Il faut pouvoir être capable de savoir si un drone est autorisé par rapport à un plan de vol. Dans le même temps, il faut pouvoir dire s'il s'agit d'un drone de l'aéroport qui fait de la calibration des Papi et qui, dans ce cas, est contrôlé, ou s'il s'agit d'un drone extérieur. Cette logique vient des systèmes militaires.

■ Propos recueillis par Justine Boquet et Jean-Baptiste Heguy

SYSTÈMES

CERBAIR INNOVE DANS LA LUTTE ANTI-DRONES

Plusieurs versions de la technologie anti-drones de Cerbair ont été développées afin de s'adapter aux besoins des utilisateurs.



CRÉÉE EN 2015, LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE CERBAIR A MIS AU POINT UNE SOLUTION DE LUTTE ANTI-DRONES CAPABLE DE CRÉER UNE BULLE DE PROTECTION AU-DESSUS DE ZONES ET D'ÉVÉNEMENTS SENSIBLES.

La stratégie de CerbAir pour le développement de son système anti-drone est la même depuis la création de l'entreprise. Se positionner sur l'ensemble de la chaîne de valeur et mettre au point une solution complète, permettant de détecter la présence de drones, de caractériser la menace et de la contrer si nécessaire. La PME travaille donc à la fois

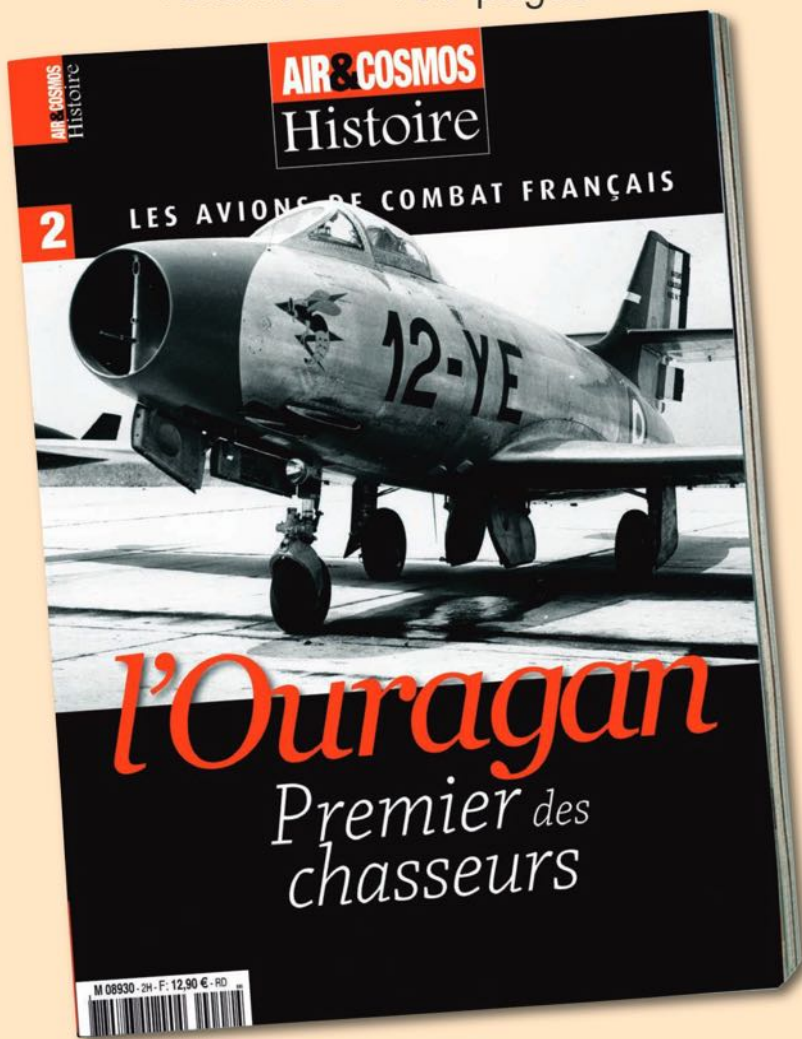
sur le système de détection et les contre-mesures permettant la neutralisation. « Aujourd'hui, différentes technologies existent sur le marché, dont l'efficacité est variable et les conditions d'emploi opérationnel plus ou moins contraignantes », rapporte Lucas Le Bell, DG de l'entreprise. CerbAir a donc décidé de se concentrer sur des technologies de radiofréquences pointues pour

permettre la détection de drones intrus et leur neutralisation ciblée. Ce système permet dès lors de limiter les interférences. La solution mise au point permet en effet de cibler et neutraliser uniquement les communications du drone : l'appareil est alors forcé d'atterrir. Pour CerbAir, l'emploi d'une technologie de brouillage, quoique hautement réglementée*, reste l'unique solution réaliste pour stopper une attaque de drone. « Il est possible de faire de la prise de contrôle sur quelques drones, mais cela reste complexe, peu répliquable et fournit donc une couverture extrêmement réduite quant aux

drones en circulation. Enfin, une telle technologie risque constamment de devenir obsolète, chaque fois que le constructeur de drone pousse une mise à jour du logiciel de vol. De notre côté, pour les utilisateurs autorisés, c'est-à-dire l'Etat pour les besoins de la sécurité nationale, nous avons développé une contre-mesure électronique efficace sur tous les types de drone qui limite énormément les interférences occasionnées pour faciliter son insertion dans un paysage urbain dépendant d'autres communications vitales qu'il faut préserver », ajoute Lucas Le Bell.

Hors-série - Histoire de l'aviation militaire française

Volume **2** - 100 pages



En vente sur notre e-boutique :
www.air-cosmosboutique.com

L'ANALYSE DES RADIO-FRÉQUENCES AU CŒUR DE LA DÉTECTION.

Le système de détection des solutions CerbAir se base toujours sur l'analyse des radiofréquences. Il permet de capter toutes les communications échangées entre le drone et le télépilote. Il est dès lors possible, outre la détection, l'identification et la localisation du drone, de déterminer la position de l'opérateur. Cet aspect du système présente un réel intérêt dans l'objectif de stopper globalement la menace à la source pour des utilisateurs n'ayant pas le droit de déployer des contre-mesures électroniques. Grâce à la localisation du télépilote, il est possible d'informer les forces de l'ordre, lesquelles peuvent par la suite procéder à son interpellation. « Chez CerbAir, nous pensons que l'accent doit se porter sur une détection et une caractérisation de la menace le plus en amont possible, tout en ayant un système mobile, facile d'emploi et suffisamment abordable financièrement pour être déployé en simultané sur toutes les zones à risque », déclarait dans nos colonnes Charlie Pinedo, directeur des opérations, en août 2018. Dans ce sens, les solutions CerbAir permettent une couverture à 360° et disposent d'une portée pouvant atteindre plusieurs kilomètres. Celle-ci varie également en fonction de la configuration souhaitée par l'utilisateur. Au regard du niveau de risque, plusieurs capteurs peuvent ainsi être installés, et cette technologie peut être combinée avec un radar ou un système électro-optique complémentaire.

CerbAir a parvenue à décliner sa technologie au sein de plusieurs solutions. Il existe ainsi une version fixe, une version mobile (montable sur un mât pneumatique), mais aussi une version embarquée (pouvant être installée dans un véhicule). Dans la version mobile, la technologie est contenue dans des caisses transportables et peut être déployée en seulement 20 minutes par deux opérateurs. Enfin, l'entreprise vient de débiter la commercialisation d'une solution por-

Cerbair s'équipe auprès de la société Getac

Dans le cadre du développement de son système de lutte anti-drones mobile, Cerbair s'est associée avec l'entreprise Getac et intègre la tablette MX50 de 5,7". « Cerbair a également choisi les ordinateurs S410 et le X500 pour les contrôles statiques », précise Jimmy Lin, directeur des ventes chez Getac France.

Le logiciel de CerbAir s'intègre aux équipements Getac, permettant de collecter et traiter les données collectées par les antennes de radiofréquences. « Les antennes sont cachées dans un sac à dos emporté par les personnels en patrouille chargés de la sécurité. Elles permettront de détecter la présence de drones et des pilotes, lesquels seront, de ce fait géolocalisés », ajoute Getac.

Les solutions renforcées de Getac permettent de répondre aux besoins des clients de CerbAir dans leurs déploiements en opérations extérieures, qui soumettent les équipements informatiques à des conditions météorologiques instables.



La solution de Cerbair intègre le système MX50 de Getac.

table miniaturisée dans un sac à dos, capable de détecter, localiser (aéronef et pilote) et neutraliser un drone à longue portée.

CAS D'USAGE.

La solution de CerbAir a été déployée lors d'événements sensibles et a notamment fait ses preuves à l'occasion du Festival d'été de Québec, où elle a permis d'arrêter plusieurs télépilotes intrus, en lien avec la police. Ce système a également été déployé lors de fêtes nationales, et protège des hautes

personnalités. La technologie CerbAir répond aussi bien à la protection d'événements ponctuels qu'à celle d'infrastructures critiques (sites industriels, pétrochimiques, sites gouvernementaux sensibles, aéroports, bases militaires, stades, prisons, propriétés privées...). L'entreprise, dont la solution a déjà été vendue dans une quinzaine de pays, entend continuer son développement tout en participant à l'essor du marché des drones. « Alors que le drone est de plus en plus utilisé par les en-

treprises dans la conduite de leurs opérations, notre technologie pourrait aider à la gestion du trafic aérien des drones commerciaux dans les espaces de vol qui leur seront réservés », déclare ainsi Lucas Le Bell. ■ Justine Boquet

*LES TECHNOLOGIES DE BROUILLAGE SONT CONSIDÉRÉES EN FRANCE COMME DU MATÉRIEL DE GUERRE. SEULES LA POLICE, LES ARMÉES, LES DOUANES ET LES ADMINISTRATIONS PÉNITENTIAIRES PEUVENT Y AVOIR RECOURS CONFORMÉMENT À L'ARTICLE L33-3-1 DU CODE DES POSTES ET DES COMMUNICATIONS ÉLECTRONIQUES.

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

MBDA LIVRE SA VISION DE LA LUTTE ANTI-DRONES

Le système C2 Licorne de MBDA peut être mis en œuvre dans le cadre de la lutte anti-drones.



MISSILIER ANIMÉ PAR L'AMBITION DE VOULOIR PROTÉGER LES FORCES QU'IL ÉQUIPE, MBDA SE PENCHE DÉSORMAIS SUR LA LUTTE ANTI-DRONES. DES TRAVAUX SONT MENÉS EN INTERNE AFIN D'ÉTUDIER LES DIFFÉRENTES OPTIONS DU DOMAINE ET DÉVELOPPER UN SYSTÈME ADAPTÉ AUX CONDITIONS OPÉRATIONNELLES.

Animé par la volonté de protéger les opérationnels lors de la conduite de leurs missions, c'est tout naturellement que MBDA a décidé de se tourner vers la lutte anti-drones. C'est également en toute logique que le missileier a choisi de se concentrer sur un emploi opérationnel avec la conduite d'une R&D tournée exclusivement vers le secteur de la défense. Olivier Lucas, directeur de l'entité Système futurs chez MBDA, explique ainsi que « l'armée de Terre a fait part de ses besoins il y a environ un an, à la suite d'une visite organisée au Mali ». L'industriel a alors décidé de se saisir du dossier en se concentrant sur les menaces qui touchent au premier plan les forces armées : les mini et microdrones.

En effet, les drones de grande envergure, tels que les drones MALE et les drones tactiques, n'entrent pas dans la même catégorie que les mini et microdrones. Leur taille les rend comparables à des petits avions, ce qui permet d'avoir recours à des armements aériens classiques pour les neutraliser.

La classe des mini et microdrones, de moins d'un kilo à une dizaine de kilos, représente un autre type de menace, avec des caractéristiques bien différentes. « Il s'agit d'une menace à la fois émergente et proliférante. Ces drones peuvent mener des interventions en groupe et aller harceler les troupes au sol », détaille Olivier Lucas. Les nuisances représentées sont variées. Les mini et microdrones, grâce à l'emport

de capteurs optiques performants, peuvent être employés par les forces ennemies pour conduire des missions de surveillance et servir de relais d'information afin de communiquer la position de troupes. Ils peuvent également être mis en œuvre afin de réaliser une opération de ciblage via le transfert de coordonnées précises pour la conduite de tirs. Par ailleurs, ce type d'aéronef peut représenter une menace létale. Comme cela fut notamment le cas en Irak face à l'Etat islamique, ces drones peuvent être modifiés afin d'être armés d'une petite charge explosive.

La menace que peut faire peser ce type d'aéronef sur les troupes pose plusieurs défis, en particulier la détection et la neutralisation. « La taille de l'aéronef, sa faible vitesse et la distance à laquelle il évolue rendent complexe sa détection. Il est dès lors difficile de le traiter avec une arme classique de bas de spectre. Et les armes de haut de spectre ne sont pas adaptées, notamment en termes de coût », ajoute Olivier Lucas. MBDA, qui entend faire face à

ces différents aspects de la menace, a lancé des recherches en auto-financement afin de pouvoir mettre au point une solution légère, déployable et flexible, adaptée à un usage opérationnel. Le missileier s'est donc concentré sur deux points : la détection et la neutralisation. Pour le premier point, MBDA a rapidement compris que le mieux était de pouvoir combiner différentes solutions et de pouvoir adapter, moduler le système en fonction de la mission. L'industriel a ainsi retenu une combinaison de capteurs, dont une solution optique permettant une reconnaissance de la cible par traitement d'image intégrant des algorithmes d'intelligence artificielle.

Sur le plan de la neutralisation, MBDA est parti du même constat. Il ne faut pas se concentrer sur une solution unique et pouvoir proposer des technologies pouvant répondre à des situations d'emploi différentes. Pour cela, le missileier a décidé de travailler avec la PME française CerbAir, spécialisée dans la détection de liaisons de données. La deuxième solution à laquelle MBDA s'intéresse repose sur l'emploi d'un drone intercepteur. Il s'agit d'un drone consommable de quelques kilos, facilement transportable et capable d'évoluer très rapidement. Il a été doté d'un système d'autoguidage développé en interne, afin de pouvoir suivre sa cible. Enfin, l'emploi de moyens de détection électromagnétiques est également envisagé dans certaines situations. Il ne s'agit pas d'une solution portable, mais ce type de technologie pourrait être intégrée sur un véhicule léger ou déployé sur un camp militaire.

Au niveau européen, MBDA est partie prenante au sein de plusieurs projets visant à développer des armes lasers qui pourraient également être employées dans le cadre de la lutte anti-drones.

■ Justine Boquet

ARMÉES

CS PARTICIPE À LA PROTECTION DES ARMÉES FRANÇAISES

LES ARMÉES FRANÇAISES ET INFRASTRUCTURES MILITAIRES REPRÉSENTENT DES CIBLES ET DES SITES SENSIBLES, DEVANT ÊTRE PROTÉGÉS CONTRE LES INTRUSIONS ET SURVOLS DE DRONES. LA SOCIÉTÉ CS A REMPORTÉ EN 2018 LE MARCHÉ MILAD AVEC SON SYSTÈME BOREADES.



Le système Boreades a été déployé lors d'événements majeurs.

En mars 2018, la société CS a remporté le marché Milad (Moyens mobiles de lutte anti-drones) et a été retenue par la DGA (Direction générale de l'armement) en vue de fournir son système de lutte anti-drones Boreades. Celui-ci permettra d'améliorer la protection de sites sensibles et a pour objectif d'équiper, dans un délai très court, les forces armées de systèmes mobiles assurant la détection, l'identification et la neutralisation des drones. Ces moyens ont vocation à équiper les forces terrestres, aériennes et navales en métropole ou sur les théâtres d'opérations », explique CS. Le système sera déployé pour la surveillance de sites en France (bases militaires, ministères), pour la sécurité des forces en Opex, et plus spécifiquement

pour les bases aériennes projetées, ou encore pour assurer la protection d'événements en métropole afin de venir compléter un DPSA (dispositif particulier de sécurité aérienne).

CS a déjà livré le système Boreades à la préfecture de police, qui la mis en œuvre pour la sécurité de grands événements tels que l'Euro de football, le défilé du 14 Juillet, la Ryder Cup, etc. L'entreprise a par ailleurs reçu plusieurs marques d'intérêt de la part d'acteurs internationaux, provenant des pays du golfe et de l'Asie du Sud-Est principalement. CS entend accompagner notamment les sites aéroportuaires à protéger leurs infrastructures, lesquelles représentent un marché en pleine explosion.



Le C2 permet de visualiser la menace drones.

ADAPTER LA RÉPONSE.

Boreades est un système dont le développement a débuté en 2015, à la suite d'une consultation lancée par l'Agence nationale de la recherche et le Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale, sous forme de projet Flash. Ce système de lutte anti-drones a alors été imaginé afin de pouvoir répondre à un besoin grandissant de protection, notamment des infrastructures militaires et des forces armées. Boreades a ainsi été pensé afin de pouvoir détecter, identifier, voire neutraliser les drones, le tout en se basant sur un centre de commandement et de contrôle couplé à une approche multicapteurs et effecteurs dont l'élément principal pour la détection est le radar, complété de capteurs infrarouges, optroniques et de radiofréquence. Si CS s'est tournée vers cette option, c'est notamment parce qu'il s'agit d'une solution agnostique, capable de détecter n'importe quel type de drone grâce à l'analyse de l'écho radar. « Chez CS, nous sommes convaincus que la menace ne viendra pas des drones commerciaux pilotés en Wi-Fi, mais de ceux pilotés en 4G ou avec des fréquences non connues ou totalement autonomes. Notre ambition est de nous concentrer sur les drones employés avec une vraie vocation de nuisance, et

La solution de CS s'appuie sur la fusion de données.



non sur les drones égarés », explique Egidio Cau, en charge de l'activité anti-drones chez CS. Par ailleurs, grâce à la fusion de données, les informations collectées par le radar sont combinées avec celles recueillies par les autres capteurs afin d'obtenir une vision enrichie de la situation observée au sein d'un centre de commandement et de contrôle. L'intelligence artificielle embarquée permettra dès lors d'analyser

l'aéronef et de voir dans quelles mesures il représente une menace afin d'optimiser l'emploi des effecteurs et moyens de neutralisation.

Une fois le drone détecté, une fonction de tracking intégrée dans le système permet « d'identifier visuellement le drone à partir d'une caméra », nous précise Egidio Cau. Ces moyens sont combinés à des effecteurs permettant de neutraliser le

drone, grâce notamment à des moyens de brouillage. Cela peut dès lors permettre de couper la liaison avec la télécommande et de stopper les systèmes de navigation. Le drone réalisera alors soit un atterrissage d'urgence, soit activera la procédure « return home » et retournera vers son point de décollage ou un autre point qui aura été programmé.

À côté des systèmes de brouillage, CS développe d'autres moyens de neutralisation. En effet, l'emploi de brouilleurs représente certaines contraintes. Cela n'est pas adapté à tous les théâtres, tels que les aéroports par exemple. Par ailleurs, cela doit nécessairement être mis en

œuvre par une catégorie d'acteurs autorisés à employer cette technologie (police, armées, douanes, administrations pénitentiaires). Si cela ne pose pas spécifiquement de problèmes dans le cadre d'un emploi par les forces armées et le ministère des armées, force est de constater que cela pourrait venir limiter l'action d'autres clients.

CS, qui investit fortement dans la R&D, s'intéresse ainsi à des



solutions de lance-filet afin d'intercepter un drone se trouvant à courte distance. Cela peut prendre la forme d'un bazooka portable, pour pouvoir répondre à un besoin de mobilité. La portée du système est alors estimée à 100 mètres. Ce dispositif peut

être monté sur une tourelle, complétée par un système de désignation d'objectif. La portée se voit alors augmentée, pouvant atteindre les 300 mètres. En parallèle, CS travaille également sur des drones intercepteurs. « L'objectif est d'envoyer un

drone qui essaiera de détruire l'aéronef malveillant ou intrus, soit physiquement en le percutant soit via l'emploi de moyens de neutralisation à proximité tels que le brouillage ou des filets. Ce système sera présenté au cours du Salon du Bourget »,

annonce Egidio Cau. La possibilité de disposer d'un éventail de moyens de neutralisation permet aux opérateurs de la solution Boreades de calibrer leur intervention. « Il est nécessaire d'adopter une réponse appropriée à l'évaluation de la menace et aux effets collatéraux que cela peut provoquer », ajoute Egidio Cau.

En parallèle du développement et de la modernisation continue du système Boreades, CS se retrouve maître d'œuvre de deux projets européens de recherche et développement. L'entreprise est ainsi coordinatrice et responsable du programme Aladdin (projet H2020) qui réunit une vingtaine d'entreprises européennes. Ensemble, elles mettent leurs compétences en commun afin d'apporter une vision de long terme sur les briques technologiques que sont la détection, l'identification et la neutralisation. Le programme, d'une durée de trois ans, permettra de valider des démonstrateurs imaginés en amont. Un projet similaire existe également au Canada, où la demande en technologies anti-drones est en explosion

■ JB

FOCUS : LES MOYENS ANTI-DRONES DE LA BAP EN JORDANIE



ARMÉE DE LA J

La base aérienne projetée en Jordanie accueille le détachement de protection qui se compose d'opérateurs en provenance de la métropole et d'escadrons de défense sol-air (Edsa). Ce groupement d'experts « possède la capacité d'intercepter et de neutraliser tous les types de drones qui pénètrent dans une zone interdite. Grâce à des moyens optiques comme des jumelles téletrique et infrarouge, ils sont tout d'abord en mesure de surveiller une zone et de détecter toute menace potentielle et de la caractériser », rapporte le ministère des Armées. Le détachement de protection dispose de moyens de neutralisation afin de contrer les drones malveillants. Des solutions de brouillage peuvent ainsi être mises en œuvre, de même qu'un « fusil à pompe armé de cartouches spécifiques. En parallèle de leur mission première, ces opérateurs complètent les capacités du détachement de protection en mettant en œuvre leur propre drone, équipé d'une caméra, qui permet d'effectuer la surveillance aérienne de la BAP », précise le ministère des Armées.

■ Justine Boquet

ONERA

« La technologie ultime n'existe pas »

À L'OCCASION DU SALON DU BOURGET, AIR&COSMOS A SOUHAITÉ ÉCHANGER AVEC LE CENTRE DE RECHERCHE FRANÇAIS ONERA AFIN DE COMPRENDRE SA PERCEPTION DES SYSTÈMES DE LUTTE ANTI-DRONES. HENRY DE PLINVAL, DIRECTEUR DU PROGRAMME DRONES, LIVRE AINSI SON ANALYSE SUR LES TECHNOLOGIES EXISTANTES.

Si les systèmes anti-drones foisonnent, la conclusion de l'Onera est sans appel : il n'existe pas de solution miracle pour pouvoir faire face à l'ensemble de la menace anti-drones. Ainsi, comme le rappelle Henry de Plinval : « La problématique est complexe, il est vain de penser qu'une technologie va tout résoudre. Cependant, la combinaison de différentes technologies peut permettre de répondre à ce problème. » Toutefois, il rappelle qu'une combinaison unique ne permet pas de répondre à l'ensemble du spectre de la menace drone. Il est donc nécessaire de mettre au point des solutions modulaires afin d'associer différentes briques technologiques et ainsi de pouvoir s'adapter à la situation et à l'environnement d'emploi. « Les contextes sont très importants, ils conditionnent ce qu'on va mettre en face. Quand on défend l'Élysée, un stade, une centrale, un camp en opérations, il faut faire face à un certain nombre de contraintes. Les environnements acoustique et électromagnétique, les contraintes d'emploi ne sont pas les mêmes », ajoute Henry de Plinval.

Face à ce constat, il est nécessaire, selon l'Onera, que les industriels et chercheurs adoptent une vision système afin de comprendre les scénarios d'emploi

et les différentes étapes liées à la lutte anti-drones. A savoir la détection (savoir dire qu'un aéronef entre sur la zone protégée), l'identification (pouvoir caractériser la menace) et enfin la neutralisation (éliminer la menace). Dès lors, il faut donc pouvoir faire communiquer les différentes briques technologiques de façon à établir une réponse cohérente. Dans ce sens, l'Onera a développé des compétences dans le domaine de la lutte anti-drones. Si le centre de recherche dispose d'ores et déjà d'une expertise pointue dans le domaine de la détection et de l'identification, il compte également affiner sa connaissance des solutions complètes et de leurs limites, afin de répondre à un besoin croissant du marché.

PROGRAMMES.

En interne, le projet Shield a ainsi vu le jour. « L'objectif est de pouvoir être capable d'évaluer de façon fine les différentes technologies anti-drones, ainsi que leur combinaison. On se dote alors d'outils capables de fusionner les données de différents capteurs et on se met en conditions réelles. L'ambition est de pouvoir comprendre les limites des technologies et de pouvoir conseiller l'Etat et ainsi mener des travaux sur les systèmes qui paraissent importants », détaille Henry de Plinval.

Discerner les drones des oiseaux

Des chercheurs de l'Onera s'intéressent à la discrimination pouvant être réalisée par des systèmes de surveillance entre des drones et des oiseaux. Un enjeu crucial pour les acteurs du domaine car permettant de limiter le nombre de fausses alertes. Afin d'évaluer leur solution, ils ont conduit des essais sur le centre d'expérimentation en vol de Brétigny.

L'objectif est ainsi de pouvoir mettre au point une intelligence artificielle qui sera capable de faire cette distinction et d'identifier le type de drone détecté. Afin que celle-ci puisse être efficace, il est nécessaire de nourrir le réseau de neurones de données tangibles. C'est notamment dans ce sens que les essais ont lieu. Plusieurs aéronefs aux caractéristiques différentes ont été opérés et leur signature enregistrée. Les drones ont ensuite été caractérisés dans la base de données établie par les chercheurs à partir de l'effet micro-Doppler, qui correspond au spectre des fréquences émises. L'objectif est de pouvoir nourrir l'intelligence artificielle avec le maximum de données afin qu'elle puisse identifier le drone, peu importe sa configuration ou son environnement de vol.

En parallèle, d'autres travaux conduits par des chercheurs de l'Onera peuvent s'avérer pertinents dans le domaine de l'anti-drone, tels que le traitement et la fusion de données ou encore l'emploi d'algorithmes pour entraîner les réseaux de neurones à la reconnaissance d'objets. L'Onera s'intéresse également aux capteurs Lidar, qui, grâce à l'envoi d'un faisceau laser, permettent de réaliser différents types de mesures. « Le Lidar Flash 2D permet ainsi d'envoyer un rayon laser dans une direction donnée. À partir de la mesure de la réflexion, on va pouvoir avoir une estimation dans la profon-

deur et caractériser la menace. Afin d'avoir une vision complète, ce type de capteur doit être combiné à d'autres senseurs. Nous aurons ainsi une image de la menace établie à partir d'un ensemble d'échos », nous explique Henry de Plinval. La version plan focal 3D du capteur Lidar permet de mesurer la profondeur de l'écho et d'avoir une donnée pour chaque pixel. Cela permet dès lors d'établir une image en 3D et ainsi de voir loin, de façon précise. Cette technologie n'est pas encore mature mais s'avère particulièrement intéressante pour caractériser la menace.

■ Justine Boquet

Par Pierre-François Mouriaux

ARIANE 6

LA PRODUCTION DE SÉRIE EST LANCÉE

DÉCIDÉ FIN 2014 ET ATTENDU POUR LE SECOND SEMESTRE 2020, LE NOUVEAU LANCEUR LOURD EUROPÉEN VIENT DE FRANCHIR UNE ÉTAPE DÉCISIVE : LE LANCEMENT DE LA PRODUCTION DE SES 14 PREMIERS EXEMPLAIRES DE SÉRIE.



a décision aurait pu être prise dès le mois de juin 2018, mais Arianespace, chargée de la commercialisation d'Ariane 6, et ArianeGroup, son architecte industriel, attendaient davantage de commandes de la part des institutions européennes avant de lancer la production d'un premier lot, destiné à voler entre 2021 et 2023. Une attente d'autant plus légitime qu'ArianeGroup, en échange de son engagement lors du lancement du programme en décembre 2014*, s'était vu promettre des commandes fermes de la part des États membres de l'ESA.

Trois ans et demi plus tard, Alain Charneau, le président exécutif d'ArianeGroup de l'époque, trouvait « encourageant » que le lanceur ait été retenu par la Commission européenne et l'ESA pour (au moins) deux missions Galileo, et que la DGA et le Cnes s'approprient à faire de même pour l'envoi du satellite CSO3. Mais cela restait encore loin du compte, sept missions institutionnelles pouvant

être confiées à Ariane 6 ayant été identifiées d'ici à 2023. L'industriel considérait qu'il était urgent et vital de « passer des commandes réalistes », et que ce n'était pas à lui de financer le début de la production des lanceurs destinés au marché gouvernemental. Il menaçait même de mettre au chômage technique une partie de ses équipes si la situation n'évolue pas, alors que les différentes usines de production, en France et en Allemagne, étaient sur le point de devenir opérationnelles. Et de rappeler que le programme impliquait également quelque 600 sous-traitants (dont 350 PME) à la trésorerie encore plus fragile...

L'ENGAGEMENT ATTENDU DE L'ESA.

À part la confirmation de la mission CSO3, les huit mois suivants n'ont pas vu arriver de nouvelles commandes étatiques, tandis que deux contrats commerciaux étaient enfin décrochés : avec Eutelsat, d'une part, pour « un accord de services multilatéraux de long terme » qui pourrait concerner deux Ariane 64 entre 2021 et 2027, puis avec

OneWeb, d'autre part, pour le déploiement de 30 satellites lors du vol inaugural. Soit un total de six lanceurs Ariane 6 en quatre contrats (dont deux institutionnels) pour la période 2020-2027.

La planche de salut a finalement été trouvée le 17 avril dernier, à l'occasion d'un conseil extraordinaire des États membres de l'ESA qui s'est tenu à Paris : une résolution, adoptée à l'unanimité, a promis un cadre pour un éventuel soutien à Ariane 6 pendant la phase de transition avec Ariane 5. Concrètement, l'Agence s'engage à passer quatre commandes potentielles supplémentaires d'ici la prochaine Conférence des ministres européens de l'espace, Space19+, qui se tiendra les 27 et 28 novembre prochains à Séville (Espagne), ou à dédommager les industriels de plusieurs centaines de millions d'euros sur 2019, si ces commandes ne se concrétisent pas. Promesse est également faite de financer le premier vol de la version la plus puissante d'Ariane 6 (A64, avec quatre propulseurs d'appoint latéraux), si cette dernière ne parvient pas à trouver de client commercial avant 2022,

date à laquelle l'ESA pourrait avoir besoin d'un lanceur Ariane 6 qualifié.

« Cela faisait depuis longtemps que nous travaillions avec l'ESA d'un côté et nos partenaires industriels de l'autre pour mettre en place cette commande d'un premier lot de lanceurs, commente Stéphane Israël, président exécutif d'Arianespace. Pour y parvenir, nous avions besoin d'un engagement sur un socle de 7 missions institutionnelles sur les 14 lanceurs envisagés. Trois missions étaient contractualisées (deux pour Galileo et une pour CSO3), jusqu'à ce que l'ESA, lors de son Conseil du 17 avril, prenne un engagement de responsabilité sur quatre autres missions, qui permet à ArianeGroup d'accroître son engagement vis-à-vis de ses partenaires. Cela ne signifie pas que l'ESA ait contractualisé quatre missions supplémentaires, mais qu'elle est prête à couvrir quatre autres missions, qui ne manqueraient pas d'intervenir. Cela a permis à Arianespace de déclencher une lettre de commande vers ArianeGroup, qui est en train d'en assurer la mise en œuvre auprès de ses partenaires industriels. Partenaires qui, de leur côté, ont pris des engagements de compétitivité extrêmement forts durant tout ce lot, puisque les conditions de marché s'avèrent plus exigeantes encore que cela n'avait pu être envisagé en 2014. »

RÈGLES D'ALLOCATION PRÉCISES.

Par ailleurs, l'ESA a fixé, le 17 avril, des règles d'allocation précises afin de répartir les missions entre Ariane 6 et le lanceur léger Vega C – autre résolution adoptée à l'unanimité : les charges utiles inférieures à 200 kg sont réparties selon le principe de la première occasion de vol (afin de pouvoir lancer le plus rapidement possible), celles de 200 kg à 2,35 t reviennent au lanceur Vega C « baseline », et celles de plus de 2,35 t à Ariane 6 « baseline ». Cette



Vue d'artiste des 30 satellites OneWeb embarqués à bord de la première Ariane 6 (A62).

Trois questions à Stéphane Israël, président exécutif d'Arianespace

« La ministérielle de décembre s'annonce absolument cruciale. »

Quels sont aujourd'hui les atouts d'Ariane 6 ?

Lorsqu'on regarde le paysage actuel et à venir, il apparaît que la flexibilité d'Ariane 6 la rend encore plus adaptée aux conditions du marché, tel que nous l'avions imaginé en 2014, quand son développement a été décidé. Avec sa version à deux boosters, elle est adaptée aux lancements institutionnels européens, mais elle l'est aussi à deux évolutions qui n'avaient pas été forcément anticipées de la sorte : le souhait des opérateurs de réduire la durée de mise à poste des satellites équipés de propulsion électrique et le développement des constellations, qui nécessitent de pouvoir atteindre des plans d'orbite différents – c'est tout l'intérêt du moteur réallumable Vinci. Les commandes déjà engrangées illustrent d'ailleurs cette capacité à répondre à la demande : 3 Ariane 62 (laquelle va prendre progressivement le relais de Soyouz) vont être dédiées à des missions institutionnelles et, du côté commercial, nous lancerons 30 satellites de la constellation OneWeb lors du vol inaugural de l'A6, et nous avons signé avec Eutelsat un accord multilancements pour la mise à poste de plusieurs satellites géostationnaires.

Qu'attendez-vous de la Commission européenne ?

La Commission a donné un signal extrêmement fort, en septembre 2017, en envisageant Ariane 6 pour les deux premières missions de la période de transition (avec Soyouz en solution de repli). Maintenant, nous espérons qu'elle va progresser dans son engagement, avec de nouvelles commandes. Sur la période 2021-2023, on peut notamment imaginer qu'il y aura encore au moins 4 missions Galileo supplémentaires. Cela coïncide avec le début du prochain dispositif budgétaire et, d'ici là, il va falloir que la nouvelle Commission

se mette en place.

Nous comprenons ces contraintes d'agenda, mais il est vrai que, pour la chaîne industrielle en Europe, il est important que les commandes arrivent vite.

Qu'attendez-vous de la conférence Space19+ de Séville ?

La ministérielle de décembre s'annonce cruciale pour nous. Nous la préparons activement, avec ArianeGroup et nos partenaires européens, et elle devra être très ambitieuse. Il s'agit en effet de mettre en place les conditions de la fin d'exploitation d'Ariane 5, de confirmer celles de l'exploitation des 14 premières Ariane 6, et de regarder au-delà : comment améliorer Ariane 6 et comment préparer la génération suivante, à partir de la décennie 2030 ? Nous voulons à terme utiliser la propulsion oxygène-méthane (c'est l'objet du moteur Prometheus), nous voulons mieux maîtriser les matériaux plus légers, notamment pour l'étage supérieur (c'est le projet Icarus), et nous voulons avoir la capacité de recouvrer un étage (à travers le démonstrateur Themis), au cas où un lanceur réutilisable ferait sens d'un point de vue économique, avec les perspectives de marché et de missions qui sont les nôtres.



P. F. MEUNIER / ARI & COSMOS

décision s'applique non seulement à l'ESA, mais devient une recommandation forte pour les autres institutions européennes, qui prendront leur décision ultime.

Enfin, d'ici la conférence de Séville, Jan Wörner, le directeur général de l'ESA, doit élaborer une liste des prochaines missions scientifiques de l'Agence. « Cela constituerait un élément stabilisateur », reconnaît Daniel Neuschwander, directeur du transport spatial à l'Agence spatiale européenne. Parmi les lancements qui pourraient basculer dans le manifeste d'Ariane 6 figurent en particulier ceux de deux missions du programme

CosmicVision de l'ESA (2015-2025), aujourd'hui programmées en 2022 : Euclid (cartographie de la géométrie de l'Univers sombre) et Juice (exploration des satellites galiléens de Jupiter). La première était prévue sur un lanceur Soyouz/Fregat et la seconde, sur une Ariane 5 ECA.

ARIANEGROUP SAUTE LE PAS.

Rassuré par ces garanties, ArianeGroup a donc décidé la mise en production du premier lot d'Ariane 6 (en plus des deux modèles déjà en cours d'assemblage, destinés aux qualifications au sol et en vol en 2020), et en a fait l'annonce le 6 mai.

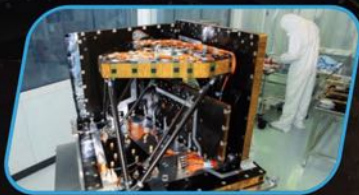
Ce lot sera composé de quatorze lanceurs (n° 602 à 615), destinés à voler en 2021 et 2023, parallèlement aux huit dernières Ariane 5 ECA. Soit 7,3 lanceurs disponibles par an, alors que l'objectif initial était de tenir une cadence stable de 11 missions par an (dont 5 institutionnelles). Mais l'outil industriel est prêt à monter en cadence si le besoin s'en fait sentir, comme le confirme Stéphane Israël : « Nous considérons que les 5 missions institutionnelles par an restent la référence, comme cela avait été envisagé en 2014. Pour ce qui est du marché commercial, qui est très compliqué à prévoir, nous pensons aujourd'hui qu'il

faut être dimensionné sur 4 opportunités par an, sachant qu'industriellement, nous avons tout à fait les moyens d'aller au-delà. Nous nous organisons donc pour être robustes économiquement à une cadence de 9 missions en flux continu et, si le marché devait connaître une dynamique plus importante, nous saurons faire davantage, grâce à nos investissements industriels et à la flexibilité de notre industrie qui, encore une fois, a pris des engagements de maîtrise des coûts pour les 14 premiers lanceurs. »

En attendant, l'heure est malgré tout au soulagement, à travers treize pays d'Europe, à la grande satisfaction du nouveau patron

APCO
TECHNOLOGIES

We take up technical challenges



APCO Technologies, équipementier compétitif et pertinent sur les marchés institutionnels et commerciaux spatiaux, Référence en Europe pour les Structures Stables en Composite. Partenaire idéal des Intégrateurs d'Instruments, de Satellites et de Lanceurs pour relever des défis techniques et proposer des solutions innovantes et performantes à la pointe de la technologie.

Chemin de Champex 10, CH-1860 Aigle
+41 24 468 98 00

www.apco-technologies.eu



Contrats pour Ariane 6 remportés par Arianespace au 1^{er} juin 2019

Clients	Charges utiles	Lanceurs	Dates de lancement	Dates de contrat	Remarques
Commission européenne et ESA	4 satellites Galileo (navigation)	2 Ariane 62	2020-2021	septembre 2017	Premier contrat institutionnel
Eutelsat	Jusqu'à 5 satellites (télécommunications)	2 Ariane 64	2021-2027	septembre 2018	Premier contrat commercial (contrat multiple)
Cnes et DGA	CSO3 (reconnaissance optique)	Ariane 62	2021	septembre 2018	
OneWeb	30 satellites OneWeb (télécommunications)	Ariane 62	2020	février 2019	Lancement sur le vol inaugural

d'ArianeGroup, André-Hubert Roussel, qui a remplacé Alain Charneau le 1^{er} janvier dernier. « Moins de quatre ans après la signature du contrat de développement avec l'ESA, en août 2015, lancer la production du premier lot de série d'Ariane 6 est un vrai succès pour l'ensemble de l'industrie européenne, a-t-il déclaré. Celle-ci a su faire les efforts indispensables pour mettre en place, en un temps record, une nouvelle organisation industrielle européenne plus efficace et compétitive. Nous pouvons désormais assurer la montée en cadence de la production d'Ariane 6 et préparer son exploitation. Nos clients attendent Ariane 6 avec impatience, et elle sera au rendez-vous. » Le premier

vol d'une Ariane 6 (version A62) reste en effet prévu pour l'année prochaine, « à partir du mois de juillet », puis les premières Ariane 6 de série devraient sortir des usines d'ArianeGroup dès le début de 2021.

CONFIANCE.

Ariane 6 arrivera ainsi dans un paysage particulier, marqué à la fois par un effondrement du marché des satellites de télécommunications géostationnaires depuis deux ans, l'affirmation d'une volonté de suprématie américaine et la mise en service de nouveaux lanceurs compétitifs sur la scène internationale – en particulier le New Glenn de Blue Origin et le Vulcan d'United Launch Alliance. Stéphane

Israël se montre toutefois confiant : « Notre concurrent le plus affirmé reste SpaceX, c'est vrai qu'il y a d'autres concurrents qui montrent leurs ambitions et il y a beaucoup de nouveaux lanceurs qui sont annoncés pour la prochaine décennie. Nous verrons bien si ces ambitions se matérialisent. Ce qui est certain, c'est qu'il y a désormais un paysage concurrentiel vif, alors même que le marché des lancements est calme depuis deux ans. Cela dit, nous sommes confiants, parce que nous pensons que le marché des satellites géostationnaires va se redresser. Il en donne d'ailleurs quelques signes depuis le début de l'année, avec 9 satellites qui ont déjà été commandés à l'industrie, ce qui peut

laisser penser que nous pourrions revenir à un niveau d'au moins 15 commandes par an – quand 20 à 25 commandes étaient atteintes au début de la décennie 2010. Après, toute la question concerne le dynamisme du marché des constellations comme OneWeb, qui pourrait déclencher des cadences plus fortes, et qui pourrait venir compléter un marché géostationnaire en deçà du niveau qui a été le sien il y a quelques années. Ce qui est certain, c'est que si la demande est là, Ariane 6 saura y répondre. »

■ Pierre-François Mouriaux

"Le programme Ariane 6 a été décidé lors du Conseil ministériel de l'ESA à Luxembourg."

ARIANE 6 ÉVOLUTION

Un étage « noir » à l'étude

L'AGENCE SPATIALE EUROPÉENNE A SIGNÉ, LE 14 MAI, DEUX CONTRATS DE MATURATION TECHNOLOGIQUE AVEC ARIANEGROUP ET MT AEROSPACE, AFIN DE PRÉPARER LE FUTUR ÉTAGE SUPÉRIEUR D'ARIANE 6, ICARUS.

Dans le cadre du programme Ariane 6 Evolution qui, comme son nom l'indique, doit permettre d'améliorer le futur lanceur lourd européen, l'Agence spatiale européenne vient de confier aux industriels Ariane-

Group et MT Aerospace (fournisseur de composants et de sous-systèmes spatiaux) l'étude des technologies et des concepts nécessaires à la construction d'un étage supérieur optimisé du futur lanceur lourd européen. Baptisé

Icarus (Innovative Carbon Ariane Upper Stage), cet étage sera réalisé en polymère renforcé de fibre de carbone (CFRP), alors que les étages supérieurs de lanceurs sont généralement fabriqués en aluminium. L'objectif est de réduire davantage les coûts et surtout d'économiser de la masse, au point de probablement gagner 2 t de capacité d'emploi vers l'orbite de transfert géostationnaire. Icarus sera ainsi caractérisé par une cou-

leur noire, inédite sur un lanceur Ariane, qui lui vaut déjà le surnom d'« étage noir ».

RÉPARTITION DES TÂCHES.

ArianeGroup et MT Aerospace associeront les compétences respectives de leurs équipes à Brème et à Augsburg, la première se concentrant sur les architectures d'étage et l'intégration des systèmes, et la seconde se chargeant des matériaux et technologies

destinés aux réservoirs et structures composites dans des conditions cryogéniques. Les technologies retenues seront intégrées à un démonstrateur d'étage supérieur à partir de 2021, afin de démontrer que le système est compatible à grande échelle avec le mélange oxygène-hydrogène liquides, et de valider les procédés de remplissage et de vidange, ainsi que l'intégrité des structures primaire et secondaire.

Cette phase d'étude de maturité technologique, appelée Phoebus (Prototype of a Highly Optimised Black Upper Stage) devra être suivie de la décision de financer le développement de l'étage Icarus, à l'occasion du prochain Conseil ministériel de l'ESA, en novembre prochain.

■ Pierre-François Mouriaux



Vue d'artiste de l'étage Icarus.



DÉMONSTRATEUR ETID

De nouvelles briques technologiques validées

À SIX MOIS DE LA CONFÉRENCE DES MINISTRES EUROPÉENS DE L'ESPACE, ARIANEGROUP ANNONCE AVOIR VALIDÉ 14 NOUVEAUX COMPOSANTS POUR LE DÉVELOPPEMENT DES MOTEURS DES ÉVOLUTIONS D'ARIANE 6.

Afin de valider des technologies et des procédés de fabrication innovants utilisés pour de futurs moteurs d'étage supérieur de lanceurs plus économiques, ArianeGroup a mis au point un démonstrateur de chambre de combustion taille réelle baptisé Etid (Expander-cycle Technology Integrated Demonstrator), dans le cadre du programme de préparation des lanceurs du futur FLPP (Future Launchers Preparatory Programme) de l'Agence spatiale européenne. Le projet a été mené en partenariat avec Aerospace Propulsion Products aux Pays-Bas, Carinthian Tech Research en Autriche, l'Agence spatiale allemande (DLR), GNK

Aerospace en Suède, et Safran Aero Boosters en Belgique. Des essais à feu ont été menés entre le 15 juin 2018 et le 22 mars 2019 sur les installations du DLR à Lampoldshausen (Bade-Wurtemberg), dans des conditions similaires à celles de l'environnement spatial. Ils représentent 23 jours d'essai et un temps de fonctionnement global de plus de 2 700 secondes. Quatre configurations de chambre différentes générant 100 kN de poussée ont été utilisées, permettant de valider 14 nouveaux composants et sous-systèmes, ainsi que différentes technologies et méthodes de fabrication innovantes : impression 3D, usage de matériaux



Démonstrateur Etid.

présentant le meilleur rapport coût/efficacité, allumage par laser... Ont notamment été testés une tête d'injection monobloc qui pourra remplacer à terme les têtes d'injection classiques, composées plus de 400 composants distincts, une chambre de combustion en cuivre à faible coût, et différents allumeurs multiples.

PRÉPARER L'AVENIR.

« La campagne d'essais s'est particulièrement bien déroulée, se réjouit Gerald Hagemann, directeur adjoint du département Propulsion liquide d'ArianeGroup. Nos attentes à l'égard des nouvelles technologies de chambre de combustion et de vannes ont été entièrement validées. Elles ont même été dépassées en termes de fiabilité

et de robustesse des composants. Le portefeuille technologique validé est maintenant prêt pour continuer à optimiser les coûts de la famille des lanceurs spatiaux européens. » La suite devra être décidée lors de la conférence ministérielle de l'ESA cet automne à Séville, afin d'améliorer la compétitivité des lanceurs européens à horizon 2025, comme l'explique

André-Hubert Roussel, le président exécutif d'ArianeGroup : « Il est indispensable de préparer dès maintenant les technologies qui seront utilisées pour les lanceurs au-delà de 2030 et ces nouveaux progrès, réalisés en parallèle du développement du moteur à très bas coût Prometheus vont dans la bonne direction. »

■ Pierre-François Mouriaux

ARIANE 6

Prête pour la Lune

TANDIS QUE L'EXPLORATION DE NOTRE SATELLITE NATUREL REVIENT SUR LE DEVANT DE LA SCÈNE, ARIANEGROUP SE POSITIONNE POUR ACCOMPAGNER LES ÉVENTUELLES AMBITIONS EUROPÉENNES, GRÂCE À SON FUTUR LANCEUR LOURD.



Vue d'artiste du projet Alina pour le Google Lunar XPrize.

Le 21 janvier dernier, André-Hubert Roussel, fraîchement nommé à la tête d'ArianeGroup, avait terminé sa première rencontre avec la presse en dévoilant un contrat inédit avec l'Agence spatiale euro-

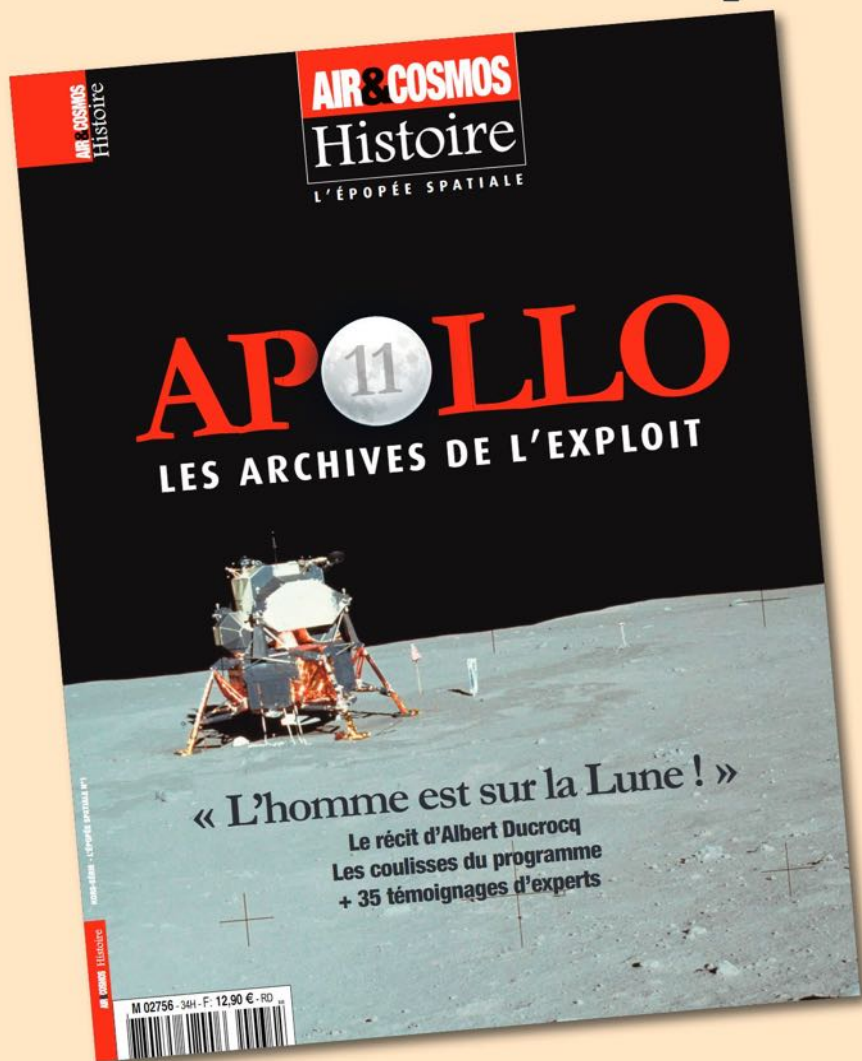
péenne : l'étude préliminaire d'une mission capable de déposer un atterrisseur automatique sur la Lune, dans le cadre du programme Isru (In-Situ Resource Utilization). Selon le communiqué de l'industriel, l'objectif de cette mission serait « l'explo-

itation du régolite, un minéral dont il est possible d'extraire eau et oxygène, permettant ainsi d'envisager une présence humaine autonome sur la Lune ; et aussi de produire le carburant nécessaire à des missions d'exploration plus lointaines. » Ari-

aneGroup dirigerait un consortium « innovant et exclusivement européen », composé de l'opérateur de lancements ArianeSpace, de la start-up allemande PTSScientists (fondée en 2009 pour participer au concours Google Lunar XPrize et faire atterrir deux as-

Hors-série - Apollo 11

Les archives de l'exploit



En vente en kiosques
le 14 juin

tromobiles de 30 kg sur le site de la mission Apollo 17), et de la PME belge Space Applications Services (spécialisée depuis 1987 dans l'ingénierie de systèmes et de logiciels). Ariespace fournissait un lanceur Ariane 6 (version A64, capable d'expédier 8,5 t vers l'orbite cislunaire), PTScientists construisait l'atterrisseur Alina (Autonomous Landing and Navigation Module), et Space Applications Services se chargerait du segment sol, des équipements de communication et des opérations de services associées. Cette première étude est destinée à estimer la faisabilité d'un tel projet et à estimer son coût, sans calendrier plus précis qu'une échéance en 2025.

« AMBITIEUX ET PORTEUR. »

Le 8 mai, ArianeGroup et PTScientists ont signé un accord pour encadrer leurs futures collaborations, le transport spatial et l'exploration. Mais c'est bien

la possibilité de déposer la première charge utile européenne sur notre satellite naturel qui retient l'attention. « La Lune est un enjeu important pour ArianeGroup, considère André-Hubert Roussel, et Ariane 64 permettra à l'Europe de s'y rendre. (Un tel lanceur) possède en effet toutes les capacités nécessaires à sa desserte et permet d'offrir des services de transport spatial aux acteurs désireux de se rendre vers son orbite. Cette première signature avec une start-up européenne est un excellent exemple de collaboration gagnant-gagnant : elle démontre que l'industrie européenne sait se réinventer pour créer une véritable équipe d'Europe du spatial, par le biais d'associations agiles et disruptives. C'est l'alliance parfaite d'un acteur européen historique du spatial mondial et d'un représentant de ce que le New Space fait de mieux. Ce projet commun est ambitieux et porteur pour toute la com-

munauté spatiale. Avec cette association, l'offre est désormais complète pour acheminer du matériel sur le sol lunaire. » On parle d'un atterrisseur de 1 250 kg et d'une charge utile d'environ 320 kg.

« COMPLÈTEMENT ACCESSIBLE. »

Jean-Christophe Henoux, responsable des futurs programmes au sein d'ArianeGroup, se félicite pour sa part de « la bonne alchimie » entre l'industriel franco-allemand et la start-up berlinoise. « Il y a ce premier accord et plus si affinités, nous déclare-t-il. Il renforce pour l'instant notre coopération pour le développement d'un service commercial vers la Lune, ainsi que sur tous les aspects liés à la propulsion. » Il nous précise au passage qu'ArianeGroup fournira plusieurs propulseurs sur l'atterrisseur Alina. Construits à Lampoldshausen, en Allemagne, et produisant une poussée unitaire de 200 N, ce sont des versions

simplifiées des moteurs qui équipaient les vaisseaux-cargos ATV destinés à la desserte de la Station spatiale internationale, entre 2008 et 2014.

« Ariane 6 est parfaitement capable d'aller sur la Lune, ajoute-t-il, et ce projet montre que, pour l'équivalent de 4 % du budget 2019 de l'ESA, l'Europe peut décider d'aller sur la Lune très rapidement : c'est complètement accessible. » L'idée est que l'aventure démarre grâce à un soutien institutionnel, avec l'envoi d'expériences scientifiques ou de récolte d'échantillons, puis qu'elle se poursuive à l'initiative du secteur privé. Pour l'heure, outre celle qui implique ArianeGroup et PTScientists, différentes études de phase A ont été financées par l'ESA, pour le transport et les services d'une part, et les charges utiles d'autre part. L'espoir est que la Conférence ministérielle de l'Agence, en novembre prochain, décide d'une mission lunaire.

■ Pierre-François Mouriaux

RUSSIE

Privés de satellites américains

POUR DES RAISONS DE CYBERSÉCURITÉ, D'ICI TROIS ANS ET DEMI, LES LANCEURS COMMERCIAUX RUSSES NE SERONT PLUS ACCESSIBLES AUX CLIENTS AMÉRICAINS.

Le système de régulation des acquisitions de la défense, ou Dars, est l'organisation du Département de la Défense américain qui fixe les règles en matière d'achats. Le 30 mai 2019, il a jeté un pavé dans la mare en ajoutant la Russie à la liste des États dont les services de lancement et les services satellitaires ne peuvent pas être utilisés par un client américain. La section 1603 de la Loi d'autorisation de la Défense nationale (NDAA) pour l'année fiscale 2018 a été modifiée : à compter du 31 décembre 2022, aucun organisme

américain ne pourra confier un satellite à un lanceur réalisé par la Russie. Cette liste comptait déjà la Chine, la Corée du Nord, l'Iran, le Soudan et la Syrie. La raison invoquée par le Dars pour cette nouvelle règle est la cybersécurité. Lancer un satellite sur un lanceur russe ou utiliser un service satellitaire fourni par la Russie ferait courir des « risques inacceptables » pour les intérêts américains. Quoi qu'il en soit, cette décision sera lourde de conséquences pour les activités spatiales russes. La société Glavcosmos, qui dépend directement

de l'entreprise nationale Roscosmos, se limitait jusque-là aux lancements de petits satellites en charges additionnelles sur des lanceurs Soyouz-2. En avril 2019, elle a absorbé International Launch Services (ILS), qui fut jadis le plus sérieux concurrent d'Ariespace. La perte de fiabilité de ses lanceurs Proton-M conjuguée à l'arrivée de SpaceX sur le marché ont eu pour conséquence de diminuer considérablement ses parts de marché. Rencontré le 7 mai à Washington lors de la conférence Satellite 2019, Kirk Pysher, le président d'ILS, nous a indiqué qu'il comptait néanmoins remonter 25 à 30 % du marché d'ici deux ans, pas forcément avec de nouveaux clients mais grâce à la nécessité de renouveler des satellites sur orbite. Priver ainsi Proton-M

des satellites des grands opérateurs historiques américains comme EchoStar ou Intelsat est une très sérieuse menace pour ce projet de reconquête.

Mais les gros satcoms géostationnaires ne sont pas les seuls à être impactés par cette décision américaine. Les nanosatellites lancés par grappes sur les Soyouz-2 de Roscosmos devront également trouver d'autres lanceurs. Quid également du contrat OneWeb, dont les derniers lancements sont attendus pour 2023 – c'est-à-dire après la mise en application de la nouvelle règle ? Vu de Roscosmos, qui a condamné la décision du Pentagone dans un communiqué de presse, il ne s'agit pas là de cybersécurité mais bien de protectionnisme économique. L'entreprise nationale russe dénonce ainsi

« une nouvelle manifestation de la concurrence déloyale de Washington sur le marché international des services spatiaux ».

LA RÉCIPROQUE N'EST PAS VRAIE.

Du côté de Moscou, on oublie toutefois un peu vite que, si des dizaines de satellites américains

ont volé sur des lanceurs russes au cours des deux dernières décennies, la réciprocité ne s'est jamais vérifiée. Pas une seule fois un engin fabriqué en Russie n'a été confié à un lanceur américain, à l'exception du module MIM-1 « Rassviet » de la Station spatiale internationale qui a été acheminé par la navette Atlantis en mai 2010. La même

année, le gouvernement russe avait même forcé Gazprom à renégocier le contrat passé avec Thales Alenia Space, qui prévoyait que les satellites russes Yamal 401 et 402 soient lancés par Arianespace, pour qu'ils reviennent sur Proton.

Que la décision américaine soit motivée par des questions de sécurité ou de protectionnisme ne

change rien à son impact sur l'industrie spatiale russe dans les années à venir. La première question qui peut en tout cas être posée est celle d'éventuelles représailles de la part de la Russie. Mais Moscou a-t-elle les moyens de s'opposer à cette décision ?

■ Nicolas Pillot

Webmaster du site Kosmonavtika.com

RUSSIE

Le premier Proton de 2019

Le 30 mai, un lanceur russe Proton-M/Breeze-M a placé sur orbite GTO le satellite de télécommunications Yamal 601, construit sous la maîtrise d'œuvre de Thales Alenia Space pour le compte de l'opérateur JSC Gazprom Space Systems, filiale du géant gazier russe Gazprom. Au moment où nous bouclons ces lignes, des vérifications supplémentaires étaient effectuées

sur le moteur d'apogée S400 du satellite (fourni par ArianeGroup).

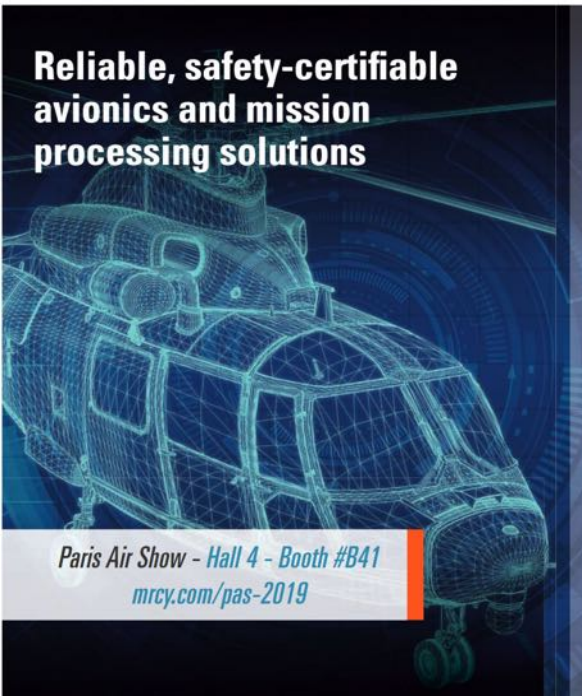
C'était le premier lancement du lanceur lourd russe depuis le 21 décembre 2018. Trois autres Proton-M se trouvent actuellement à Baïkonour, au Kazakhstan, notamment pour l'envoi du télescope Spektr-RG (le 21 juin), et du relais militaire russe Blagovest 14L (mi-juillet).

■ A Cannes, PFM



Yamal 601 à Cannes en janvier 2018.

Reliable, safety-certifiable avionics and mission processing solutions



Paris Air Show - Hall 4 - Booth #B41
mrcy.com/pas-2019

Developing next-gen technologies in our European design and production centers.

- Artificial Intelligence & Machine Learning
- Converged digital avionics & autonomy
- Safety certified subsystem solutions
- Avionics networking and communications
- Airborne servers and digital displays

 mercury
systems®

TÉLÉCOMMUNICATIONS

ARIANEGROUP FAIT ÉVOLUER SES RÉFLECTEURS D'ANTENNE SATELLITE

SUR SON STAND AU SALON SATELLITE 2019 DE WASHINGTON, DÉBUT MAI, L'INDUSTRIEL FRANCO-ALLEMAND PRÉSENTAIT SA NOUVELLE GAMME DE RÉFLECTEUR D'ANTENNE POUR SATELLITE DE TÉLÉCOMMUNICATIONS GEO, ULR NG.

Le réflecteur ULR de nouvelle génération.



On connaît surtout la co-entreprise fondée en janvier 2015 entre les groupes Airbus et Safran et renommée ArianeGroup en juillet 2017, comme maître d'œuvre industriel du développement et de l'exploitation des lanceurs européens Ariane 5 et Ariane 6 ; on la connaît également pour être en charge de la conception et de la production du missile mer-sol balistique stratégique M51 pour la DGA, au profit de la Force océanique stratégique de la Marine nationale. Mais ArianeGroup développe également des équipements et de la propulsion pour applications spatiales et, à ce titre, a déjà produit depuis 2001 pas moins de 158 réflecteurs d'antenne de type ULR (Ultra Light Reflector) pour des satellites de télécommunications géostationnaires. La ligne de fabrication se trouve au sein de l'usine ArianeGroup des Mureaux, dans les Yvelines, à l'ouest de Paris.

DERNIÈRE COMMANDE EN DATE.

Si les réflecteurs ULR, réalisés en matériaux composites, peuvent mesurer entre 1,5 et 3,5 m

de diamètre, le produit phare fait partie de la gamme 2,6 m. Il est capable de couvrir l'ensemble du spectre électromagnétique utilisé pour les télécommunications spatiales, de la bande C (3,4-4,2 GHz) à la bande Q/V (40/50 GHz), et est compatible avec la fibre.

La dernière commande en date a été passée en avril dernier par Airbus Defence & Space, afin d'équiper les deux nouveaux satellites de l'opérateur Eutelsat, Hotbird 13F et 13G, qui lui ont été confiés en novembre 2018. Les satellites doivent être livrés en 2020, pour un lancement en 2022 vers la position 13° E. Ils remplaceront Hotbird 8/13B (lancé en août 2006), Hotbird 9/13C (décembre 2008) et Hotbird 10/13D (février 2009), et couvriront l'Europe, le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord, essentiellement pour de la diffusion vidéo pour la télévision par câble et par satellite. Chaque satellite sera équipé de cinq réflecteurs d'antenne ULR (trois

sur une face et deux sur la face opposée), qui doivent être livrés en 2020.

OPTIMISATION.

Anticipant les nouvelles demandes du marché, et en parallèle de l'optimisation des produits existants, ArianeGroup a décidé, il y a deux ans, de développer une nouvelle génération de réflecteurs encore plus compétitifs, avec l'objectif de prendre la tête du marché en 2021. Un appel à idées sur un nouveau prototype a ainsi été lancé en interne, entre mars et décembre 2018, qui a non seulement abouti à la mise en place d'une organisation de type PME, mais aussi à une toute nouvelle architecture de réflecteurs qui permet d'optimiser le coût de réalisation. La nouvelle organisation repose sur petite équipe dédiée à la ligne de production, et sur une révision de tout le cycle de production, de l'approvisionnement auprès de nouveaux four-

nisseurs aux contrôles qualité.

Le nouveau produit, dit ULR Nouvelle Génération (ULR NG), a quant à lui été repensé et simplifié, tout en conservant l'héritage issu de la gamme ULR. Il repose sur l'introduction d'une fibre issue de l'industrie aéronautique, sur le changement du nid d'abeilles, sur le développement d'une nouvelle structure arrière et sur une technologie innovante de jonction des différents sous-ensembles. Entre autres, les délais de fabrication ont été raccourcis de 30 % grâce notamment à l'assemblage plus rapide entre la coque et la structure arrière du réflecteur, qui est passé de 15 à... 2 jours de travail. Ce nouveau produit est ainsi livré en 6 à 9 mois, à un coût réduit de 40 %. « C'est génial de voir autant de gains obtenus par la réorganisation des équipes et par l'émulation autour de l'innovation », s'enthousiasme Hervé Duval, le responsable de la ligne de produits réflecteurs d'antenne chez ArianeGroup.

■ Pierre-François Mouriaux

TÉLÉCOMMUNICATIONS

AIRBUS, PREMIER FOURNISSEUR MONDIAL DE SATCOMS Géo

LE CONSTRUCTEUR EUROPÉEN VA LIVRER TROIS NOUVEAUX RELAIS GÉOSTATIONNAIRES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS À L'OPÉRATEUR BRITANNIQUE INMARSAT. ILS INAUGURENT LE CONCEPT DE SATELLITES ONESAT, RECONFIGURABLES SUR ORBITE.

C'est avec une triple commande que Nicolas Chamussy termine sa mission à la tête de la division Space Systems au sein d'Airbus : le 29 mai, il a signé à Londres un contrat avec l'opérateur Inmarsat pour la fourniture de trois nouveaux satellites géostationnaires de télécommunications, Inmarsat GX 7, 8 et 9. Depuis le début de l'année, Airbus a ainsi remporté six des neuf compétitions ouvertes à la concurrence internationale, dont deux en partenariat avec Thales Alenia Space (pour les satellites espagnols SpainSat NG 1 et 2, annoncés le mois dernier) ; en 35 mois (1^{er} juillet 2016-31 mai 2019), Nicolas Chamussy et son équipe ont décroché 10 contrats pour la construction de 15 satcoms Géo, un score exceptionnel, vu l'état du marché ces deux dernières années.

LANCEMENT DE LA PLATEFORME ONESAT.

Inmarsat GX 7, 8 et 9 inaugureront la septième génération de satellites d'Inmarsat, qui fête cette année ses 40 ans (et ses 20 ans comme société privée), et dont la flotte compte actuellement 13 satellites en activité. D'ici là, 3 satellites viendront compléter la flotte : Inmarsat 6 F1 et F2, en cours d'intégration chez Airbus (le premier doit être lancé en 2020), et Inmarsat 5 F5, construit par Thales Alenia Space (prévu cette année sur Ariane 5 ECA). Inmarsat GX7,

8 et 9 compléteront en particulier le réseau Global Xpress d'Inmarsat, qui délivre depuis 2015 du très haut débit HTS (High Throughput Satellite) en bande Ka pour le marché de la mobilité.

Inmarsat GX7, 8 et 9 seront basés sur la nouvelle plateforme standard d'Airbus OneSat, tout électrique et dite « prête à l'emploi », car la charge utile est entièrement flexible et reconfigurable en orbite. Ils seront équipés d'un ordinateur embarqué et d'antennes actives qui leur permettront d'ajuster leur zone de couverture, leur capacité et leur fréquence de manière dynamique en temps réel. La conception de ce satellite innovant, en particulier soutenue par l'Agence spatiale européenne, le Cnes et l'Uksa (l'agence spatiale britannique), est basée sur une approche de standardisation, de modularité et de conception en fonction de la fabrication (design-to-manufacturing). Elle permet d'améliorer le rapport qualité/prix, de baisser les coûts et de réduire les délais de livraison par rapport à un satellite de télécommunications classique. Ainsi, les deux premiers exemplaires de la commande du 29 mai pourraient être disponibles dès le premier semestre de 2023. A terme, une production en petite série (jusqu'à 10 par an ?) pourrait permettre des livraisons en seulement 18 mois.

Pesant à peine 3 t au décollage et... empilables, les trois satellites

Lancement groupé de trois satellites OneSat.



pourront être lancés lors d'une même mission, sans avoir besoin d'un système de lancement multiple, coûteux en masse. Les satellites étant interchangeables, il est possible d'envisager différentes combinaisons, comme embarquer deux satellites d'un même client et un troisième satellite d'un autre client, le dernier profitant d'un lancement pour un tiers de son prix...

ÉMULATION ESPÉRÉE.

« Il s'agit plus d'un concept de satellite que simplement d'une nouvelle plateforme, nous précise Nicolas Chamussy. OneSat est un produit très standardisé, mais très flexible. Il exclut toutes les phases de customisation complexes, comme celles que nous avons pu connaître sur d'autres satellites (comme SES 12 et 14, qui ne comportaient pas moins de 6 missions). On peut espérer que cela crée une certaine émulation sur ce marché, voire imaginer qu'apparaisse un marché "secondaire", de location ou de revente des satellites en fin de

mission, à l'image de ce qui existe dans l'aéronautique, toutes proportions gardées. »

Interrogé sur son « bilan », Nicolas Chamussy nous confie : « Je retiendrai, s'agissant des satellites de télécommunications, les quatre prises de commandes pour la plateforme Eurostar NEO, le lancement de nos trois premiers satellites tout électriques, et ce trio Inmarsat, qui va inaugurer la plateforme OneSat : cela redonne confiance dans ce marché. Sur les satellites d'observation de la Terre, grâce à l'expérience acquise avec la constellation OneWeb et la gamme AstroBus, nous allons pouvoir proposer davantage de produits sur catalogue, à hautes performances, conçus notamment pour s'intégrer dans des constellations et disponibles à l'export. Notre industrie évolue de l'approche "project-oriented" pour intégrer des offres de produits "off-the-shelf" (sur étagère), tout en accélérant et en simplifiant les négociations avec nos clients. » ■ Pierre-François Mouriaux

TECHNOLOGIES

LE SERVICE EN ORBITE À L'ÉTUDE

L'EUROPE, ET NOTAMMENT THALES ALENIA SPACE, PLANCHENT SÉRIEUSEMENT SUR DES PROJETS INNOVANTS QUI DEVRONT PERMETTRE AUX SATELLITES DE FONCTIONNER PLUS LONGTEMPS ET D'ÊTRE DÉPANNÉS EN ORBITE.



Vue d'artiste du Space Start en opération.

Compte tenu de l'évolution de l'activité spatiale, le marché émergent du service en orbite aux satellites connaît une croissance rapide, qui va transformer le concept « d'espace statique » en « espace dynamique et durable ». Les opérations en orbite vont redéfinir le paradigme dans lequel les engins spatiaux ne vivent que sur une seule orbite, de leur lancement à leur fin de vie, sans aucune possibilité d'intervenir sur eux durant cette période. Or, dans ce contexte du *re-use*, qui va rompre le schéma traditionnel d'exploitation et d'utilisation des satellites en ouvrant de nouvelles perspectives économiques dans l'espace, l'Europe est quasiment absente. C'est d'autant plus surprenant que tout ce qui gravite autour des services en orbite est stratégique pour un Etat.

Cette nouvelle ère de l'exploitation commerciale des satellites va être marquée par des ruptures technologiques significatives, mais également par de nouvelles opportunités en termes de gestion de flotte pour les opérateurs de satellites. Pour les satellites de télécommunications en orbite géostationnaire, le marché le plus profiteur, l'idée est d'étendre leur durée de vie bien au-delà de la quinzaine d'années pour lesquels ils sont conçus (dans les faits, ils fonctionnent bien plus longtemps). Ainsi, aux services précurseurs d'extension de la vie des satellites de ravitaillement en ergols et de prise de contrôle, proposés par les remorqueurs spatiaux (*space tugs*) de la première génération, s'ajouteront de nouveaux services plus évolués, qui ne se limiteront pas à cette seule activité. Les futures missions envisagées concerneront l'inspection en haute définition, le remorquage, le ravitaillement en vol (une forme d'extension de vie d'un satellite plus intelligente que le *rigging*), ainsi que d'autres activités bien plus complexes comme la réparation d'incidents mécaniques, l'assemblage

THALES ALENIA SPACE

de structures sur orbite, l'installation de charges utiles additionnelles, l'amélioration des fonctions existantes, voire la reconfiguration des satellites pour de nouvelles missions. Sans oublier la désorbitation active des satellites en fin de vie ou le retrait des débris orbitaux, dont la présence constitue une grande menace pour les satellites opérationnels et l'activité humaine en orbite basse. Le retrait des débris spatiaux est le segment du marché des services en orbite qui devrait s'accroître de manière significative pendant la prochaine décennie. Les gouvernements envisagent des politiques ciblant la suppression active des débris. Ils vont allouer des budgets pour la désorbitation des satellites défectueux ou en fin de vie, suite aux études de la Nasa et de l'ESA, qui indiquent que le retrait ciblé de cinq débris chaque année serait suffisant pour stabiliser ce risque.

RATTRAPER LES ETATS-UNIS.

Sans surprise, les Etats-Unis ont déjà un temps d'avance et dominent ce secteur. En seulement quelques années, environ 400 M\$ ont été investis par la Nasa et la Darpa dans l'acquisition de technologies liées aux services en orbite. Des partenariats ont également été noués avec des entreprises privées, dans un schéma dorénavant classique aux Etats-Unis, où la puissance publique finance le développement de nouvelles technologies et laisse ensuite le champ libre aux industriels pour les exploiter à des fins commerciales. Et, déjà, une réflexion est menée sur les outils de seconde génération, alors que l'Europe est quasiment absente de ceux de la première génération. Consciente de ce retard, l'Agence spatiale européenne a lancé en septembre 2018 un appel à idées pour la réalisation d'un véhicule spatial capable de désorbiter un de ses satellites, et répondre à un certain nombre de besoins liés aux services en orbite. Thales Alenia Space, qui traite le service en orbite aux sa-

tellites comme un sujet majeur, s'est aussitôt positionné sur ces véhicules de seconde génération qui arriveront bien plus vite qu'on ne le pense. L'entreprise franco-italienne a proposé à l'ESA un projet de véhicule multitâches, avec comme objectif un vol de démonstration d'ici 2024-2025. L'Agence, qui a présélectionné cinq autres offres (sur 50 reçues), devrait rendre sa décision lors de la prochaine session de son conseil au niveau ministériel, en novembre prochain.

LE SPACE START, UN VÉHICULE MULTITÂCHE.

Parmi les offres présélectionnées par l'ESA figure celle de Thales Alenia Space, appelée le Space Start, acronyme de Space Servicing Transportation Assembly Retrieval Target. Il s'agit d'un véhicule agile et flexible ayant plusieurs missions, capable d'offrir dans l'espace les stratégies clés des technologies nécessaires au service en orbite. Ce véhicule ne se limitera donc pas aux seules activités d'extension de la vie des satellites. Le Space Start proposera une grande variété d'opérations à effectuer en orbite telles que la suppression des déchets et débris. Ce véhicule multitâche sera capable de réaliser plusieurs missions qui répondront à des besoins déjà identifiés, avec à la clé de nouveaux marchés spatiaux à ouvrir. A l'ère du New Space, les opportunités de faire du business dans l'espace se multiplient et le service en orbite n'échappera évidemment pas à cette règle. Tous ces futurs services seront proposés aux opérateurs de satellites, mais aussi à des agences spatiales et des gouvernements qui tous en auront besoin.

Concrètement, demain, en raison de réglementations plus contraignantes, il existera un marché de la désorbitation qui concernera les mégaconstellations, mais aussi les centaines de milliers de petits satellites en orbite basse liés à la commercialisation de la donnée de l'observation de la Terre. Quant au

ravitaillement en vol, son utilisation aura un impact positif sur le coût du lancement. D'abord parce que le satellite n'est plus obligé d'embarquer plusieurs tonnes d'ergols, comme c'est le cas aujourd'hui, et aussi parce que cela permet de repousser la décision de remplacer un satellite ou une constellation.

Dans le domaine de la robotique spatiale, on change complètement de paradigme avec des capacités de maintenance, de réparation et d'assemblage inédites en orbite. Par exemple, il sera possible de déployer un panneau solaire, pointer une antenne de communication dans la bonne direction. On peut aussi imaginer l'ajout de modules supplémentaires avec des missions spécifiques. Enfin, il sera également possible d'assembler di-

rectement en orbite les parties les plus volumineuses d'un satellite, comme les antennes, qui prennent beaucoup de place dans la coiffe d'un lanceur.

Le Space Start pourrait donc à terme être équipé de bras robotisés, de manière à pouvoir effectuer des opérations de maintenance ou de ravitaillement en carburant sur des satellites déjà en orbite. La manipulation robotique ou l'interaction contrôlée avec un autre satellite nécessite des compétences techniques très poussées. Elles préfigurent la troisième génération de service en orbite, qui verra des satellites assembler en orbite des infrastructures spatiales de grandes tailles, comme des dépôts d'ergols, des observatoires spatiaux et des véhicules spatiaux interplanétaires.

■ Remy Decourt

Les projets d'Airbus

Airbus, avec l'ESA, développe la première imprimante 3D métallique spatiale, qui doit être livrée en 2020 et fonctionnera à bord de la Station spatiale internationale, opérée depuis Toulouse par le Cadmos (Centre d'aide au développement des activités en microspatiale et des opérations spatiales) du Cnes. L'imprimante permet de fabriquer des structures complexes. Les performances et la sécurité ont été validées, et le modèle de vol est en préparation. D'autre part, l'industriel développe une « usine robotique » et des procédés spécifiques à la fabrication et l'assemblage dans l'espace de structures de plus grandes dimensions. La première structure sans intervention humaine a été réalisée et testée, permettant d'envisager de nombreuses applications.

Airbus veut aussi faciliter l'accès à l'espace : réduire les barrières à l'entrée de la recherche spatiale pour stimuler une économie de l'espace. A travers Bartolomeo, l'infrastructure orbitale pour charges utiles, fixée au module Columbus de l'ISS, ou Kiwi, un accès facile et rapide aux plateformes spatiales comme l'ISS pour la recherche en microspatiale.

Enfin, Airbus développe Ocubed Services, une offre de services utilisant une gamme de véhicules spatiaux, comme le *space tug*, fournissant divers services sur les différentes orbites terrestres. Le nettoyage de débris est une des pistes de développement avec l'arrivée des mégaconstellations, et l'industriel a récemment participé à la mission RemoveDebris, qui a validé trois de ses technologies pour la poursuite (navigation optique) et la capture (filet et harpon) de débris spatiaux.

Interview de M. **Abdelbasset GHANMI**, directeur général de l'Agence de promotion de l'investissement extérieur, auprès du magazine *Air & Cosmos*.



Quelle sera l'ampleur de la présence de la Tunisie au Salon du Bourget ? Combien d'exposants, quelle structure, participation officielle, activité particulière...

De prime abord, il est important de souligner que le secteur de l'aéronautique représente l'un des moteurs de croissance de l'économie tunisienne. Il revêt un caractère stratégique dans la politique industrielle nationale et jouit d'un potentiel absolument immense.

En effet, il attribue à notre territoire une attractivité considérable et nous offre d'extraordinaires possibilités de développement.

Eu égard à l'importance dudit secteur dans le schéma de développement économique, la présence tunisienne sera traduite par un stand national fédérant nos partenaires stratégiques et axiaux acteurs dans le paysage sectoriel

national tunisien, à savoir : l'Autorité tunisienne pour l'investissement « TIA », l'Agence de promotion de l'industrie et de l'innovation, « APII », l'Agence foncière industrielle, « AFI », le Centre de promotion des exportations de la Tunisie, Cepex, Groupement des industries tunisiennes aéronautiques et spatiales, Gitas, et Parc d'activités économiques de Bizerte, PAEB.

Véritablement, le secteur de l'aéronautique assurant la liaison par excellence entre l'intelligence économique et l'attractivité de la Tunisie figure parmi les priorités nationales. Ainsi, la participation tunisienne lors de l'édition 2019 du Salon de l'aéronautique et de l'espace – Le Bourget – serait marquée par :

- le rehaussement de la participation nationale par la présence du ministre du Développement,

de l'Investissement et de la Coopération internationale, M. Zied Laadhari, la journée du mardi 18 juin 2019 ; une présence significative permettant de traduire l'attention particulière accordée au secteur et d'instaurer un message officiel réel, adéquat, fiable, crédible, et compétitif ;

- la réservation d'un important espace d'exposition couvrant une superficie de 107,25 m² ;

- la prévision d'un espace dédié à la présentation des échantillons représentatifs des entreprises opérant dans le secteur et implantées en Tunisie ;

- la préparation d'un programme d'animation à la hauteur de l'événement ;

- une panoplie d'outils promotionnels (brochure sectorielle exhaustive, film promotionnel mettant en avant le secteur...)

Qu'attendez-vous d'un Salon comme le Bourget ?

Dans l'incessant élan de renouveau du secteur de l'aéronautique, nous veillons à développer une offre d'excellence et de différenciation, à diffuser, lors de l'incontournable Salon du Bourget juxtaposant des informations sectorielles sélectionnées et qualifiées, mais aussi interactives, dynamiques et pratiques.

En effet, la Tunisie, via sa significative présence dans ce prestigieux Salon, continuera de :

- mettre en exergue les performances actuelles relatives au secteur ainsi que les perspectives de l'industrie aéronautique en Tunisie ;

- canaliser efficacement l'investissement de façon à confirmer l'intégration dans les chaînes de valeur mondiales ;

- renforcer notre notoriété sectorielle et ancrer la perception des investisseurs étrangers estimant l'attractivité tunisienne satisfaisante ;

- mettre en lumière les atouts dont dispose la Tunisie pour assurer une optimale visibilité à l'international ;

- favoriser les échanges, collaborations et synergies entre les entreprises du secteur aéronautique et spatial implantées en Tunisie et leurs homologues à l'international ;

- consolider le développement d'une « Supply Chain » aéronautique tunisienne ;

- œuvrer sur l'édification d'un référentiel tunisien et se positionner en tant que pôle régional en matière d'industrie aéronautique ;

- asseoir notre place de prédestination sur le marché de la maintenance aéronautique ainsi que la continue intégration des dernières technologies dans le portefeuille d'activités du secteur, aussi bien côté équipements que moteurs ou avions.

Quels sont les principaux atouts de la Tunisie qui seront mis en valeur lors de ce Salon ?

En Tunisie, et depuis une décennie, le secteur de l'aéronautique a connu une remarquable expansion. Le nombre des entreprises opérant dans le secteur est passé de onze en 2004 à près de 85 entreprises en 2019. Cet essor est impulsé par l'arrivée en Tunisie de Zodiac Aerospace, en 2005, ainsi que Stelia, la filiale d'aérostructure du groupe Airbus, l'année 2009.

Depuis, la Tunisie a enregistré la présence d'acteurs de renommée internationale à l'instar de Stelia, Latécoère, Zodiac, Sabena

Technics, Mecahers, Figeac Aéro... Ces entreprises opèrent dans des activités à haute valeur ajoutée allant de l'ingénierie software-hardware à la production des systèmes aéronautiques en passant par le décolletage et l'usinage de haute précision.

Dans ce cadre, il serait opportun de baliser la création d'un parc dédié au secteur aéronautique baptisé « El Mghira », qui se veut une plateforme industrielle sectorielle de référence.

Il s'étale sur 200 hectares, à seulement 20 kilomètres au sud de la capitale, et qui est considéré, aujourd'hui, comme un parc unique dans le monde de par son mode

de fonctionnement fédérant tous les acteurs de la réalisation intégrale du produit avec des échanges libres au travers d'une logistique globale, de la fourniture de la matière à la livraison de produit fini.

Aussi, la Tunisie est dotée de ressources humaines qualifiées, réactives et multidisciplinaires adaptées au besoin du secteur aéronautique, et ce grâce essentiellement au Centre d'excellence aux métiers de l'industrie aéronautique, le Cemia, basé à El Mghira, qui présente un réel condensé de talents issus des écoles d'ingénieurs et adaptés aux spécialités pointues relatives au secteur.

Ainsi, et tenant compte des colossales perspectives de développement de ce secteur, qui annoncent un avantageux taux de croissance s'élevant à 20 % ainsi qu'une augmentation mondiale de 100 % du nombre de voyageurs dans les deux décennies à venir engendrant un accroissement de 100 % du nombre des avions d'ici dix ans et un carnet de commandes des constructeurs saturé sur toute la prochaine période; nous considérons que la Tunisie dispose de tous les atouts nécessaires pour bien se positionner en tant que pôle régional en matière d'industrie aéronautique. ■

TUNISIA

A MAJOR ACTOR IN THE AEROSPACE INDUSTRY

Leader in North Africa in terms of :

- Global talent competitiveness
- High value exports

Nr. 1 Arab and African location in **R&D** and **Innovation**

High added value activities

Comprehensive and **optimized** supply chain

Integrated industrial platform

Attractive location in terms of **operating costs**



Foreign Investment Promotion Agency

www.investintunisia.tn



Invest in Tunisia



CROISSANCE

LE PISTON FRANÇAIS VA INVESTIR 20 M€ D'ICI À 2021



SPÉCIALISÉ DANS LA RÉALISATION DE PIÈCES ET ENSEMBLES MÉCANIQUES AÉRONAUTIQUES DE MOYENNES DIMENSIONS, LPF (LE PISTON FRANÇAIS) PLANIFIE 20 M€ D'INVESTISSEMENT SUR LA PÉRIODE 2019-2021. BASÉ À BLAGNAC, EN HAUTE-GARONNE, LE GROUPE, FONDÉ EN 1947, COMPTE 700 SALARIÉS ET ENREGISTRE 90 M€ DE CHIFFRE D'AFFAIRES.

Le Piston Français. Son nom, le groupe toulousain le porte comme un étendard. Car il est le témoin vivant d'une longue histoire, débutée en 1947 lorsqu'est créé à Paris un petit

atelier de mécanique spécialisée dans les moteurs d'automobiles et de camions. Depuis, évidemment, la société a bien changé, de même que son implantation géographique et – c'est le plus important – son secteur d'activité.

Le Piston Français est désormais un acteur reconnu de la production de pièces et ensembles mécaniques aéronautiques de moyennes dimensions, pour des clients comme Safran, Bombardier et Airbus. Il rassemble quelque 700 salariés, répartis dans sept sites, à Blagnac (31), Savigny-le-Temple (77), Sommières (30), Lunel (34), Auterive (31), mais aussi Varsovie (Pologne) et Casablanca (Maroc). Quant à son chiffre d'affaires global, il se portait en 2018 à 90 M€, avec un objectif fixé à 100 M€ pour l'exercice en cours. Une crois-

sance qui s'appuie sur une politique d'investissement particulièrement dynamique.

UNE NOUVELLE USINE À CASABLANCA.

Entre 2013 et 2018, le groupe a en effet injecté 28 M€ – 8 M€ en infrastructures et 20 M€ en machines – dans ses sites de production. « Et nous allons poursuivre dans ce sens, explique Thomas Corbel, président de LPF. Au total, nous planifions 20 M€ d'investissement pour la période 2019-2021. » Une enveloppe de 4 M€ sera ainsi injectée dans les infra-

structures du groupe. L'extension de 1 200 m² de son site de Lunel, dans l'Hérault, dédié à la fabrication d'outillages pour Airbus Helicopters et Airbus, portera sa surface totale à 3 200 m². Cette entité, qui fait travailler 43 personnes, génère 5 M€ de chiffre d'affaires annuel. Elle est actuellement en forte croissance, à la suite d'un contrat remporté l'an dernier avec Airbus Satair. Par ailleurs, l'unité de production de Sommières sera agrandie l'an prochain de 1 300 m², pour s'étendre sur 6 000 m² au total. Spécialisée dans les pièces d'hélicoptère, les pièces de rechange de moteur et les pièces et ensembles hydrauliques avec tests sur banc, cette usine garloise compte 152 salariés et génère 32 M€ de chiffre d'affaires. Enfin, LPF est en train de faire construire un nouveau site

de production à Casablanca, au Maroc, à deux pas de son implantation actuelle qui rassemble, elle, 179 personnes et enregistre 22,5 M€ de chiffre d'affaires. « Ce nouveau site de 4 000 m² sera mis en service en mars 2020, détaille Thomas Corbel. Il sera dédié au marché des motoristes. Une extension de 2 000 m² pourrait intervenir en 2022. » Parallèlement à ces investissements en infrastructures, Le Piston Français va injecter d'ici à 2021 pas moins de 16 M€ afin de développer son parc de machines. Une enveloppe de 5 M€ sera dédiée à l'acquisition de tours verticales et de centres d'usinage pour son nouveau site marocain, tandis que 11 M€ seront investis en machines et robots dans les autres usines du groupe.

« Tous ces investissements sont stratégiques », assure Thomas

Corbel, qui a levé 14 M€ en février dernier (8 M€ en obligations auprès d'ACE Management et GSO Capital, et 6 M€ en prêt bancaire auprès de La Banque Postale Asset Management et la Caisse d'Épargne Midi-Pyrénées). « Nous ne sommes pas historiquement basés sur un modèle de croissance externe, mais bien de croissance organique, rappelle-t-il. Il ne s'agit pas de faire une course à la taille, mais d'être en capacité de prendre les nouveaux marchés qui se présentent à nous. Cependant, en 2021-2022, nous serons arrivés à un certain niveau de maturité qui nous permettra peut-être d'envisager, si cela fait sens, des opérations de croissance externe sur des métiers complémentaires. » Le groupe, qui devrait recruter près de 60 personnes cette année

dans l'ensemble de ses entités, mise par ailleurs sur une nouvelle diversification, avec le déploiement de l'activité LPF Engineering. « Depuis plusieurs années, nous avons structuré une équipe de techniciens qui réalise des missions d'industrialisation et de mise au point dans nos différentes usines, raconte Thomas Corbel. Nous souhaitons désormais proposer ces services à des clients externes. Dans ce cadre, nous avons, avec le groupe Safran, un projet d'industrialisation de pièces, comprenant la programmation, les instructions de travail et la formation d'opérateurs qui seront réalisés chez nous, avant que ces productions ne soient transférées dans une usine définie par le client. »

■ A Toulouse, Alexandre Léoty

EXTENSION

Deux ans après sa reprise, Air Support est en croissance de 40 %

REPRISE À LA MI-2017 PAR SABINE TERTRE, LA SOCIÉTÉ GERSONNE AIR SUPPORT, SPÉCIALISÉE DANS LA MAINTENANCE, LA RÉPARATION ET L'ENTRETIEN DE COMPOSANTS AÉRONAUTIQUES, AFFICHE UNE CROISSANCE RECORD DE 40 %, AVEC UN CHIFFRE D'AFFAIRES PORTÉ, AU 31 MARS 2019, À 23,50 M€. L'ENTREPRISE DE 130 SALARIÉS, QUI RÉORGANISE ACTUELLEMENT SES 2 000 M² D'ATELIERS EN MODE LEAN, ENVISAGE UNE EXTENSION DE SES LOCAUX.

Depuis deux ans, c'est une femme qui tient les rênes de la société gersoise Air Support. « C'est plutôt rare dans le secteur », sourit Sabine Tertre, qui a repris à la mi-2017 quelque 70 % du capital de cette entreprise spécialisée dans la maintenance, la réparation et l'entretien de composants aéronautiques, aux côtés du fonds toulousain IXO Private Equity. « Je connaissais bien la société, puisque je l'ai intégrée il y a vingt ans, en qualité de directrice administrative et financière, explique-t-elle. A

l'époque, nous n'étions pas plus de 10 salariés. Les choses ont bien changé depuis... » Fondée en 1992 par François Thibert, la PME était à l'origine basée à Colomiers, en Haute-Garonne, à deux pas des usines d'Airbus. « En 2012, nous avons souhaité nous y agrandir, mais le projet n'a pas pu aboutir, se souvient Sabine Tertre. Nous avons par conséquent élargi le spectre de notre prospection foncière et sommes repartis à zéro ici, à Pujaudran, dans le Gers. » L'entreprise injectera 3 M€ dans la construction, sur 1,4 hectare

de terrain, d'un bâtiment de 2 500 m², dont 2 000 m² d'ateliers, dans une zone d'activité nouvellement créée. « Il n'y avait que des champs autour de nous, s'amuse la dirigeante. Pendant cinq ans, nous n'avons pas eu de voisin ! » Aujourd'hui, les choses commencent à changer et la zone se peuple peu à peu. Mais le cadre de vie, lui, reste particulièrement attractif pour les 130 salariés d'Air Support. Une PME qui a su prouver au fil des années que le bonheur — ou en tout cas le succès — pouvait bel et bien être dans le pré. « En cinq ans, nous avons enregistré 154 % de croissance », se réjouit Sabine Tertre. Sur le seul exercice 2018-2019 (clôturé au 31 mars dernier), la société a vu son chiffre d'affaires bondir de 40 %, en se portant à 23,50 M€. « Nous visons une nouvelle croissance, de l'ordre de 15 % cette année », anticipe le chef d'entreprise.

UNE OPÉRATION DE CROISSANCE EXTERNE EN PRÉVISION.

Air Support réalise plus de 60 % de son chiffre d'affaires à l'international, principalement en Europe, en Asie et en Amérique du Nord. Son activité est très majoritairement portée par la MRO. Un marché porteur sur lequel l'entreprise, certifiée Part 145 par l'Aesa, Transports Canada, la Caa et la Federal Aviation Administration, a su saisir de belles opportunités au cours des dernières années, en assurant des prestations pour des clients tels que Safran, General Electric, Air France Industries et Lufthansa Technik. « Nous assurons la maintenance et la réparation d'équipements de moteur, mais aussi électroniques et électromécaniques », énonce Sabine Tertre. Mais la société déploie également une activité d'assistance technique, avec une quarantaine de salariés positionnés sur la chaîne d'assem-

blage final d'Airbus. Sa spécialité : les sièges cabine. « Nous nous développons également en Part 145 sur l'après-vente des sièges, indique la dirigeante. Nous suivons ainsi les avions un peu partout dans le monde. » Pour consolider son positionnement, l'entreprise travaille actuellement – en complément de sa croissance organique – sur une opération de croissance externe autour de cette activité d'assistance technique.

Son développement, Air Support l'accompagne d'investissements stratégiques. Depuis 2017, 1,5 M€ a ainsi été injecté dans

l'installation de nouveaux bancs d'essai kérosène, fioul et air. Mais l'entreprise, qui souhaite dépasser la barre des 50 M€ de chiffre d'affaires et des 250 salariés à l'horizon 2025, veut aller encore plus loin. Air Support, qui va recruter cette année une quinzaine de personnes, souhaite transformer son site en « atelier de maintenance du futur », sur les principes du lean manufacturing (élimination des gaspillages et des ruptures de flux). Elle mène actuellement une vaste réorganisation de ses espaces, qui mobilise plus de 150 000 € d'investissement. « Nous en attendons



davantage de rapidité et de visibilité », résume Sabine Tertre, dont la société est engagée dans le programme Ambition PME-ETI. Soucieuse de préparer l'avenir,

l'entreprise planche aussi sur un projet d'extension de ses locaux, qui pourrait bien aboutir dans les deux à trois prochaines années.

■ A Toulouse, Alexandre Léoty

VIRAGE STRATÉGIQUE

JCB Aero veut étendre son site de production gersois

LA SOCIÉTÉ JCB AERO, SPÉCIALISÉE DANS L'AMÉNAGEMENT INTÉRIEUR DES AVIONS, ENVISAGE D'ÉTENDRE SON SITE DE PRODUCTION D'AUCH, DANS LE GERS, SUR 2 000 À 3 000 M² À L'HORIZON 2020. L'ENTREPRISE, QUI COMPTE 200 SALARIÉS ET ENREGISTRE 17 M€ DE CHIFFRE D'AFFAIRES, ENTAME AUJOURD'HUI UN VIRAGE STRATÉGIQUE, DEUX ANS APRÈS SA REPRISE PAR LE GROUPE SUISSE AMAC AEROSPACE.



Pour l'heure, le projet n'est qu'à l'état d'ébauche. Mais Eric Cagnat, directeur général de la société JCB Aero, n'en fait pas mystère : si la croissance de l'entreprise gersoise spécialisée

dans l'aménagement intérieur des avions est au rendez-vous cette année, il va lui falloir « pousser les murs ». « Nous envisageons de construire une extension de notre site de production de l'ordre

de 2 000 à 3 000 m², explique-t-il. Nous y déplacerions l'ensemble de nos bureaux, de façon à pouvoir utiliser leur emplacement actuel pour étendre notre surface de production. Évidemment, en la matière, nous sommes pilotés par le marché. Mais ce projet pourrait bien se concrétiser en 2020. » Située dans la zone aéroportuaire d'Auch, l'usine de JCB Aero s'étend actuellement sur 10 000 m². Une surface équitablement répartie entre un hangar et une unité de production, qui inclut des espaces de bureaux et d'ingénierie. « À l'époque, en 2009, notre installation a représenté un investissement global de 8 M€, précise le directeur général. Une étape clé dans la vie d'une entreprise fondée plus de vingt ans auparavant.

DU GARD AU GERS.

C'est en effet en 1987 qu'est née JCB Aero, à l'initiative de Jean-Claude Beaudet. Non pas dans le Gers, mais à Aubais, à une trentaine de kilomètres de Nîmes, dans le Gard. « Le fondateur a commencé tout seul, dans son garage, sourit Eric Cagnat. Il tra-

vailait sur des matériaux composites, une technologie qui en était à l'époque à ses balbutiements. Après avoir proposé une gamme de réparations au Cnes, il s'est ouvert très rapidement au marché de l'aéronautique, et plus particulièrement au secteur de l'avion de ligne. » En 2003, le dirigeant implante son entreprise à L'Isle-Jourdain, dans le Gers, afin de se rapprocher, notamment, de son client Air France. Au cours des années suivantes, la croissance de la société est fulgurante. JCB Aero enchaîne les contrats stratégiques avec des acteurs majeurs du secteur. En 2005, l'entreprise signe un marché avec la compagnie Emirates, pour l'aménagement de l'A380. L'année suivante, c'est sur l'aménagement d'avions d'affaires qu'elle se positionne, en contractualisant avec Jet Aviation. « Cela a été une étape importante pour nous, révèle Eric Cagnat. Car cela nous a permis de nous doter d'un bureau d'études intégré. » En travaillant avec Zodiac Aerospace, JCB Aero commence par ailleurs à l'époque à produire en petites séries. D'autres clients intègrent alors le portefeuille de l'entreprise,

WALTER, PARTENAIRE DE SOLUTIONS POUR FIGEAC AERO

LES ENTREPRISES DOIVENT AUJOURD'HUI FAIRE FACE AUX DEMANDES DE PLUS EN PLUS EXIGEANTES ET CHANGEANTES DU MARCHÉ. IL EST DONC VITAL POUR CES DERNIÈRES DE TROUVER DES RÉPONSES APPROPRIÉES ET DES PROPOSITIONS DE DÉVELOPPEMENTS DE PROCESSUS EFFICACES DE LA PART DE LEURS PARTENAIRES.

Walter est un des fournisseurs d'outils coupants qui a développé une offre complète de services et de technologies orientés processus.

Le département Walter Multiply qui a pour objectif d'optimiser les solutions d'usinage des clients en intervenant sur les outils, les process, la programmation, la logistique voire la prise de pièce, a eu l'occasion dans le cadre de 2 projets importants de proposer une optimisation des processus de fabrication auprès d'un acteur majeur de l'industrie aéronautique, premier sous-traitant aéronautique européen : Figeac Aero.

L'objet de ce partenariat a été d'optimiser le process en utilisant les moyens existants et ceci en proposant le montage de prise pièces, la programmation et le process en s'engageant sur un coût par pièce et un temps de cycle.

Cette mission initiée par les équipes support de Figeac Aero pilotées par Monsieur Ludovic Bruel en sa qualité de Responsable sécurisation process et outils coupants et secondé par Messieurs Fabien Calmejane, Technicien process et outils coupants et Freddy Coudert, Technicien outils coupants avait pour client interne la Business Unit Métaux Durs, dirigée par Monsieur Cyril Sabrazat.

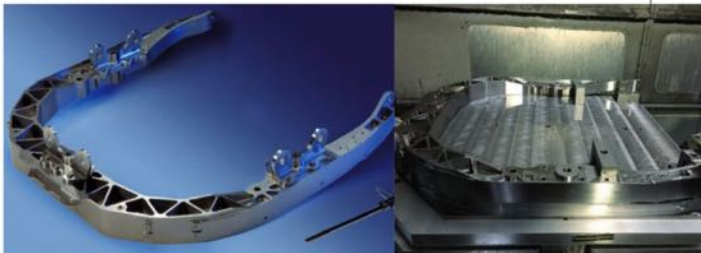
Les pièces concernées sont deux modèles de pièces de structure en titane, support du moteur de l'avion Dash 8 de Bombardier.

La programmation pilotée par l'ingénieur d'application de Walter a été réalisée en collaboration avec Avantis, filiale de Figeac.

Des outils coupants dédiés aux alliages de titane et plus largement aux métaux réfractaires, comme les forets carbure A3393TTP, les forets à plaquettes B4212, les fraises carbure MC326 de la gamme Suprême ont été mis en œuvre.

Les outils de fraise à plaquette Walter mis en place, ont été principalement les nouvelles fraises Walter M3255, M4002 ainsi que la F5241 et ses plaquettes tangentielles ont permis de tenir largement les engagements pris.

En effet, grâce à un re-design complet de la fraise et de la plaquette, la nouvelle fraise



La démarche mise en œuvre par Walter s'est déroulée en plusieurs étapes :

- Analyse et échange avec les techniciens process et outils coupants de Figeac Aero
- Préparation d'une solution par l'équipe Walter
- Choix des outils coupants - Simulation des stratégies
- Définition des solutions de bridage pièce
- Programmation des parcours d'usinage
- Mise en œuvre sur site par l'ingénieur d'application Walter
- Suivi et assistance lors du ramp-up de production

hérisson Walter BLAXX M3255 permet d'atteindre des résultats incomparables dans l'usinage des alliages de titane.

La revue des processus existants ainsi que la mise en œuvre de nouvelles générations d'outils coupants, mais également la proposition de nouvelles stratégies d'usinage comme le fraisage dynamique ont permis d'obtenir les gains de productivité attendus ainsi qu'une sécurisation des processus de fabrication.

Pour Walter, il n'existe pas d'environnement de production type. Chaque processus de fabrication a ses spécificités, mais souvent la différence se fait grâce aux compétences des hommes et ce fut le cas avec les spécialistes de Figeac Aero et celles des techniciens de Walter qui ont permis au travers de leur collaboration de mener à bien ces 2 projets importants pour Figeac Aero.



Fraises grande avance Walter M4002

Quatre arêtes de coupe et des avances maximales avec la fraise grande avance M4002. Pour le surfacage à la fraise à grande avance dans tous les matériaux à base d'acier et de fonte, les aciers inoxydables ainsi que les matériaux difficiles à usiner telles que les matières aéronautiques. Investissements réduits au niveau de l'approvisionnement et du stockage grâce à la plaquette amovible et au système utilisable de façon universelle.

à l'image de Fokker et de Dassault. En pleine croissance, la société fait le pari de s'installer dans de vastes locaux à Auch, sur le site qu'elle occupe toujours aujourd'hui. « C'est un choix qui a été fait à l'époque par Jean-Claude Beaudet, qui souhaitait se rapprocher de ses clients, tout en disposant d'une certaine autonomie », remarque Eric Cagnat.

À la mi-2016, le fondateur de JCB Aero a cédé son entreprise au groupe suisse Amac Aerospace, qui compte plus de 1 000 salariés et enregistre 250 M\$ de chiffre d'affaires, soit environ 224 M€. Désormais actionnaire à 100 % de l'entreprise géroise, le groupe présidé par Kadri Mhiddin, spécialisé dans l'aménagement intérieur et la maintenance des avions, chapeaute quatre autres entités, en Suisse, en Turquie et au Liban. Pour JCB Aero, c'est un nouveau virage qui s'amorce depuis. « Nous travaillons de plus en plus sur des projets de sièges et de meubles business class, en petites séries,

pour de grands intégrateurs », annonce Eric Cagnat. La pièce prototype représente néanmoins toujours 30 % de notre activité. » Aujourd'hui, avec l'appui de son groupe, la société entend poursuivre son développement « en passant d'un mode artisanal à une organisation plus industrielle, tout en conservant son expertise métier », résume le directeur général. Une transformation qui passe notamment par la digitalisation de ses process et l'optimisation de sa chaîne ERP. Au total, 1,4 M€ ont été investis dans ce sens au cours des deux dernières années par la société. Son prochain challenge ? Obtenir la certification EN 9100 d'ici à 2020. « Cela nous permettrait de nous développer sur des marchés de séries », précise Eric Cagnat. JCB Aero, qui compte 200 salariés et a enregistré 17 M€ de chiffre d'affaires en 2018, table sur une « croissance à deux chiffres », cette année.

■ A Toulouse, Alexandre Léoty

RENAISSANCE

Gillis Aerospace mise sur le lean manufacturing

SPÉCIALISÉE DANS LA FABRICATION DE FIXATIONS ET DE VIS AÉRONAUTIQUES, LA SOCIÉTÉ GILLIS AEROSPACE, BASÉE À DIEUPENTALE, DANS LE TARN-ET-GARONNE, COMPTE 38 SALARIÉS ET VISE 4,3 M€ DE CHIFFRE D'AFFAIRES CETTE ANNÉE. UNE VÉRITABLE RENAISSANCE POUR CETTE PME QUI, LORS DE SA REPRISE EN 2011, ÉTAIT AU BORD DE LA CESSATION DE PAIEMENTS.

Gillis Aerospace, c'est l'histoire d'une renaissance. Celle d'une PME qui, au moment de sa reprise par Serge Dumas, était dans une situation financière – et commerciale – plus que délicate. « À l'époque, l'entreprise était en soins intensifs, au bord de la cessation de paiements », raconte le repreneur. Fondée en 1965 par Maxime Gillis, la société spécialisée dans la fabrication de fixations et de vis pour le secteur aéronautique et spatial a un temps vécu sur ses acquis. « Lorsque je suis arrivé

CENTRES D'USINAGE CNC, DETOUREUSES ET CENTRES DE DECOUPE JET D'EAU UNE GAMME COMPLETE POUR VOS APPLICATIONS

ETHOS K
CENTRES D'USINAGE
5 AXES UGV



MBB
DETOUREUSES
A PORTIQUE MOBILE



AQUATEC
SYSTEMES DE DECOUPE
JET D'EAU HYDRO-ABRASIF



Table UHF (Universal
Holding Fixture) 5 axes



Unité d'usinage 5 axes
de forte puissance



Système de découpe
ultrason



Système de découpe
jet d'eau 5 axes



Détourage de feuilles
d'aluminium en panoplie

aux manettes en 2011, la dernière décision stratégique avait été prise cinq ans auparavant par le dirigeant historique, alors âgé de plus de 70 ans, se souvient Serge Dumas. Pourtant, malgré cela, l'entreprise avait passé la crise. Elle était toujours là ! » Cette reprise, Serge Dumas l'a faite sur un coup de cœur. A l'époque, celui qui a débuté sa carrière dans le secteur aéronautique en 1984 chez Ratier Figeac puis chez Le Bozec & Gautier venait de revendre une autre PME, Antavia, spécialisée dans la maintenance d'équipements aéronautiques. Il avait par ailleurs repris, quelques années auparavant, l'entreprise Metalball, fabricant de billes en acier et de billes en céramique de haute précision, basée à Grisolles, dans le Tarn-et-Garonne. Une société de 14 salariés et 2,5 M€ de chiffre d'affaires dont il détient toujours 50 % du capital, aux côtés de son dirigeant Nicolas Centomo. « Au fil des années, nous avons développé un certain

nombre de synergies entre Gillis Aerospace et Metalball, notamment au niveau de la forge et de la GPAO (gestion de la production assistée par ordinateur) », indique Serge Dumas.

3,8 M€ D'INVESTISSEMENT.

En 2011, au moment de sa reprise, Gillis Aerospace comptait 35 salariés et flirtait dangereusement avec la banqueroute. Aujourd'hui, si son effectif n'a que peu évolué (38 salariés), la société vise 4,3 M€ de chiffre d'affaires, contre 4 M€ en 2018 et 3 M€ en 2017. Une croissance qui s'est appuyée sur un programme d'investissements volontariste. « Au total, depuis la reprise, nous avons injecté 3,8 M€ dans nos outils de production, mais aussi dans notre organisation », précise Serge Dumas. Avec une intuition : appliquer à l'entreprise les préceptes du lean manufacturing, qui reposent sur l'élimination des gaspillages dans les processus de production et de gestion des



flux. « Je voyais bien que nos délais, notre ordonnancement, nos envois en sous-traitance n'étaient pas fluides, confie Serge Dumas. Nous devons nous transformer en profondeur. C'est notre survie que nous jouons ! »

DES LOCAUX DE 2 000 M².

En 2015, après quarante jours d'audit poussé, la démarche est engagée de façon concrète. Deux ans plus tard, Gillis Aerospace, alors basée à Moissac, dans le Tarn-et-Garonne, s'installe dans de nouveaux locaux de 2 000 m² situés à une quarantaine de kilomètres de là, à Dieupentale.

« Investir ce site nous a permis de repartir d'une page blanche, se réjouit le chef d'entreprise. Après avoir repensé nos process, nous avons eu l'opportunité d'insuffler de façon très concrète l'esprit lean dans nos ateliers. » Flux organisés de façon linéaire, machines regroupées par pôles, cobots... tout est pensé pour fluidifier la production et l'expédition des pièces. « Cela nous a permis de compresser nos coûts, mais aussi de gagner en agilité et en délais », résume Serge Dumas. Une petite « révolution » qui est aussi le résultat de la participation de la PME

OPTIMISEZ VOTRE RÉUSSITE AVEC NOTRE PÔLE AÉRONAUTIQUE



Derichebourg Atis aéronautique offre un large panel de savoir-faire aux constructeurs, compagnies aériennes, compagnies de leasing, institutions financières, en intervenant tout au long du cycle de vie de l'aéronef commercial et militaire, à l'échelle internationale.

Derichebourg Sourcing Aero & Energy est l'un des pionniers du travail temporaire en Europe et intervient auprès des plus grandes entreprises de l'industrie aérospatiale et des compagnies d'aviation.

Derichebourg Évolution Formation est un centre de formation professionnelle accompagnant les entreprises dans leur plan de formations mais également toute personne en reconversion ou réorientation professionnelle.



tarn-et-garonnaise à trois programmes stratégiques : Performances industrielles, phases 1 et 2, ainsi qu'Ambition PME-ETI. « Tout cela a porté ses fruits, constate le chef d'entreprise. Car

aujourd'hui, les donneurs d'ordre reconnaissent notre pertinence. Nous sommes le "petit" qui comble par son agilité les interstices que laissent les gros faiseurs sur le marché. C'est une autre

ère qui s'ouvre à nous, désormais. Après avoir été repérés et testés par les constructeurs et les équipementiers, de nouveaux volumes d'affaires sont en perspective. » Avec une diversification

récente : le traitement de surface. L'atelier que Gillis Aerospace a dédié à cette activité devrait d'ailleurs être qualifié Nadcap, début 2020.

■ A Toulouse, Alexandre Léoty

DIVERSIFICATION

Airplane Delivery veut doubler sa capacité de maintenance

LA SOCIÉTÉ AIRPLANE DELIVERY, FILIALE DU GROUPE AIRPLANE, ENVISAGE DE DOUBLER LA CAPACITÉ DE MAINTENANCE DE SON SITE DE TOULOUSE-FRANCAZAL. L'ENTREPRISE DE 18 SALARIÉS, QUI TABLE SUR 10 M€ DE CHIFFRE D'AFFAIRES CETTE ANNÉE, POURRAIT DISPOSER DE 5 000 M² DE HANGARS SUPPLÉMENTAIRES D'ICI CET ÉTÉ. UN PROJET DE CONSTRUCTION D'UN NOUVEAU BÂTIMENT EST ÉGALEMENT À L'ÉTUDE.

L'histoire d'Airplane Delivery est intimement liée à celle d'une autre entité du groupe Airplane, fondée en 2002 par Ersun Arslan : la société Airplane Painter, également basée à Cugnaux (31), dans l'ancienne base aérienne de Toulouse-Francazal. Spécialisée dans la peinture d'avions régionaux et VIP, cette dernière – qui compte 40 salariés et enregistre 6 M€ de chiffre d'affaires – a longtemps travaillé pour des MRO. « Afin de ne plus être dépendants d'un partenaire extérieur, nous avons fait le choix de créer une entité en propre permettant de "libérer" les avions après peinture », explique Michel

Mornet, directeur général d'Airplane Delivery et transfuge d'ATR. La société Airplane Delivery, fondée début 2017, s'est installée en mars 2018 juste à côté de sa « grande sœur », dans un hangar de 5 000 m², auxquels s'ajoutent 750 m² de bureaux et d'ateliers. Ce centre de maintenance agréé Part 145 travaille depuis pour les grands acteurs de l'aviation régionale, ATR et Embraer en tête. Et si l'entreprise n'est pas propriétaire du site qu'elle occupe, elle a néanmoins été amenée à investir plus de 300 000 € dans son aménagement. « En créant une structure dédiée à la maintenance, nous sommes clai-

HELIOS : ERP VERTICAL AÉRONAUTIQUE STRUCTURANT, EFFICACE ET SÉCURISANT



François Duverdi,
expert du secteur
aéronautique et
Responsable produit
HELIOS répond à
nos questions :

À qui s'adresse l'ERP HELIOS ?

Avec une expérience de plus de 23 ans sur le marché aéronautique, l'ERP HELIOS est reconnu par les constructeurs et sous-traitants pour répondre parfaitement aux exigences du secteur. Nous avons plus de 130 clients (5 000 utilisateurs) dans tous les métiers de l'aéronautique (toléance, chaudronnerie, traitement de surface, mécanique de précision, mécanique classique) qui utilisent au quotidien la solution HELIOS.

Quelles sont les principales fonctionnalités de l'ERP HELIOS ?

C'est un ERP métier complet qui a la

capacité de s'interfacer avec d'autres solutions. L'ERP intègre les ordres de fabrication, organise tous les flux supply chain par unité de pièces et gère les FAI (First Article Inspection). Il intègre dans son standard le format « BoostAero ». HELIOS fait également du maillage entre les sociétés via un EDI natif. La gestion prévisionnelle fait partie intégrante de toutes les strates de l'entreprise (opérationnelle et financière) que ce soit pour les prévisions d'achat, l'acquisition de machines, de politique RH. Ces prévisions intégrées à l'ERP ont un impact direct sur l'organisation de l'entreprise en termes de flux physique et de trésorerie. Cette fonctionnalité assure une meilleure adéquation entre l'OTD et le BFR : produire en juste à temps tout en minimisant les stocks et en fabriquant avec la qualité requise.

Quels sont les bénéfices concrets de la mise en place de la solution HELIOS ?



C'est une solution structurante et qui assure la modélisation des flux internes et externes. Nos clients nous sont très fidèles : certains utilisent la solution depuis 1997, tels que CAUQUIL SA (Groupe Nisima) ou Freysson Aero Equipment pour les premiers.

Avez-vous prévu de développer de nouvelles fonctionnalités ?

Nous faisons évoluer régulièrement la solution. En ce moment nous travaillons sur la mobilité dans l'atelier, sur un module encore plus complet de FAI et sur la maintenance des moyens avec la gestion des plannings des interventions. Ce dernier est actuellement en bêta test chez nos clients et sera déployé dès 2020.

Pour en savoir plus sur l'ERP HELIOS, rendez-vous sur www.helioserp.com ou contactez Thierry Lacoste au 06 82 85 77 25.

rement allés dans le sens de l'histoire, estime Michel Mornet. Nous savons en effet que la réglementation va très probablement imposer prochainement aux peintres aéronautiques de délivrer eux-mêmes les avions. » Portée par un capital équitablement réparti entre le groupe Airplane et un autre actionnaire à l'identité non communiquée, la société Airplane Delivery traite désormais une dizaine d'avions par mois.

OBJECTIF : 10 M€ DE CA.

En 2018, le groupe toulousain a atteint 13 M€ de chiffre d'affaires, après les 6 M€ enregistrés l'année précédente. « Notre objectif, pour Airplane Delivery, est de dépasser le cap des 10 M€ cette année, contre 7 M€ en 2018 », confie Michel Mornet. Pour cela, la PME de 18 salariés mise à la fois sur la fidélisation de ses clients actuels et sur la conquête de nouveaux marchés, notamment en lien avec des ateliers de réparation. « C'est simple,

pour éviter au maximum la dépendance, nous ne devons pas mettre tous nos œufs dans le même panier ! » résume le directeur général, qui se réjouit d'avoir récemment obtenu le rating C5 (charge et batterie), avant les C8 (commandes de vol) et C18 (protections givre et pluie), attendus pour la fin de l'année. « L'idée est d'étendre notre périmètre au fur et à mesure, dans une parfaite complémentarité avec Airplane Painter », indique le dirigeant.

UN NOUVEAU HANGAR DE 5 000 M² EN VUE.

Pour accompagner sa croissance, l'entreprise ne manque pas de projets. Côté ressources humaines, elle envisage ainsi de recruter une demi-douzaine de salariés cette année : opérateurs, préparateurs techniques, logisticiens, responsables qualité et commerciaux. Mais c'est sur le front des équipements que son ambition est la plus forte. La société sou-



haite en effet doubler sa capacité de maintenance, idéalement avant cet été. Pour cela, elle projette de prendre possession d'un hangar supplémentaire, attendant à celui qu'elle occupe déjà dans la base de Toulouse-Francal. « Les discussions sont en cours, glisse Michel Mornet. Ce hangar de 5 000 m² abriterait également 1 200 m² de bureaux et d'ateliers. Là encore, nous serions locataires. Notre investissement, de l'ordre de 200 000 à 300 000 €, porterait

exclusivement sur de l'aménagement. » Mais ce n'est pas tout. A moyen terme – dans les deux à trois ans –, Airplane Delivery pourrait bien s'implanter, aux côtés d'Airplane Painter, dans un tout nouveau bâtiment qui serait construit sur un terrain disponible à quelques centaines de mètres de là. Des pourparlers sont en cours à ce sujet avec les gestionnaires de l'aéroport de Toulouse-Francal.

■ A Toulouse, Alexandre Léoty

PRENEZ DE LA HAUTEUR AVEC NOS ENGRENAGES



Capacité : Module 0,15 à 2,25 - Ø extérieur 160 mm maxi
Taillage intérieur et extérieur - Taillage droit et en hélice.

- Une expertise reconnue dans le taillage et le contrôle
- Du matériel moderne robotisé pour prototypes et séries
- Une équipe dynamique avec du savoir-faire

ZA du Bel-Air - 6, rue Mège-Mouriès - 78120 Rambouillet
Tél. : (+33) 1 34 85 67 47 - E-mail : pep@rambouillet.pep78.fr
www.pepengrenages.fr

MAINTENANCE

AQMO, LA POLYVALENCE POUR PRINCIPE

SPÉCIALISTE DE LA MAINTENANCE INDUSTRIELLE, AQMO, DÉTENU PAR SES SALARIÉS, SE DÉVELOPPE GRÂCE À LA CROISSANCE EXTERNE ET À SA CAPACITÉ À PRENDRE EN CHARGE DES SYSTÈMES DE PRODUCTION TOUT AU LONG DE LEUR CYCLE DE VIE.

Une entreprise qui appartient à ses salariés, ce n'est pas si fréquent ! Encore moins lorsqu'il s'agit d'un choix délibéré dès sa création, et non de circonstances ayant conduit à cet état de fait si particulier. C'est pourtant bien le cas du groupe Aqmo, fondé à Blanquefort, en Gironde, par Bertrand Save et, donc, des associés salariés. Spécialisée dans la maintenance industrielle, elle doit, selon les années, entre 50 et 60 % de son chiffre d'affaires (22,5 M€ en 2018) à sa clientèle dans l'aéronautique. Au fil des dernières années, Aqmo a connu des épisodes de croissance externe qui ont nourri son développement : les achats du bayonnais Semo, en 2016, spécialisée dans la conception et la fabrication de machines spéciales, ainsi que de la PME paillaise Aquitaine Fluide la même année, spécialisée dans la tuyauterie et la chaudronnerie en Inox, ont été deux de ces étapes marquantes. La dernière en date, en 2017, fut le rachat du concurrent toulousain Issa : le 28 mai dernier, la fusion est devenue effective entre ses anciennes équipes et celles d'Aqmo déjà installées en Haute-Garonne.

UN ACCOMPAGNEMENT ÉLARGI.

« C'est l'un des aboutissements de notre stratégie de croissance externe décidée il y a quelques années », analyse Eric Sainclair. Au départ à la retraite de Bertrand Save, en 2011, c'est lui qui est devenu président de l'entreprise, qu'il a rachetée avec cinq autres salariés. « Il y a d'abord la fierté d'assurer la pérennité d'une belle PME toulousaine, dont le dirigeant partait à la retraite. Mais nous avons surtout repris un savoir-faire complémentaire du nôtre, tout en nous assurant d'une implantation et d'un développement locaux. » Le groupe dispose, par exemple, désormais, d'un laboratoire très récemment accrédité Cofrac, label dont la reconnaissance à l'international facilite l'accès aux marchés de façon générale et à l'export en particulier. Spécialisé dans le contrôle de la température et les prestations d'étalonnage, le laboratoire a été agrandi et modernisé depuis la reprise d'Issa par Aqmo. Autre projet en cours, concernant spécifiquement le volet aéronautique cette fois, la démarche de certification EN 9100 engagée par la société, qui devrait aboutir en 2020. « Il s'agit d'un accompagnement que nous souhaitons proposer à nos clients historiques,



un élargissement de la palette de nos services. On arrive par la maintenance et l'outillage, mais on est capables ensuite de proposer davantage », résume Eric Sainclair. « C'est d'ailleurs cette diversification qui a réellement porté notre développement depuis le départ, cette capacité à travailler tous les secteurs et tous les "corps d'état", même si c'est une expression qu'on emploie généralement dans le bâtiment. Elle résume cependant bien notre positionnement, nous qui intervenons à toutes les phases de vie d'une machine, sur des métiers mécaniques, d'automatisme comme de robotique. »

TOURNÉ VERS L'AVENIR.

Cette polyvalence est le reflet des volontés de l'actionnariat de l'entreprise, composée donc de salariés. « Nous sommes tous très attachés à ces métiers techniques, et nous leur donnons la priorité », continue Eric Sainclair. « Au fond, c'est peut-être l'une des seules choses qui changent par rapport à un actionnariat traditionnel, cet attachement aux métiers au cœur de notre savoir-faire. Mais il y a aussi la notion d'indépendance, à laquelle nous

tenons fortement. Et enfin, c'est un mode de gouvernance qui aide énormément à fidéliser les collaborateurs », donnée non négligeable dans un secteur en tension. Ils sont désormais 180 au sein d'un groupe qui vient de fêter un quart de siècle d'existence et continue de regarder vers l'avenir. « Nous avons créé Maori FCE, il y a quatre ans, dédiée à la maintenance prédictive ou prévisionnelle, très axée notamment sur l'analyse vibratoire. Par ailleurs, nous avons une autre filiale, Semo, qui est, elle, spécialisée dans la robotique et commence à avoir de beaux contrats avec des PME, alors que, historiquement, ce type de solution était plutôt l'apanage des grands groupes. Mais nous profitons notamment du fait d'être dans la première promotion du dispositif Usine du futur, porté par la région Nouvelle-Aquitaine, pour convaincre des entreprises sur le territoire », détaille Eric Sainclair. Cet ancrage local, autant que la diversité de ses prestations de maintenance industrielle et que sa capacité à anticiper l'utilisation des nouvelles technologies, fait d'Aqmo l'une des entreprises qui montent dans son secteur.

■ A Bordeaux, Jean Berthelot

SYSTÈMES DE NAVIGATION

Telerad, l'adaptation pour credo

CONCEPTRICE ET FABRICANTE DE RADIOS À L'ORIGINE, LA PME BASQUE TELERAD EST AUJOURD'HUI PRÉSENTE DANS PLUS DE 60 PAYS. ELLE A SU ÉVOLUER POUR PROPOSER DES SYSTÈMES DE NAVIGATION ET DES SERVICES LIÉS À SES PRODUITS.

Avec ses 75 employés et ses 12 M€ de chiffre d'affaires en 2018, Telerad est certes une PME. Mais cela ne l'empêche pas d'être présente un peu partout sur la planète : ses systèmes de communication radio pour le contrôle de la navigation aérienne et pour le maritime sont présents dans plus de 60 pays, sur chacun des continents. Créée dans les années 1950 à Anglet, au Pays basque, où elle conserve son siège, l'entreprise se distingue principalement grâce à sa capacité à fournir du sur-mesure : Historiquement, nous sommes concepteur et fabricant de radios », rappelle le président de Telerad, Patrice Mariotte. « Aujourd'hui, nous proposons des systèmes de radiocommunication "clé en main". Nous avons une gamme de radios VHF complète pour l'aéronautique civile, et UHF pour les armées. Les radios logicielles offrent des fonctionnalités multimodes pour les communications vocales ou les liaisons de données entre le contrôleur aérien et le pilote, et une connectivité réseau IP. Nous intégrons ces équipements dans des baies avec des systèmes de redondance, l'énergie, et développons les moyens de supervision associés. Tout en proposant l'architecture des antennes. »

UN « SUPER » GPS.

Voilà pour ce qui constitue le cœur du métier et le savoir-faire de Telerad. Mais l'offre, au fil

des années, s'est largement étoffée : « Elle s'étend aux systèmes d'aide à la navigation, comme les radiobalises de moyenne fréquence très utilisées sur les plateformes offshore ou les liaisons de données pour les systèmes

grateurs industriels. « Ce sont les autorités des aviations civiles, telles que la FAA aux États-Unis ou la DSNA en France, ou les collectivités locales pour certains aéroports, comme Incheon Airport en Corée du Sud. Au sein du ministère des Armées en France, on trouve l'armée de l'Air et la Direction générale de l'armement. Quant aux grands intégrateurs, on peut citer notamment General Dynamics et Honeywell aux États-Unis, Thales et Dassault Aviation

d'études et de développements spécifiques pour nos clients. Il y a aussi la fiabilité et la robustesse de nos radios sous tous les climats (désert, jungle, océan...) et sur tous les continents. Enfin, le modèle intégré de notre entreprise offre une grande réactivité, tant dans le domaine de la prise de décision que dans celui de la réalisation de prototypes ou de séries spécifiques. Un atout majeur face à des concurrents qui sont de grands groupes internationaux. »



L'ASIE EN LIGNE DE MIRE.

C'est cette souplesse, cette capacité d'adaptation qui a permis au fabricant de radios d'occuper une place majeure dans le secteur des radiocommunications. Son aptitude, aussi, à s'appuyer sur des écosystèmes favorables : « Contrairement à la plupart des PME et ETI de la région, notre activité ne se situe pas dans le sillage direct d'Airbus Group ou de Boeing puisque nos systèmes radio équipent les infrastructures de communication au sol – aéroports ou centres de communications. Nous veillons à

d'atterrissage à l'aide du système GPS différentiel Ground Based Augmentation Systems (GBAS) un "super" GPS qui repose sur l'augmentation du signal GPS grâce à une correction provenant d'une autre source », expose Patrice Mariotte. Au-delà des produits, Telerad propose différents services dans le domaine de la recherche et du développement, une expertise radio pour accompagner toutes les phases d'un projet, et dispose d'un centre de formation dédié. Telerad a dans son portefeuille clients des donneurs d'ordre étatiques civils et militaires, et des inté-

grateurs industriels. « Ce sont les autorités des aviations civiles, telles que la FAA aux États-Unis ou la DSNA en France, ou les collectivités locales pour certains aéroports, comme Incheon Airport en Corée du Sud. Au sein du ministère des Armées en France, on trouve l'armée de l'Air et la Direction générale de l'armement. Quant aux grands intégrateurs, on peut citer notamment General Dynamics et Honeywell aux États-Unis, Thales et Dassault Aviation

avoir une approche à trois niveaux : l'Europe (nous sommes membres de plusieurs groupes de travail), la France (ainsi nous sommes une PME dite "stratégique" pour le ministère des Armées), et la Région (dans le cadre notamment du programme Usine du futur), sachant que nous sommes également membres d'Aerospace Valley », conclut Patrice Mariotte. Pour ce qui est de ses projets, l'entreprise entend en particulier poursuivre son développement à l'international, qui représente déjà 65 % de son chiffre d'affaires, en Asie surtout.

■ A Bordeaux, Jean Berthelot

PROPULSION TACTIQUE

Roxel, l'innovation d'abord

LEADER EUROPÉEN
DES SYSTÈMES DE
PROPULSION TACTIQUE,
ROXEL MISE SUR
L'INNOVATION À LA FOIS
TECHNOLOGIQUE ET
ORGANISATIONNELLE
POUR POURSUIVRE
SA CROISSANCE.

Revenant à 60 % du marché européen des systèmes de propulsion tactique, Roxel est non seulement un poids lourd du secteur, mais aussi une entreprise en pleine croissance. Sur les cinq dernières années, elle est ainsi passée de 100 M€ à 150 M€ de chiffre d'affaires, dépassant désormais les 700 collaborateurs. Parmi eux, 265 travaillent à Saint-Médard-en-Jalles, en Gironde, son site industriel le plus important, dédié notamment à la fabrication du propérol, mélange de matériaux énergétiques qui permet la propulsion de moteurs pour les missiles. Filiale à 50 % de MBDA et Safran, créée il y a 15 ans, Roxel doit sa croissance, entre autres, à un contexte particulier, croit savoir son président, Jacques Desclaux. « Il est certain que l'objectif de passer à 2 % du PIB les ressources allouées à la défense a amené une augmentation du nombre de programmes et de produits commandés », constate-t-il. « Par ailleurs, les tensions grandissantes, au plan international, amènent aussi une hausse de notre activité à l'export. » Mais, au-delà de ces éléments conjoncturels, ce sont également les points forts de Roxel, évidemment, qui justifient sa croissance. Avec pour cœur de métier l'aérobie, qui a la particularité de ne pas utiliser d'air, donc un moteur qui emporte l'intégralité de son combustible et de son carburant. « Notre force, ce sont à la fois les performances des matériaux énergétiques, et la simplicité et le

coût de ces technologies, nettement plus compétitives que d'autres solutions de propulsion », résume Jacques Desclaux.

DOUBLE INNOVATION.

Embarquées sur l'immense majorité des programmes de missiles de MBDA, les solutions de Roxel sont le fruit d'une innovation sur laquelle le groupe met tout particulièrement l'accent. « Une innovation qui est double, et j'insiste régulièrement sur ce point », reprend Jacques Desclaux. « Il y a l'innovation technologique, d'une part, évidemment. Elle permet d'être intrinsèquement plus performant, mais aussi plus compétitif, économiquement. Mais nous travaillons sur une autre innovation : des procédés de rupture permettant des gains importants par rapport à ceux classiques. Nous avons ainsi mis en place un plan de progrès pluriannuel permettant d'améliorer nos façons de travailler, ainsi que la sécurité, essentielle dans nos métiers. Dans un secteur où les contraintes de budget et de délais sont plus fortes qu'au-

paravant, nous avons ainsi réduit le cycle du time-to-market. »

70 M€
D'INVESTISSEMENTS.

Illustration très concrète de cette volonté de rupture et d'innovation dans le fonctionnement, Roxel a entrepris, depuis trois ans, un chantier pharaonique à Saint-Médard-en-Jalles, où se trouve le plus grand de ses quatre sites industriels – les autres étant à Bouges, Orléans et en Grande-Bretagne. Doté de 70 M€, un plan d'investissement prévoit, d'ici 2 à 5 ans, de bouleverser l'organisation du site girondin. « Nous y avons 200 bâtiments à l'heure actuelle », détaille Jacques Desclaux. « L'objectif est de diviser ce chiffre par dix, à terme. La philosophie, c'est de regrouper les activités de manière à épouser les principes du "lean manufacturing", donc de l'adaptation de l'outil aux quantités commandées par nos clients. Les machines se succèdent dans l'ordre dans lequel elles interviennent dans le cycle de production, sans avoir à faire de longs et coûteux transports de matériel.



À l'heure actuelle, nous subissons encore une disposition des installations que nous n'avons pas vraiment choisie, qui s'est faite au fil du temps, sans ordre défini. Nous sommes donc dans une recherche de compétitivité, avec pour objectif de gagner 20 à 30 % sur les coûts de production. » Autre gros projet pour Roxel : le recrutement. Pour ses 50 embauches prévues chaque année dans le plan de développement, d'ingénieurs notamment, l'entreprise s'est fixé le cap de la féminisation. « Nous tenons énormément à la mixité de nos équipes, donc nous souhaitons féminiser toutes nos fonctions, y compris chez les opérateurs. Mais c'est compliqué, car la formation elle-même n'est pas équilibrée de ce point de vue-là. C'est même une gageure, parfois, en particulier en ce qui concerne la pyrotechnie, où il est déjà difficile de recruter, en France. Nous misons d'ailleurs, sur ce point, sur les motivations des candidats plus que sur leurs diplômes, et nous n'hésitons pas à les former ensuite », conclut Jacques Desclaux.

■ A Bordeaux, Jean Berthelot



BORDEAUX aÉROPARC

2500 Ha

devoted to high-value-added
aerospace activities

400 Ha

for development

**Direct access to airport runway
for available land reserve**

International airport

6.8 million passengers in 2018

40 000 jobs in 2018

+10 000 jobs to 2030 horizon



Come on board in the new european hub for ADS

Contact Bordeaux Métropole :
entreprise@bordeaux-metropole.fr



PROPULSION

Akira, de la moto à l'avion

LE BASQUE AKIRA, QUI S'EST OFFERT PRICE INDUCTION L'AN PASSÉ, POURSUIT À SON RYTHME UNE CROISSANCE ATYPIQUE NÉE DANS LA COMPÉTITION MOTO ET DÉVELOPPÉE, NOTAMMENT, DANS L'AÉRONAUTIQUE, AUJOURD'HUI SON PRINCIPAL MARCHÉ.

Akira ; a priori, difficile d'imaginer à la seule lecture de son nom qu'il s'agisse là d'une entreprise française. C'est pourtant bien à Bayonne qu'elle est implantée, et c'est sans nul doute à son positionnement initial qu'elle doit son appellation : « Notre métier de base, c'est l'ingénierie dans le domaine des moteurs à pistons dans des marchés de niche comme la compétition moto. Dès le départ, nous avons travaillé avec des entreprises étrangères, notamment japonaises », commence Sylvain Loumé, fondateur en 2003 de la société qu'il dirige toujours. « Elles nous soumettaient l'étude, le développement et la réalisation des moteurs. Dès le départ, nous avons eu besoin de moyens d'essai pour tester le moteur ou certaines de ses composantes. Nous avons donc pris le parti de concevoir et fabriquer nos propres moyens d'essai, maîtrisant rapidement ce savoir-faire. Nous avons proposé ce service à des sociétés dans le domaine de l'aéronautique souhaitant réaliser des bancs d'essai. Et c'est ainsi que, presque depuis ses débuts et jusqu'à ce qu'elle ait une dizaine d'années, la société s'est développée, moitié moteurs à pistons, moitié bancs d'essai pour l'aéronautique. » C'est ce dernier domaine qui a assuré la plus grosse partie des 6,5 M€ de chiffres d'affaires réalisés en 2018 : 45 % suivent la moto



(35 %), la défense (15 %) et des secteurs divers (5 %).

RACHAT DE PRICE INDUCTION.

Au milieu de la décennie actuelle, Akira a ajouté une troisième corde à son arc : « Pour nos clients dans l'aéronautique et la défense, nous proposons un service qui est à mi-chemin entre des travaux d'ingénierie et du banc d'essai, c'est-à-dire que ces entreprises externalisent du développement chez nous. On fait l'étude du composant – cela va de la pompe à de la propulsion hybride, par exemple ; on le réalise, on le teste, on intervient sur tout le début de la phase de R&D. » Ni bureau d'études, ni centre d'essai, ni pur fabricant, mais un peu tout cela à la fois, Akira a aussi élargi son offre grâce à une opération de croissance externe, réalisée l'an passé : le rachat de Price Induction, installé aussi au Pays basque. L'entreprise a ainsi acquis des compétences en matière de turbo-

machines, notamment. « Côté technologique, cet ajout nous est très bénéfique », se félicite Sylvain Loumé. « Et côté business, cette acquisition est aussi une réussite, car nous avons réussi à diversifier l'activité de l'ancienne équipe de Price, à trouver d'autres marchés. » En avril, les salariés d'Akira et ceux de la société rachetée se sont regroupés au sein de Technocité, une pépinière bayonnaise qui compte notamment 600 m² d'ateliers et 700 m² de bureaux.

UNE CROISSANCE RAISONNÉE.

« Nos anciens locaux étaient devenus trop petits pour notre activité, certains bancs d'essai, notamment, étant assez volumineux. Nous avons fait le choix de déménager 7 kilomètres plus loin, ce qui ne change pas grand-chose pour les équipes. Et puis, ici, nous sommes au cœur de l'activité aéronautique du Pays basque. De plus, ce bâtiment est vraiment pensé pour notre activité, d'autant

qu'il fallait aussi intégrer les 20 anciens salariés de Price, qui ont porté nos effectifs à une cinquantaine de collaborateurs. Pendant six mois, les équipes étaient à cheval entre Anglet et Bayonne ; ce n'est pas très éloigné, mais notre activité est très concrète, on a besoin de plans, d'ateliers où assembler nos machines et les essayer, c'est très difficile de dématérialiser tout cela », analyse Sylvain Loumé. Pour les mois à venir, Akira affiche ses priorités : d'abord, pérenniser l'activité dans le périmètre de l'ancien Price Induction, repris en liquidation. Ensuite, poursuivre sa diversification, notamment dans l'aéronautique militaire. Avec des ambitions réelles mais mesurées : « Nous venons d'intégrer 20 salariés dans ces circonstances particulières, mais nous entendons bien poursuivre une croissance raisonnée et embaucher une à deux personnes par an, comme nous l'avions fait jusque-là », conclut Sylvain Loumé.

■ A Bordeaux, Jean Berthelot

LA RÉGION

OCCITANIE

PYRÉNÉES - MÉDITERRANÉE

TERRITOIRE

**DE L'AÉRONAUTIQUE, DE L'ESPACE
ET DE L'ART DE VIVRE**

RETROUVEZ
LA RÉGION OCCITANIE
DU 17 AU 23 JUIN 2019
**AU 53^e SALON
INTERNATIONAL
DE L'AÉRONAUTIQUE
& DE L'ESPACE**
PARIS LE BOURGET
Hall 4-BC80

655 ENTREPRISES AÉRONAUTIQUES
90 000 EMPLOIS

10 MILLIARDS D'EUROS
DE CHIFFRE D'AFFAIRES PAR AN

UN PLAN DE SOUTIEN AUX PME
DE 200 MILLIONS D'EUROS SUR 5 ANS
POUR PRÉPARER L'AVION DU FUTUR



laregion.fr

TECHNOLOGIE

Voltaero, l'hybride à la carte

EMMENÉE PAR DES ANCIENS DU PROJET E-FAN, VOLTAERO TRAVAILLE SUR UN AVION ÉLECTRIQUE ET THERMIQUE QUE SES CLIENTS POURRONT PERSONNALISER. LANCEMENT PRÉVU D'ICI DEUX ANS.

Proposer « un avion hybride-électrique «à la carte» », voilà, résumée par son directeur général, Jean Botti, l'ambition de Voltaero. Installée dans la petite commune de Médis, qui jouxte Royan, en Charente-Maritime, l'entreprise dispose d'un savoir-faire certain en matière d'avion électrique : sur ses onze salariés, six sont des anciens du projet E-Fan d'Airbus. Dont les trois associés à la tête de la start-up : Jean Botti lui-même, ex-directeur technique du constructeur, en charge de ce même programme E-Fan, mais aussi Marina Evans, ex-directrice des opérations innovation du constructeur en Russie, et Didier Esteyne. Ce dernier, désormais directeur technique de Voltaero, était le pilote de l'E-Fan lorsqu'il avait traversé la Manche, en 2015, et il avait aussi

contribué à développer et construire l'avion avec l'équipe de la société française Aéro Composites Saintonge. « Lorsque le programme a été arrêté en France, nous avons décidé de le reprendre à notre compte », résume Jean Botti. « Notamment avec d'anciens stagiaires devenus nos collaborateurs, mais surtout des passionnés d'aviation, 90 % de ceux qui composent notre équipe sont des pilotes, au-delà de leur qualification d'ingénieur ou de chercheur, par exemple. Nous avons donc remonté une PME, bien décidés à proposer une technologie innovante Made in France. »

600 KW « SOUS LE CAPOT »
Ainsi est né le Cassio, dont un démonstrateur sera présenté au Salon du Bourget. « C'est un avion qui va vraiment plus loin que les projets

sur lesquels nous avons travaillé jusqu'ici », reprend Jean Botti. « D'abord, on ne parle pas là d'un engin à deux places, conçu pour l'entraînement des pilotes. Non, nous allons proposer un appareil de 4 à 9 places, pour de l'aviation générale et commerciale. Ensuite, l'avion franchit un palier supérieur par sa puissance : le Cri-cri [ancêtre de l'E-Fan, présenté au Bourget en 2011. NdR] faisait 10 kW, l'E-Fan 60 kW, et là, le Cassio, 600 kW, soit près de 800 chevaux. » Pour l'heure, les moteurs sont montés sur la base d'un Cessna Skymaster, mais à terme Voltaero internalisera la production et créera un appareil entièrement construit en matériaux composites. Un avion qui comptera deux moteurs électriques sur les ailes, ainsi qu'un troisième à l'arrière du fuselage, lequel sera combiné avec un moteur thermique. Mais l'engin sera aussi modulable, « à la carte » comme évoqué plus tôt, selon les besoins des clients. Ainsi, ceux qui ne volent que sur des distances inférieures

à 200 kilomètres pourront-ils se contenter des moteurs électriques. De 200 à 600 kilomètres, l'avion permettra d'embarquer de « l'hybride léger », donc avec un moteur thermique de moindre puissance et de moindre poids. Enfin, au-delà des 600 kilomètres, c'est un moteur thermique plus lourd qui sera installé. Dans tous les cas, décollage et atterrissage peuvent se faire en mode électrique, gros avantage pour l'amplitude d'utilisation de l'appareil.

DEUXIÈME PHASE SUR QUATRE.

À l'heure actuelle, à quelques jours de sa présentation au Bourget, le projet de Voltaero se trouve dans la deuxième phase de sa conception, qui en comptera quatre au total. Après les premiers tests et l'installation des moteurs électriques et hélices, viendra, au second semestre, la configuration hybride, avec le moteur thermique. Enfin, tous les moteurs seront assemblés pour entrer en configuration hybride totale d'ici à la fin de l'année. La commercialisation de Cassio, elle, est prévue fin 2021 ou début 2022, et 150 appareils devraient sortir des ateliers chaque année. Ce serait alors l'aboutissement d'un projet réussi, puisque ses concepteurs annoncent un gain de 20 % de carburant par rapport à ses concurrents, mais aussi d'une collaboration fructueuse. « Nous nous sommes effectivement appuyés sur la région Nouvelle-Aquitaine, grande supportrice de cette idée d'avion électrique », salue Jean Botti. « Nous travaillons aussi avec Solution F en Paca, avec qui on développe la partie propulsion. Aéro Composites Saintonge, partenaire historique, nous aide à réaliser le prototypage rapide, et nous pouvons aussi compter sur des alliés italiens, Blackshape et IDS Logic. »

■ A Bordeaux, Jean Berthelot



Toujours Plus haut !



Retrouvez-nous



53^e SALON INTERNATIONAL
DE L'AÉRONAUTIQUE & DE L'ESPACE
PARIS • LE BOURGET
17-23 JUIN 2019

Stand ADM - A29

www.elisa-aerospace.fr

2 CAMPUS
HAUTS-DE-FRANCE

BORDEAUX

Ouverture 2018



INGENIEUR, ACTEUR DE VOTRE DEVENIR !

ELISA Aerospace, c'est une école d'ingénieurs destinée aux jeunes passionnés par l'aéronautique et l'espace !

Son développement est soutenu par le groupe **ISAE** GROUPE ISAE 
aéronautique et spatial.

Nos deux campus sont situés dans le bassin de la Nouvelle Aquitaine et celui des Hauts de France, dont le tissu industriel dans les secteurs de l'aéronautique, du spatial et de la défense est solide. Cette proximité industrielle permet à l'école de former des élèves hautement qualifiés pour répondre aux besoins et aux enjeux des entreprises, en leur dispensant une formation innovante adaptée aux besoins de l'industrie future.

Implantée à Bordeaux depuis 2018, ELISA Aerospace développe pour ses futurs étudiants un nouveau campus d'une envergure exceptionnelle, pourvu de logements étudiants !

BORDEAUX Nouveau CAMPUS en 2020

Situé dans un cadre de verdure de plus de 18 000 m², ce complexe ultra-moderne d'une capacité de 600 élèves accueillera les élèves dès la rentrée 2020 !



1 DIPLÔME, 3 OPTIONS :

- IS3C Ingénierie des Systèmes Complexes Connectés Coopératifs
- ISA Ingénierie des Systèmes Aéronautiques
- IM2S Ingénierie des Missiles et Systèmes Spatiaux

NOUVEAU

cdefi
Confédération des Écoles
de Formation
Ingénierie

Cti
Compétence
Technique
Ingénierie

EUR-ACE
European
University
Accreditation

RÉGION SUD

AEROTECH PRO RÉINVENTE LE MODÈLE ÉCONOMIQUE DE LA MRO

ACTEUR DISRUPTIF DE LA MRO, AEROTECH PRO FRANCHIT UN CAP SIGNIFICATIF DANS SON DÉVELOPPEMENT AVEC LA MISE EN SERVICE D'UN NOUVEAU SITE DE MAINTENANCE À ISTRES. UNE ÉVOLUTION LUI PERMETTANT DE RENFORCER SON ATTRACTIVITÉ, SUR LE MARCHÉ FRANÇAIS COMME À L'INTERNATIONAL.

Depuis quelques semaines, les français Aerotech Pro, acteur disruptif du secteur de la MRO, profite de nouvelles installations situées sur le pôle aéronautique d'Istres, Jean-Sarrail, à proximité immédiate de la base aérienne 125. L'entreprise bénéficie de 10 000 m² – 5 000 m² déjà opérationnelles, complétés par 5 000 m² supplémentaires, livrés fin 2019 –, lui permettant d'assurer son activité de maintenance au sein de l'ex-hangar Mercure de Dassault Aviation. D'une superficie totale de 20 000 m², le hangar a

été racheté et rénové par la ville d'Istres et la métropole Aix-Marseille-Provence. Une précision importante dans la compréhension du modèle économique porté par Aerotech Pro. La société n'est propriétaire d'aucun des bâtiments qui abritent ses activités de maintenance de par le monde. Soit Aerotech Pro loue les infrastructures dont elle a besoin, soit elle intervient directement chez ses clients en déployant ses collaborateurs en France comme à l'international. « J'ai créé Aerotech Pro en 2010 pour proposer des solutions d'assistance technique à nos clients (Camo, CSR, GSE, logistique). Notre modèle a évolué avec l'idée qu'il était possible de proposer un concept différent de ceux des grands noms de la MRO, établis depuis plusieurs décennies et disposant d'infrastructures conséquentes, que sont Lufthansa Technik, Air France Industries KLM Engineering & Maintenance, ou Sabena Technics. Même si nous sommes parmi les plus petits acteurs du marché de la MRO, notre modèle est beaucoup plus léger, flexible, les infrastructures ne figurant pas sur notre bilan », explique Jean-Bernard Garcia, directeur général d'Aerotech Pro.

L'entreprise, dont le siège est installé à Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône), emploie 80 collaborateurs, dont une quarantaine opère sur les A400M de l'armée française basés sur la BA123 d'Orléans-Bricey (gestion



Vue d'artiste du nouveau site de maintenance Aerotech Pro à Istres.

du maintien de la navigabilité, maintenance en ligne, support logistique...). Depuis six ans, Aerotech Pro assure aussi la maintenance hangar des Casa 212 de la DGA Essais en vol (ex-CEV). A travers des contrats de sous-traitance à l'export, elle réalise des opérations d'assistance technique sur les avions de la gamme Airbus Défense (Casa, A400M, A330MRTT) dans plus d'une dizaine de pays en Amérique du Sud, au Moyen-Orient, en Europe, en Afrique. Aerotech Pro mène aussi des opérations ponctuelles de soutien AOG (Aircraft On Ground) sur la gamme Casa. Actuellement, elle opère également la remise en service d'un Casa CN235 pour le compte de la société Sofema en Afrique du Sud.

MAINTENANCE LOURDE.

« Notre implantation à Istres fait de ce site, capable d'abriter simultanément trois avions de type A400M, C130, A320 ou Boeing 737, notre structure nationale de référence. Nous disposons déjà des qualifications Part 145 nous permettant d'assurer la maintenance de ligne. Nous venons d'être qualifiés pour la maintenance lourde. Nous espérons être retenus pour accompagner Airbus et le mi-

nistère de la Défense dans la maintenance de l'A400M, en complément des capacités du ministère des Armées. Notre site d'Istres a été dimensionné en conséquence », détaille Philippe Galland, président d'Aerotech Pro. Parallèlement, l'entreprise veut se développer à l'export en gérant des opérations plus complexes (retrofit d'hélicoptères au Moyen-Orient, création d'une base de maintenance sur l'aéroport d'Accra au Ghana...) et dans l'aviation civile. Actuellement, 90 % de l'activité d'Aerotech Pro est militaire. L'entreprise ambitionne que l'aviation civile représente 30 % de son chiffre d'affaires – 9,5 M€ en 2018 – sous trois ans. « Nous travaillons à la concrétisation de contrats-cadres. Nous nous intéressons aussi aux opérations de transition (entretien, retrofit, peinture...) nécessaires lorsqu'un appareil change de locataire », précise Philippe Galland. Pour accompagner son développement à Istres comme à l'international, Aerotech Pro prévoit d'embaucher une quinzaine de techniciens de maintenance aéronautique au cours des 12 prochains mois et autant de collaborateurs supplémentaires l'année suivante. Tous seront formés en interne. ■ Jean-Philippe Laurent

AEROTECH PRO CHIFFRES CLÉS

10 000

La surface en m² du nouveau site Aerotech Pro d'Istres, opérationnel fin 2019.

80

Le nombre de collaborateurs déployés en France et à l'international.

9,5 M€

Le chiffre d'affaires d'Aerotech Pro (objectif à trois ans : 15 M€).

RÉGION AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

GMP Group à l'heure de la fabrication additive en série

APRÈS PLUS DE TROIS ANNÉES PASSÉES À COMPRENDRE LES MÉCANISMES DE LA FABRICATION ADDITIVE MÉTALLIQUE, LE HAUT-SAVOYARD GMP GROUP PRODUIT DÉSORMAIS EN SÉRIE DES PIÈCES EN 3D DESTINÉES AU MOTEUR LEAP. L'ENTREPRISE SE POSITIONNE AUSSI EN TANT QUE CONSEIL POUR INTÉGRER CE PROCÈS INNOVANT DÈS LA PHASE DE CONCEPTION D'UN PRODUIT.

Installé à Saint-Pierre-en-Faucigny (Haute-Savoie), GMP Group est historiquement impliqué dans la fabrication de pièces métalliques de forte technicité. Un savoir-faire reconnu que l'entreprise cultive depuis sa création en 1968 et qui lui a permis de s'implanter dès son envol dans différents secteurs de pointe telle l'Aéronautique. Aujourd'hui, le groupe est présent sur le marché de la connectique, des biens d'équipement, du médical, mais surtout de la défense et de l'aérien, qui représentent respectivement 30 % et 45 % d'un chiffre d'affaires

2018 établi à 9,9 M€. Parmi ses clients : Safran, Dassault Aviation, Ariane Group, le CEA... Depuis mars, cette entreprise indépendante d'une soixantaine de collaborateurs est aussi devenue un acteur marquant de la fabrication additive puisque GMP Group est l'auteur des premières pièces métalliques de série réalisées en fabrication additive pour le moteur Leap (Safran). Il s'agit de drains qui remplacent des pièces mécanosoudées. A la clé, plusieurs avantages, dont la rationalisation du nombre de sous-ensembles nécessaires à la fabrication de ces drains et une

meilleure fiabilité (diminution des risques dus à un problème de soudure). La livraison des premières pièces – 1 300 exemplaires seront réalisés cette année – a déjà débuté.

Parce qu'elle voulait progresser techniquement, l'entreprise s'est intéressée à la fabrication additive dès 2015, une profonde mutation à la clé. Il y a 4 ans, sa filiale GMP Additiv voyait le jour. Dès 2017, elle était rejointe par GMP Ingénierie et GMP Métrologie. Ces trois entités associées à la société originelle GMP Industrie forment un groupe maîtrisant désormais toutes les phases du processus de fabrication additive, à l'exception de l'atomisation de la poudre. « La plus-value de GMP Group est que nous ne nous limitons pas à la fabrication des pièces. En amont, nous assurons un rôle de soutien en recherche et développement. Et nous assurons aussi la reprise et les phases de contrôle associées à la fabrication des pièces. Toutes ces étapes sont intégrées pour plus de flexibilité et de réactivité », explique Stéphane Guerraz, président de GMP Group.

ACCOMPAGNER LES DONNEURS D'ORDRE.

Dès ses premiers essais, en 2015, l'entreprise constate que la maîtrise du processus de fabrication additive métallique nécessite une importante part de développement pour en comprendre toutes les subtilités. « Pour gagner en maturité dans ce processus extrêmement complexe, nous avons fait appel à des compétences humaines à même de nous renforcer. Nous avons aussi créé un pôle R&D pour aller

aux limites des machines et bien comprendre le processus », détaille Stéphane Guerraz. L'entreprise, qui a presque doublé ses effectifs depuis 2016, a notamment recruté quatre docteurs spécialisés en sciences de l'ingénieur (spécialisation en fabrication additive métallique), en sciences des matériaux et génie des procédés, en énergétique et en matériaux. Elle exploite plusieurs machines de fabrication additive, l'une étant spécifiquement dédiée au travail de l'Inconel, une autre à celui du titane, alors qu'une troisième machine multimatériaux (aluminium, alliages à la demande...) est dédiée au développement et aux expérimentations.

L'arrivée de ces équipements s'est traduite par un nouvel aménagement des locaux (5 500 m² complétés par 800 m² d'espaces temporaires dédiés à la fabrication additive et remplacés d'ici à 2021 par 1 500 m² de locaux neufs). Chaque machine de fabrication additive est placée en salle blanche ISO 5. L'air y est recyclé toutes les 90 secondes, les particules fines filtrées... « Nous constatons que nos clients ont autant besoin de sous-traiter que d'être accompagnés pour ce qui est de la fabrication additive métal. Car leurs bureaux d'études ont pris conscience de l'intérêt de cette formule. La fabrication additive est de plus en plus prise en compte dès la conception d'un produit. » Pour accompagner son développement sur l'ensemble de ses activités, GMP Group prévoit de recruter plus d'une centaine de collaborateurs d'ici trois ans.

■ A Lyon, Jean-Philippe Laurent



Technicien assurant la phase de dépoussage des drains.

STÄUBLI

La cobotique au service de l'aérien

LEADER MONDIAL DE LA ROBOTIQUE 4.0, STÄUBLI ROBOTICS MISE SUR LES ROBOTS COLLABORATIFS ET AUTONOMES POUR ACCOMPAGNER LE SECTEUR AÉRONAUTIQUE DANS SA RECHERCHE CONTINUE D'UNE MEILLEURE PRODUCTIVITÉ.

Société familiale d'origine suisse, Stäubli compte trois divisions complémentaires en lien avec l'aérien : les connecteurs (raccords pour fluides, connecteurs électriques...), le textile et la robotique, marché sur lequel l'entreprise se positionne en leader mondial de la robotique 4.0.

Inauguré en 1909, son site de Faverges (Haute-Savoie) regroupe Stäubli Robotics (service de recherche et développement et fabrication) et les services R&D des deux autres divisions du groupe, soit 1 500 collabo-

rateurs sur les 5 000 que compte Stäubli dans le monde. 250 personnes dédiées à l'activité textile, présentes sur le site de Chassieu - périphérie lyonnaise - et autant d'agents, techniciens et commerciaux déployés sur l'ensemble du territoire complètent cette implantation nationale. Lancé en 1982, Stäubli Robotics, dont l'intégralité des robots est produite en Haute-Savoie, profite d'un développement annuel supérieur à la croissance du marché (15 % par an actuellement). Si 35 % des ventes de robots Stäubli proviennent aujourd'hui de l'automobile, l'entreprise est aussi présente dans de nombreux secteurs : médical, agroalimentaire, plasturgie, cosmétique, usinage, nucléaire... L'aérien est un marché à fort potentiel pour l'entreprise, cette dernière travaillant déjà avec des acteurs majeurs comme Airbus et Safran. « Notre gamme comprend une centaine de robots 4 et 6 axes que nous pouvons adapter aux besoins des clients. L'Aéronautique est un secteur aux demandes très pointues qui s'ouvre à la robotique pour des applications variées : usinage, contrôle, mesure, peinture, tests... Nous avons, par exemple, réalisé des cellules de polissage d'aubes de turbines. Si le marché est en croissance, nous axons notre développement sur la robotique mobile et la cobotique (robotique collaborative) », explique Jacques Dupenloup, responsable des

ventes France et Benelux de Stäubli Robotics.

ACCOMPAGNER LES CADENCES DE PRODUCTION.

Pour accompagner l'industrie dans sa mutation vers l'Usine du futur, Stäubli a fait l'acquisition de la société allemande WFT, spécialiste de la robotique mobile. Le concept de robotique mobile consiste à associer un robot assurant une tâche donnée et un AGV (Automatic Guided Vehicle). « Les opérations qu'il est ainsi possible d'assurer sont extrêmement variées. Elles vont du picking (recherche de pièces) à la peinture d'un avion, en passant par la possibilité de déplacer un tronçon de fuselage ou un hélicoptère de manière autonome », détaille Jacques Dupenloup. Les premiers AGV, autrefois filoguidés, ont vu le jour il y a 30 ans, sans connaître le succès. Depuis, la technologie a considérablement progressé. Ce que confirme le robot HelMo développé par WFT et désormais présent dans la gamme Stäubli Robotics. Doté de trois scanners lasers lui permettant de surveiller son environnement, gérer sa trajectoire et se déplacer en sécurité, HelMo intègre un robot collaboratif TX-2. Ce dernier se présente sous la forme d'un bras articulé pensé pour travailler au plus près de l'homme, sans danger pour ce dernier. « La robotique mobile et collaborative est un atout pour l'industrie. Dans un flux de production, le robot mobile fait le lien entre les différentes étapes de la fabrication d'un pro-



HelMo, robot mobile autonome, couplé à un bras robotisé collaboratif TX-2.

duit. Quant au robot collaboratif, il ne représente encore que 4 % des ventes dans le secteur industriel mondial. L'Aéronautique fait partie des marchés encore peu équipés où l'intérêt de la robotique est réel pour augmenter la productivité. D'où notre présence au Salon du Bourget. Nous constatons tout de même une évolution positive des donneurs d'ordre et des sous-traitants face aux possibilités offertes par la robotique moderne », analyse Jacques Dupenloup. En perpétuel développement, le site Stäubli de Faverges accueille aujourd'hui 1 500 collaborateurs sur 65 000 m² couverts, soit 600 personnes de plus qu'il y a cinq ans. Pour accompagner sa croissance soutenue, Stäubli doit inaugurer de nouveaux locaux sous trois mois. Un bâtiment supplémentaire doit aussi sortir de terre d'ici 18 mois.

■ A Lyon, Jean-Philippe Laurent

STÄUBLI CHIFFRES CLÉS

100

Le nombre de robots 4 et 6 axes au catalogue de l'entreprise.

500 tonnes

La charge maximale que les plus gros robots autonomes Stäubli peuvent déplacer.

1 500

Le nombre de collaborateurs travaillant sur le site Stäubli de Faverges (+ 600 personnes en 5 ans).

AEROPROTEC GROUPE

<< Notre cœur de métier est en surface >>



Présent au salon du Bourget : Hall 2B F97



Le groupe AEROPROTEC franchit une nouvelle étape de son développement.

Ce spécialiste du contrôle non destructif, du traitement de surfaces et de la peinture pour l'industrie aéronautique s'inscrit solidement dans une dynamique de croissance.

Fort d'un chiffre d'affaires de 25 M€ attendu en 2019 avec 290 salariés, il s'appuie aujourd'hui sur les compétences techniques de ses cinq filiales pour offrir à ses clients comme Airbus, Safran ou Dassault une gamme élargie de services.

Thierry HAURE MIRANDE, son Président, souligne ici les atouts d'un groupe qu'il dirige autour de deux mots clés : innovation technologique et performance industrielle.

Un groupe de cinq filiales pour cinq pôles de compétences.

-Aéroprotec PAU se consacre aux procédés spéciaux aéronautiques : contrôle non destructif, ressuage, magnétoscopie, traitement par conversion électrolytique et chimique, sablage, décapage et peinture.

Le site est certifié EN 9100 et PRI NADCAP

-Aéroprotec GDM à UZEIN correspond

à un important investissement que vient de réaliser le groupe aux portes de l'aéroport de PAU.

Cette usine entièrement automatisée, vitrine digitale du groupe, est dédiée aux pièces de grandes dimensions en aluminium jusqu'à 9 mètres.

Elle a été conçue pour répondre aux nouvelles normes de procédés respectueux de l'environnement selon la directive européenne REACH.

-AÉROPROTEC SERVICES est la filiale de services qui s'appuie sur l'expertise du groupe pour offrir à ses clients des prestations d'ingénierie, de définition de moyens d'outillages et équipements, de formation et d'assistance technique.

-AÉROTECH TUNIS est spécialisée dans le traitement par conversion chimique et dépôt par voie électrolytique. Le site est qualifié EN 9100 et ISO 9001. C'est un centre de profit autonome du groupe qui répond aux besoins de ses propres clients.

-HERA AERO à Lyon est la filiale de consulting du groupe qui aide et assiste ses clients dans la prise de décision d'investissement, assistance commerciale, essais et tests et de réalisation de prototype.

-AÉROPROTEC CANADA est la récente croissance externe du groupe.

Cette acquisition lui offre un accès au continent nord américain et en particulier au constructeur BOEING. Cette filiale canadienne emploie 150 collaborateurs pour un chiffre d'affaires de 15 M€.

Une stratégie industrielle guidée par d'importants investissements

Intervenant sur un marché marqué par d'importantes mutations technologiques, le groupe AEROPROTEC s'est donné deux objectifs : accéder à une taille critique et élargir le champ de ses compétences techniques.

Ainsi, il vient d'investir 6 M€ entièrement financés par la SEM PAU PYRÉNÉES dans un contrat de location-vente. Ce nouvel outil industriel doit non seulement permettre au Groupe AEROPROTEC de traiter des pièces de grandes dimensions, mais aussi de monter en cadence grâce à des outils numériques de dernière génération et à une ligne de production entièrement automatisée.

Objetif affiché : coller au plus près aux nouvelles exigences de clients comme AIRBUS, SAFRAN, DASSAULT, etc... Grâce à cet investissement il espère dégager 5 M€ de chiffre d'affaires supplémentaires à travers le recrutement

d'une quarantaine de salariés

Une acquisition au Canada pour asseoir un groupe de stature internationale

S'il garde l'œil sur l'activité en France, Thierry HAURE MIRANDE n'en oublie pas moins l'international.

Il vient d'annoncer le rachat du sous-traitant québécois TNM AÉROSPHERE basé à Pointe-Claire près de Montréal pour environ 8 M€.

Cette acquisition de taille équivalente à celle du groupe en France lui permet de doubler de volume et d'atteindre au moins les 25 M€ à brève échéance.

Le choix du rachat de cet homologue canadien tombe sous le sens.

Outre que cette acquisition élargit l'offre de compétences du groupe, elle lui donne aussi les moyens d'accompagner les ambitions d'AIRBUS au Canada et d'accéder plus facilement aux donneurs d'ordres nord américains en tête desquels on pense à BOEING et BOMBARDIER.

En visant un chiffre d'affaires de 35 M€ pour 400 collaborateurs à l'horizon de 2025, le groupe marque sa volonté d'être un partenaire de long terme de l'industrie aéronautique. ■



SMAC

Le spécialiste de l'élastomère aérospatial en forte croissance

LEADER EUROPÉEN SUR LE MARCHÉ DES AMORTISSEURS SPATIAUX EN ÉLASTOMÈRE, ACTEUR INTERNATIONAL MAJEUR DE L'ISOLATION ANTIVIBRATOIRE ET ACOUSTIQUE AÉRONAUTIQUE, SMAC CONFIRME UNE CROISSANCE ANNUELLE DE 20 % ET LANCE DE NOUVEAUX PRODUITS.

Installé à l'est de Toulon sur la commune de La Garde, le varois Smac est spécialisé depuis sa création en 1947 dans la fabrication de pièces en élastomère. Les polymères aux propriétés élastiques (caoutchoucs) développés par les 50 collaborateurs de l'entreprise sont plébiscités sur les marchés aéronautique et spatial, deux secteurs représentant respectivement 40 % et 15 % du chiffre d'affaires 2018 de l'entreprise (6,5 M€). Pour Smac, également impliquée dans les secteurs de la défense, de l'industrie, des sports et loisirs et de la compétition automobile, il s'agit d'une progression de

+20 % par rapport au CA 2017.

Rachetée par des investisseurs français en 1996 alors qu'elle appartenait au groupe Thales, l'entreprise est aujourd'hui une filiale de MontBlanc Technologies. Son savoir-faire reconnu s'exprime au travers de trois thématiques majeures : sa capacité à créer un élastomère sur mesure pour répondre au besoin spécifique d'un client, la réalisation de suspensions et d'amortisseurs, et le développement de matériaux réduisant les vibrations et le niveau de bruit perçus dans les cabines d'avion. « Sur la base d'un cahier des charges, nous sommes, par exemple, capables de développer un équipement qui réduit les chocs subis par une centrale de navigation de missile. Nous concevons aussi des suspensions protégeant les capteurs de satellites lors de leur lancement par une fusée (protection antivibratoire) ou lors des phases de séparation des étages d'un lanceur (protection antichoc) », explique Philippe Robert, directeur général de Smac. Leader européen sur ce secteur, l'entreprise, dont 250 pièces partent dans l'espace à chaque décollage d'Ariane 5, a été sélectionnée pour équiper Ariane 6. Ses suspensions protégeront l'électronique de vol et le système de guidage de la fusée. Smac a également conçu les suspensions du sismomètre développé par le Cnes pour la sonde spa-



Presse semi-automatique de moulage.

SMAC CHIFFRES CLÉS

250

Le nombre de pièces en élastomère présentes dans Ariane 5 à chaque décollage.

20

La progression en pourcentage du CA entre 2017 et 2018 (6,5 M€).

18

Le nombre actuel de presses composant le parc de Smac.

tiale InSight de la Nasa, sonde qui étudie en ce moment la structure interne de la planète Mars.

FABRICATION ADDITIVE ET NOUVEAUTÉS.

Parallèlement, Smac travaille avec différents avionneurs majeurs tels Airbus, Boeing, Dassault Aviation, Embraer, Comac ou encore Antonov. L'entreprise a développé Smacsonic, un matériau amortissant les vibrations

causées par l'écoulement de l'air sur les fuselages. Le niveau de bruit s'en trouve diminué au profit du confort des passagers. « Lorsque l'entreprise a été rachetée, en 1996, nous avons décidé d'une montée en compétences qui s'est traduite par la création d'un pôle recherche et développement. Nous avons conservé notre capacité à formuler nous-mêmes nos élastomères pour répondre aux demandes spécifiques de nos clients.

Suspension aéronautique destinée à de l'électronique embarquée.



Nous disposons aussi de moyens d'essai et de vérification permettant de livrer des produits conformes à leur cahier des charges », détaille Philippe Robert. Sur 2 500 m² couverts,

Smac dispose d'un parc de 18 presses à compression et à injection, bientôt complété par une presse de précision accompagnant le développement de l'activité aéronautique. Pour

chaque nouvelle pièce à réaliser, une presse reçoit un moule métallique spécifique dans lequel le caoutchouc est injecté pour vulcanisation (chauffé à 120 °C au minimum pour donner ses

propriétés élastiques à l'élastomère). L'entreprise est équipée de deux machines d'impression 3D permettant de réaliser des prototypes de moules métalliques. « La fabrication additive ouvre la voie à l'élaboration d'outillages en 48 heures, alors que 4 à 6 semaines sont nécessaires aujourd'hui. » Grâce à son activité de R&D, Smac a développé des formulations innovantes renforçant la durabilité et la stabilité des élastomères. Elle profite du Salon du Bourget pour présenter deux nouveaux produits : une version light de son isolant SmacSonic deux fois plus légère que l'original, et SmacTool, une bache en silicone réutilisable destinée au moulage de pièces en composite en autoclave. Conformément à sa volonté de s'internationaliser davantage, Smac vient aussi de remporter un contrat avec un acteur américain majeur du secteur spatial.

■ A Lyon, Jean-Philippe Laurent

ANTAVIA
AMETEK® MRO
AERONAUTICAL
EQUIPMENT
MAINTENANCE

Since 1989, Antavia has delivered high performance repair and overhaul services to a growing range of operators based worldwide.



CABIN

LANDING GEAR

WHEELS
& BRAKES

MECHANICAL

REWINDING



Contact

sales.antavia@ametek.com
+33 563 027 623 / +33 670 370 583

RÉGION BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

Avions Mauboussin veut hybrider l'aviation générale

INNOVANT, LE FUTUR AVION BIPLACE M1H ALÉRION DU FRANÇAIS AVIONS MAUBOUSSIN DOIT ÊTRE PROPULSÉ PAR UNE MOTORISATION HYBRIDE, INSTALLÉE AU SEIN D'UNE CELLULE EN COMPOSITES NATURELS. PREMIER VOL PRÉVU EN 2022.

Depuis 2016, la société Avions Mauboussin développe à Belfort (Bourgogne - Franche-Comté) le M1h Alérion, un biplace en tandem à motorisation hybride doté d'une cellule en composites naturels. David Gallezot est le fondateur et directeur technique de cette société ressuscitant un passé glorieux, celui des avions conçus dès les années 1930 par Pierre Mauboussin. D'abord impliqué dans le développement de la célèbre joaillerie de la place Vendôme fondée par son père, l'homme se consacre ensuite à l'aéronautique. « Pierre Mauboussin est à l'origine de divers avions de raid, de tourisme... En partenariat avec Robert Castello, on lui doit la lignée des planeurs CM, dont le Sylphe, premier planeur motorisé à l'aide d'un réacteur Turbomeca. En 1951, ils ont aussi dessiné un avion-école à réaction emblématique, le Fouga CM-170 Magister. Pour rendre ses avions performants, Mauboussin misait sur une cellule à l'aérodynamique soignée, associée à une motorisation modeste », explique David Gallezot. Cet ingénieur passé par Polytechnique et Supaero, pilote privé, s'inscrit dans une philosophie similaire avec son M1h Alérion.

La renaissance des Avions Mauboussin s'est opérée en 2011. Après une douzaine d'années passée chez Thales à concevoir

seront employées pour réaliser les parties complexes (carénage, capots, winglets) et associées à des colles et vernis sans solvant ou basés sur des composants d'origine naturelle.

nologies automobiles, nous veillons aux évolutions du secteur aéronautique et à l'arrivée de solutions hybrides certifiées », analyse David Gallezot.



L'Alérion M1h, l'appareil de la renaissance pour la société Avions Mauboussin. Notez la configuration biplace en tandem avec poste arrière surélevé pour améliorer la visibilité.

des suites avioniques et des tableaux de bord, après une année 2010 passée au sein de Sky Aircraft en tant que responsable certification du programme Skylander, David Gallezot dépose à nouveau la marque Avions Mauboussin, tombée dans le domaine public. Spécialiste certification, il est épaulé par Éric Dargelos, directeur général des Avions Mauboussin, deux consultants (structure et aérodynamique) et quatre stagiaires travaillant sur la structure du M1h, son aérodynamique, sa propulsion hybride et les opérations aériennes. Des étudiants et professeurs chercheurs de l'université technologique de Belfort-Montbéliard travaillent aussi sur la propulsion hybride et les techniques de fabrication de la cellule en composites naturels de l'avion qui sera composée d'une structure en bois. Les fibres de lin et de chanvre

PERFORMANCES ET INNOVATION.

Le M1h Alérion doit être certifié CS-23 par l'Aesa. Sa mise sur le marché, prévue en 2024, succédera à un premier vol, planifié en 2022. Les performances attendues font état de 3 heures d'autonomie, 600 km de distance franchissable et 250 km/h de vitesse de croisière maximale. Trois démonstrateurs technologiques présentant les innovations de l'Alérion sont en préparation. Ils portent sur l'avionique, qui inclut un affichage tête haute (HUD), des écrans tactiles et des commandes latérales Hotas, sur la structure – une voilure en bois et composites naturels subira des essais statiques – et sur la propulsion hybride rechargeable. « Quand nous avons lancé le programme, aucune solution hybride aéronautique n'existait. Les choses changent. En parallèle de nos travaux basés sur des tech-

La motorisation thermique-électrique du M1h doit offrir une puissance de 80 kW (environ 110 hp). Le décollage s'opérera en mode électrique pour diminuer l'empreinte sonore de l'avion ou à l'aide du moteur thermique, si les batteries sont déchargées. En croisière, le moteur thermique maximisera le rayon d'action. Il pourra aussi recharger les batteries en vol. A terme, une gamme incluant un biplace de vol électrique, un avion de voyage hybride et un drone de surveillance hybride est prévue. Soutenu par la région Bourgogne-Franche-Comté et BPI France, l'avionneur étudie aussi une propulsion hydrogène avec plusieurs acteurs de cette filière fortement développée au niveau régional. Les réunions techniques propres à la certification de l'Alérion doivent débuter avec l'Aesa au lendemain du Salon du Bourget. ■ A Lyon, Jean-Philippe Laurent



- + Multi-techniques
- + Go/No Go
- + Gain de temps
- + Traçabilité

CHOISISSEZ NOS PRODUITS AÉROSPÉCIFIQUES POUR
BOOSTER VOS INSPECTIONS !

TESTIA
AN AIRBUS COMPANY

www.testia.com
Invisible Testing. Visible Innovation.

CROISSANCE EXTERNE

SOCOMORE EMBARQUE SUR LE LEAP



Vers les 130 M€ de chiffre d'affaires.

LE GROUPE SOCOMORE POURSUIT SA MOISSON D'ACQUISITIONS AVEC L'INTÉGRATION DE L'ACTIVITÉ AÉRONAUTIQUE DU GROUPE MÄDER. CETTE DERNIÈRE LUI OUVRE TOUTES GRANDES LES PORTES DU PROGRAMME LEAP.

Le groupe breton Socomore n'en finit plus de multiplier les opérations de croissance externe. La dernière en date, annoncée fin avril 2019, l'a conduit à acquérir l'activité aéronautique du groupe Mäder. Plus précisément, et pour ce qui constitue une activité générant un chiffre d'affaires proche de 10 M€ par an, Socomore a acheté 100 % de la société Mäder Aero, qui développe et commercialise des coatings (revêtements) aéronautiques. Les salariés de Mäder Aero restent basés à Méry-sur-Oise (Val-d'Oise) pour la partie R&D, marketing et commercial, et sur

le site industriel Mäder de L'Aigle (Orne) pour l'administration des ventes, l'industrialisation et le contrôle qualité.

LEAP.

Commentant cette acquisition qui fait de Mäder Aero la vingt et unième filiale du groupe Socomore, Frédéric Lescure, son président, indique, « qu'il s'agit, tout d'abord, de la plus grosse opération de croissance externe que nous ayons réalisée à ce jour ». Avant d'ajouter que « nous avons acquis, par ailleurs, des briques technologiques, ainsi que des ressources en R&D qui nous permettent de faire tourner nos usines.

Surtout, nous adressons les besoins de nos donneurs d'ordre, qui souhaitent avoir des solutions de double source industrielles au plus près de leurs implantations ».

Après avoir déjà raffermi ses positions dans les revêtements spéciaux pour l'aéronautique grâce à l'acquisition des gammes de revêtements fonctionnalisés Aero-glaze/Chemglaze de l'américain Lord Corporation à l'été 2016, le groupe Socomore prend donc, ainsi, une nouvelle dimension en embarquant sur le programme Leap. Pour ce dernier qui complète ses interventions existantes sur le Pratt & Whitney GTF, il fournit dorénavant également les revêtements anti-érosion de ce moteur. Mais pas seulement, puisque l'apport de Mäder Aero lui permet, enfin, d'assurer l'intégration de toutes les solutions de maintenance conduites sur le CFM56.

NOUVELLES OPÉRATIONS.

Le groupe Socomore n'en a pas terminé pour autant avec les opérations de croissance externe. Bien au contraire même, puisque Frédéric Lescure confirme « travailler actuellement sur une vingtaine de dossiers ». Poursuivant son propos, le dirigeant explique « rechercher des briques technologiques à forte valeur ajoutée pour nos clients, les cibles étant situées en Amérique du Nord et en Europe. Nous souhaitons, par ailleurs, apporter la consolidation technologique que réclament les grands donneurs d'ordre. Nous voulons, enfin, nous renforcer en Asie et en Amérique du Nord. Des annonces de nouvelles acquisitions pourraient, ainsi, être dévoilées au cours du Salon du Bourget 2019 ».

Ces annonces sont d'autant plus probables que Socomore continue de capitaliser sur les moyens que lui a apportés sa quatrième opération de capital-développement réalisée à l'été 2018. Elle a porté sur 53,5 M€ répartis entre CM-CIC Investissement (20 M€), Raise (20 M€), ACE Management via Areofund III (10 M€) et Bpifrance (3,5 M€).

Tous les développements à venir devraient amener le groupe Socomore sur une trajectoire de 130 M€ de chiffre d'affaires à l'horizon 2024.

DEUX NOUVELLES USINES.

En attendant, et tout en veillant scrupuleusement à rester sur des marchés de niches comme les revêtements spéciaux, Socomore poursuit le renforcement de son outil de production. C'est ainsi qu'au vaisseau amiral de Vannes, spécialisé dans la préparation des

surfaces, a été adjointe une nouvelle usine implantée à une trentaine de kilomètres de FORTH WORTH (États-Unis). C'est cette unité de Rhone qui réalisera les principaux produits fabriqués pour les besoins des moteurs de nouvelles géné-

rations (Leap, PW1000G...). Elle deviendra pleinement opérationnelle au début de l'année 2020, à l'issue d'un investissement de 10 M\$. En co-investissement, cette fois-ci, avec Aerochemicals, alliance

mondiale de PME créée par Socomeo en 2002, le groupe transfère son activité industrielle en Asie, dans une nouvelle usine située à trois heures de Shanghai (Chine). Certifiée depuis le début de l'année 2019, elle est spécia-

lisée dans les découpes et les nettoyants. « Elle nous permet d'avoir un site totalement aux normes les plus draconiennes pour ce type de production », conclut Frédéric Lescure.

■ A Nantes, Olivier Constant

COMMANDES MÉCANIQUES FLEXIBLES

Triumph Controls France fournira des systèmes complets

EN RÉPONSE AUX BESOINS DES DONNEURS D'ORDRES, LA FILIALE DU GROUPE AMÉRICAIN TRIUMPH SE PRÉPARE À RÉALISER DES SYSTÈMES DE TRANSMISSION COMPLETS ENTRE LA MAIN DU PILOTE ET LES ORGANES DE MANŒUVRES

Six ans après son implantation dans une usine toute neuve à Villeneuve-Roi (Val-de-Marne), Triumph Controls France s'apprête à connaître une nouvelle évolution significative de ses activités.

ACCOMPAGNER LES DONNEURS D'ORDRE.

Spécialisée dans la conception, l'industrialisation et la fabrication de commandes mécaniques flexibles, la société entend répondre aux demandes des donneurs d'ordres qui souhaitent étendre le périmètre des fournitures à des systèmes complets. Elle va, en conséquence, se conformer à ces attentes en fournissant des systèmes de transmission intégrés entre la main du pilote et les organes de manœuvres.

Commentant cette ambition, Guillaume Pichery, président de Triumph Controls France, explique que « c'est en cours. Nous allons la concrétiser d'ici un à trois ans en nous appuyant à la fois sur les autres sociétés du groupe œuvrant dans l'entité Integrated Systems [Triumph Actuation Systems au Royaume-Uni et Triumph Geared and Mechanical Solutions aux États-Unis. NDLR] et sur des partenariats ciblés avec d'autres entreprises françaises du domaine aéronautique. Un premier accord de partenariat a, ainsi, été conclu avec la société NSE, basée à Riom, pour travailler ensemble sur les manches de pilotage et leurs interfaces ». Car au-delà de ces derniers équipements et ceux des com-

mandes mécaniques flexibles que Triumph Controls France fournit déjà, l'ensemble de la chaîne de commandes intègre également des bielles ainsi que des actionneurs électromécaniques ou hydrauliques.

Conséquemment, la société, qui réalise 80 % de son activité dans le secteur aéronautique répartie à parts égales entre les avions commerciaux et d'affaires et les hélicoptères, devrait porter son chiffre d'affaires à 15 M€ d'ici 5 ans. En 2018, celui-ci s'est établi à 13 M€, la part réalisée à l'export étant de 52 %.



MONTÉE DES CADENCES.

En attendant, la société va devoir faire face à la montée des cadences. Elle est, en effet, présente sur deux programmes majeurs d'Airbus, à savoir l'A320 dans ses versions ceo et neo et l'A350. Pour le premier, elle livre des mécanismes de portes/toboggans et, pour le second, des commandes d'ouverture de trappes au sol. C'est d'ailleurs l'A350 qui va largement compenser l'arrêt de production des systèmes d'ouverture de trappes de maintenance de nacelles moteurs équipant l'A380.

L'entreprise fournit aussi des applications critiques telle que le « Free Fall » de trains d'atterrissage du Dassault Falcon 7X et 8X. Cette spécificité sur les commandes secours ou auxiliaires, Triumph Controls France voudrait bien l'appliquer à de nouveaux programmes comme l'Airbus A220 et les Embraer

E-Jets de nouvelle génération. « C'est un axe de croissance », ajoute le dirigeant avant d'évoquer les nombreux développements autour des hélicoptères. « Au-delà de la fourniture des commandes de vol pour les programmes tels que le H145 d'Airbus Helicopters ou encore le Leonardo AW169, nous nous développons aussi beaucoup à l'export. Pour le Kazan Ansat russe, nous réalisons les commandes de rotor principal et arrière. Nous sommes, par ailleurs, en cours de définition technique sur les commandes de vol de l'hélicoptère léger russe VRT 500 et du programme suisse Kopter SH-09 ».

La société a également réussi à se positionner sur les programmes indiens d'hélicoptères légers LUH et de combat LCH. Elle fabriquera, à cette fin, les commandes de réglage du pas du rotor de queue.

EQUIPEMENTS À FORTE VALEUR AJOUTÉE.

En lien direct avec la future fourniture de systèmes de transmission complets, Triumph Controls France va également connaître une évolution profonde de son organisation de production. Au-delà de la mise en place d'un premier îlot de production dédié aux équipements de l'A320 (opérationnel en septembre 2019), la société s'apprête, en effet, à amplifier l'externalisation de l'usinage et de la réalisation de petits sous-ensembles auprès de sociétés implantées en France et en Europe. « Cette externalisation déjà mise en œuvre depuis 2016 auprès de sociétés implantées en Auvergne-Rhône-Alpes et Occitanie fait partie de notre stratégie de faire monter en compétence nos équipes actuelles [65 personnes. NDLR] sur des équipements à forte valeur ajoutée. Nous allons donc conclure, à cette fin, des partenariats à long terme avec nos fournisseurs », conclut Guillaume Pichery.

■ Olivier Constant

MASQUES DE PILOTES

ULMER AÉRONAUTIQUE AJOUTE DES CASQUES À SON OFFRE



sommes donc en mesure, à présent, de réaliser un ensemble de tête complet masque + casque. Les casques existent en trois versions : hélicoptère transport de base, hélicoptère transport avec protection balistique amovible et aviation de chasse », explique Richard François, président du groupe Ulmer Aéronautique.

UN CASQUE INNOVANT.

Contrairement aux autres casques aéronautiques, celui de cinquième génération produit en Italie et en Suisse présente plusieurs innovations majeures. Déjà adopté par cinq armées de l'Air étrangères, il est tout d'abord plus léger de 200 grammes par rapport à ses concurrents. Il offre par ailleurs trois tailles de coques et pour chaque coque six habillages intérieurs de manière à couvrir des tours de tête allant de 53 à 65 cm. Au-delà de sa tenue à la tête présentée par le groupe comme « exceptionnelle », même en cas d'utilisation de jumelles de vision nocturne, le casque dispose en outre d'un système de réduction passive de bruit breveté. Selon les configurations, il apporte ainsi entre 20 et 45 décibels de réduction de bruit ambiant. Il est doté, enfin, d'un boîtier CPU breveté qui permet, sans outillage, de changer tous les éléments acoustiques du casque.

Ce casque devrait avoir un impact notable sur la répartition des activités du groupe à brève échéance. « Il va nous permettre en effet de couvrir à la fois l'intégralité des besoins d'équipement des avions militaires, mais aussi ceux du marché civil des héli-

À LA FAVEUR DE L'INTÉGRATION DE LA SOCIÉTÉ ITALO-SUISSE LD HELMET, LE GROUPE ULMER AÉRONAUTIQUE RÉALISE DÉSORMAIS UN ENSEMBLE DE TÊTE COMPLET. CETTE NOUVELLE COMPÉTENCE LUI OUVRE PLUS LARGEMENT LE MARCHÉ DE L'AVIATION CIVILE.

Depuis la reprise de l'entreprise en 2011, l'ancien pilote de chasse Richard François n'a pas perdu de temps pour développer Ulmer Aéronautique. Le chiffre d'affaires de cette société créée en 1934 à Villetteraine (Seine-Saint-Denis) a en effet été multiplié par 2,5 entre 2011 et 2018.

Cette croissance va notamment s'amplifier au cours des prochaines années. Le plan stratégique de ce spécialiste des équipements d'oxygénation pour pilotes d'avions et d'hélicoptères et pour les forces spéciales prévoit en effet de porter son chiffre d'affaires à 50 M€ avec un effectif de 80 personnes à horizon de cinq ans.

CROISSANCE EXTERNE.

Cette envolée des activités de la société, qui se présente comme le leader européen dans son domaine, est directement liée à l'opération de croissance externe réalisée en 2018. Elle a concerné la société LD Helmet implantée en Toscane et dans le canton de Vaud. « Par le biais de cette opération qui a transformé Ulmer Aéronautique en groupe, nous avons acquis la technologie nous permettant de proposer un casque aéronautique innovant de cinquième génération. Nous

VENEZ RENCONTRER L'ÉCOLE D'INGÉNIEURS 100% DÉDIÉE À L'AÉRONAUTIQUE & AU SPATIAL AU SALON DU BOURGET

ÉCOLE HABILITÉE À DÉLIVRER LE TITRE D'INGÉNIEUR. ÉCOLE RECONNUE PAR L'ÉTAT



DEUX FORMATIONS

- UN CYCLE BACHELOR EN 3 ANS
- UN CYCLE INGÉNIEUR EN 5 ANS

**CHOISISSEZ L'ÉCOLE QUI VOUS RESSEMBLE...
L'ÉCOLE DES PASSIONNÉS !**

Établissement privé d'enseignement supérieur. Cette école est membre de l'IGEN.

INSTITUT POLYTECHNIQUE DES SCIENCES AVANCÉES

CONTACTEZ-NOUS : ENTREPRISE@IPSA.FR

WWW.IPSA.FR

coptères. Notre bureau d'études a par ailleurs été qualifié en suivi de navigabilité FRA 21Z et notre outil de production devrait l'être à son tour à l'été 2019. Cette reconnaissance de la part de la DGA nous amène donc une très nette amélioration en termes de suivi de qualité de conception et de production et doit nous ouvrir, parallèlement, le marché des avions civils. De fait, la part de chiffre d'affaires que nous réalisons dans le secteur civil devrait plus que tripler et passer à 50 % d'ici trois ans », ajoute le dirigeant.

RENFORCEMENT À L'EXPORT.

Afin d'accompagner cette croissance, et au-delà des 1,5 M€ déjà investis au cours des deux dernières années, les investissements vont se poursuivre. Ils devraient porter sur 1,5 M€, ce montant intégrant la mise en place d'une nouvelle usine. Un bureau commercial va par ailleurs ouvrir en Suisse cette année. Intégrant un showroom, il constituera une tête de pont pour développer les ventes à l'export, et en particulier en Asie du Sud-Est et dans les pays du Golfe.

Les actions commerciales lancées à l'export (environ 40 % du chiffre d'affaires actuellement) continuent d'ailleurs à produire tous leurs effets. Ainsi, le groupe a remporté quatre contrats de fourniture d'équipements pour des forces spéciales étrangères en 2018-2019. Leurs livraisons se poursuivront jusqu'en 2020 et comprendront des masques, les systèmes de régulation individuelle des parachutistes et les consoles collectives restant dans les avions de transport.

Toujours l'année prochaine, le groupe livrera les premiers masques transport UA 21S destinés à l'armée de l'Air. Dérivés des masques équipant déjà les avions de chasse français, les UA 21S remplaceront les masques déjà en place dans les avions de transport et équiperont, en première monte, les Airbus A400M.

■ Olivier Constant

CAPTEURS ET SYSTÈMES DE MESURE

MESUREX VEUT PASSER AUX ENSEMBLES COMPLETS



LA SOCIÉTÉ FRANCILIENNE TRAVAILLE À LA MISE EN ŒUVRE DES MESURES LUI PERMETTANT DE PASSER DU SOUS-ENSEMBLE À L'ENSEMBLE COMPLET AU COURS DES PROCHAINES ANNÉES. CETTE AMBITION PASSERA PAR LA CONCRÉTISATION DE PARTENARIATS, VOIRE PAR LA RÉALISATION D'OPÉRATIONS DE CROISSANCE EXTERNE.

Quarante-sept ans après sa création à Saint-Arnould-en-Yvelines, Mesurex entend franchir un nouveau palier dans le développement de ses activités. Celui qui lui permettra de réaliser des ensembles complets, en réponse à la demande des donneurs d'ordre de limiter le nombre de leurs fournisseurs.

EXTENSION DU SAVOIR-FAIRE.

Assurant la conception et la fabrication de capteurs et de sys-

tèmes de mesure grâce à un effectif de 30 personnes, l'entreprise est actuellement en discussion « pour finaliser des partenariats qui nous permettraient d'assurer des investissements plus durables et des programmes à plus long terme », explique Jean-Bernard Roggeman, président-directeur général de Mesurex, avant d'ajouter : « Nous avons également plusieurs projets en cours de croissance externe, lesquels s'inscriraient en complément des partenariats précités. Nous souhaitons en effet acquérir des

compétences supplémentaires dans les domaines de l'électronique et de l'informatique. Nous pourrions ainsi intégrer davantage d'informations dans des modules plus complexes à destination du client final. Nous serions de fait en mesure de proposer des ensembles complets intégrant les capteurs et la gestion de la surveillance des données de toute une partie d'un aéronef ou d'un missile. »

Cette extension du savoir-faire de l'entreprise pourra la conduire à porter son chiffre d'affaires à 5 M€ d'ici cinq ans, son effectif étant, dans le même temps, porté à une cinquantaine de personnes.

TAILLE CRITIQUE.

En attendant, la société capitalise sur le programme Airbus A350, pour lequel elle fabrique plusieurs capteurs implantés, notamment, dans les réseaux de refroidissement et la surveillance des moteurs. Ce programme sur lequel elle est présente depuis l'origine illustre les capacités de l'entreprise à fournir non seulement des capteurs et des systèmes de mesure pour les essais au sol et en vol des nouveaux appareils, mais aussi pour ceux équipant les appareils de série. C'est donc cette continuité de programme durant toute la durée de vie d'un aéronef que la société recherche à présent. Sa nouvelle taille critique à venir pourrait constituer un atout sur ce point à l'avenir.

Mesurex compte aussi sur la diversification pour multiplier ses activités au cours des prochaines années. Elle amplifie donc ses réalisations pour le secteur de la défense (missiles, par exemple) et pour celui des drones.

Elle est également présente dans le spatial au travers de capteurs implantés dans les boîtiers électroniques équipant les satellites. Pour ce dernier secteur tout comme pour ceux de l'aéronautique civile et militaire, la société tire la quintessence des efforts déployés par son bureau R&D ces dernières années à la fois pour alléger les capteurs, les miniaturiser et améliorer leurs temps de réponse de manière drastique. Ainsi l'acier inox qui composait auparavant les capteurs a fait place à des matériaux composites à base de plastique ou de carbone.

Les efforts d'innovation se poursuivent aujourd'hui pour répondre, par exemple, aux besoins d'un programme de drone militaire à très haute altitude. « Nous développons actuellement un capteur capable d'assurer tout à la fois des mesures d'humidité, de température et de pression différentielle. Il a déjà volé sous forme de prototype. Cela pourrait nous conduire à obtenir une commande pour le développement d'un programme », explique Frédéric Truchot, directeur commercial de Mesurex.

RETOMBÉES AUTOUR D'ITAR.

En marge de la poursuite de ses investissements devant la conduire à ajouter des machines de radiographie de soudures en complément des nouveaux équipements de fours de traitement et de validation et de bancs de test, de vibration et de force, la société pourrait compléter ses certifications à l'avenir en ajoutant la Nadcap. Elle pourrait lui ouvrir de nouveaux débouchés.

D'ici là, et forte de son savoir-faire sur des capteurs spéciaux et très sophistiqués, Mesurex semble bien positionnée pour répondre aux difficultés découlant de l'application de la réglementation américaine Itar. La fabrication de capteurs dans ce secteur représente déjà 10 % du chiffre d'affaires de la société (3 M€ en 2018) et pourrait doubler à l'avenir.

■ Olivier Constant

SYSTÈMES D'IMAGERIE

Cose s'ouvre au marché civil

COSE DÉVELOPPE DES INNOVATIONS QUI DEVRAIENT RENFORCER SON IMPLANTATION DANS LA DÉFENSE ET LUI OUVRIER LES PORTES DU MARCHÉ CIVIL. DES PERSPECTIVES DE VENTE DE SON STABILISATEUR DE TIR STRIKE À L'EXPORT POURRAIENT SE CONCRÉTISER CETTE ANNÉE.



En dépit de sa taille encore modeste, Cose commence à jouer dans la cour des grands. Spécialisée dans la conception, l'intégration et la qualification de systèmes d'imagerie cartographique et de renseignement d'origine image, la société francilienne profite du précieux soutien de la DGA pour accéder aux marchés export. Ce support étatique est d'autant plus important que Cose réalise actuellement majoritairement son chiffre d'affaires dans le secteur de la défense.

DES INNOVATIONS À HAUTE VALEUR D'USAGE.

Dès 2004, l'armée de Terre déploie le premier système d'imagerie Sinathra. Adopté en 2015, ce système équipe aujourd'hui les Adantique 2 de l'Aéronavale, les Cougar et Puma de l'Alat. Deux ans plus tard, elle équipe les Gazelle de l'Alat avec le système Strike. Cet affût stabilisé pour tir de précision depuis un hélicoptère s'ouvre à présent aux hélicoptères de manœuvre des armées françaises et étrangers tels que les H225-725 et NH90. « Aux attentes de nos clients en matière de pérennité des systèmes, nous répondons par

des programmes de développement, suivi, MCO et modernisation de systèmes d'origine Cose ou autres. Le dernier concerne un pod multifonction dédié à la cartographie et au renseignement. Ce pod nommé Xplorer intégrera le futur système Cameleon et nos imageurs Sinathra de la génération actuelle. Un calculateur embarqué de grande puissance disposera de logiciels de traitement d'images avancés et d'intelligence artificielle pour fusionner des données de multiples capteurs et créer automatiquement du renseignement », explique Hervé Guiot, directeur technique de Cose.

Le pod Xplorer est intégré au drone tactique de Safran dans le cadre du Cluster Patroller qui rassemble les entreprises françaises sous-traitantes et partenaires de Safran pour ce programme. Ce pod, pour lequel des versions destinées à des hélicoptères et à des avions de renseignement seront dérivées, fera son premier vol fin 2019 et deviendra opérationnel vers 2021-2022.

Le système d'imagerie Cameleon a pour principaux atouts de multiplier la résolution d'un facteur 4, d'offrir un géoréférencement de

précision métrique et de désaturer les liaisons de données grâce aux traitements avancés embarqués qui réduisent la quantité de données à transmettre. « Cameleon agrandira le spectre du marché que nous couvrons. Il va en effet nous permettre de répondre aux appétits des géants du Net et du secteur civil par une réduction drastique de la masse et de l'encombrement qui autorisera leur installation à bord de petits avions et de drones comme le Patroller », explique Hervé Guiot. Et d'ajouter : « Les solutions que nous offrons avec Sinathra et Cameleon permettent à nos clients d'accéder à des capacités satellitaires sans en avoir le coût tout en offrant une réactivité très supérieure au satellite. Nous parlons, sur ce dernier point, de temps réel. »

DOUBLEMENT DU CHIFFRE D'AFFAIRES À MINIMA.

Ces perspectives pourraient entraîner un doublement du chiffre d'affaires d'ici cinq ans, et ce en ne tenant compte, pour l'heure, que des seules activités liées à la défense. Au-delà d'une extension en cours des locaux, la société prévoit aussi de porter ses effectifs à 30-40 personnes à cet horizon. Les profils recherchés : ingénieurs et techniciens issus de grandes écoles et DUT. En attendant, la société s'appuie à livrer une nouvelle version des affûts Strike à l'Alat. « Ils permettront au tireur d'élite muni d'un fusil de précision de calibre 12,7 mm de tirer avec une précision accrue tout en augmentant la distance de sécurité à l'objectif et en réduisant encore les dommages collatéraux. Surtout, et pour ce qui constituera une première, cette nouvelle version autorisera des tirs fichtifs de précision. Nous travaillons sur les premières commandes pour l'export courant 2019 », conclut Hervé Guiot.

■ Olivier Constant

AIR COSMOS
histoire



En vente en kiosques



2^E PARTIE

LES PROTOTYPES

[illegible]

Modelo 10 e 11 - Os dados são apresentados no Anexo 10 e 11.

1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 26

SCHEMAS TECHNIQUES

LA VOILURE DU MYSTÈRE IV EST DOTÉE D'UN PROFIL BICOVEXE, D'UNE FLÈCHE PLUS FORTE ET PLUS MINCE QUE SES PRÉDÉCESSEURS



1. *Ammonia nigropunctata* (L.)
2. *Crucianella* (L.)
3. *Tetrahymena* (L.)
4. *Ammonia* (L.)
5. *Vibrio parvulus* (L.)
6. *Vibrio* (L.)
7. *Utricle* (L.)
8. *Utricle* (L.)
9. *Utricle* (L.)
10. *Utricle* (L.)
11. *Utricle* (L.)
12. *Utricle* (L.)
13. *Utricle* (L.)
14. *Utricle* (L.)
15. *Utricle* (L.)
16. *Utricle* (L.)
17. *Utricle* (L.)
18. *Utricle* (L.)
19. *Utricle* (L.)
20. *Utricle* (L.)
21. *Utricle* (L.)
22. *Utricle* (L.)
23. *Utricle* (L.)
24. *Utricle* (L.)
25. *Utricle* (L.)
26. *Utricle* (L.)
27. *Utricle* (L.)
28. *Utricle* (L.)
29. *Utricle* (L.)
30. *Utricle* (L.)
31. *Utricle* (L.)
32. *Utricle* (L.)
33. *Utricle* (L.)
34. *Utricle* (L.)
35. *Utricle* (L.)
36. *Utricle* (L.)
37. *Utricle* (L.)
38. *Utricle* (L.)
39. *Utricle* (L.)
40. *Utricle* (L.)
41. *Utricle* (L.)
42. *Utricle* (L.)
43. *Utricle* (L.)
44. *Utricle* (L.)
45. *Utricle* (L.)
46. *Utricle* (L.)
47. *Utricle* (L.)
48. *Utricle* (L.)
49. *Utricle* (L.)
50. *Utricle* (L.)
51. *Utricle* (L.)
52. *Utricle* (L.)
53. *Utricle* (L.)
54. *Utricle* (L.)
55. *Utricle* (L.)
56. *Utricle* (L.)
57. *Utricle* (L.)
58. *Utricle* (L.)
59. *Utricle* (L.)
60. *Utricle* (L.)
61. *Utricle* (L.)
62. *Utricle* (L.)
63. *Utricle* (L.)
64. *Utricle* (L.)
65. *Utricle* (L.)
66. *Utricle* (L.)
67. *Utricle* (L.)
68. *Utricle* (L.)
69. *Utricle* (L.)
70. *Utricle* (L.)
71. *Utricle* (L.)
72. *Utricle* (L.)
73. *Utricle* (L.)
74. *Utricle* (L.)
75. *Utricle* (L.)
76. *Utricle* (L.)
77. *Utricle* (L.)
78. *Utricle* (L.)
79. *Utricle* (L.)
80. *Utricle* (L.)
81. *Utricle* (L.)
82. *Utricle* (L.)
83. *Utricle* (L.)
84. *Utricle* (L.)
85. *Utricle* (L.)
86. *Utricle* (L.)
87. *Utricle* (L.)
88. *Utricle* (L.)
89. *Utricle* (L.)
90. *Utricle* (L.)
91. *Utricle* (L.)
92. *Utricle* (L.)
93. *Utricle* (L.)
94. *Utricle* (L.)
95. *Utricle* (L.)
96. *Utricle* (L.)
97. *Utricle* (L.)
98. *Utricle* (L.)
99. *Utricle* (L.)
100. *Utricle* (L.)

- 12. *Spencer's new & revised*
- 13. *Spencer's new & revised*
- 14. *Spencer's new & revised*
- 15. *Spencer's new & revised*
- 16. *Spencer's new & revised*
- 17. *Spencer's new & revised*
- 18. *Spencer's new & revised*
- 19. *Spencer's new & revised*
- 20. *Spencer's new & revised*

25	Common
26	Water d'...
27	Common
28	Water d'...
29	Water d'...

(Faint handwritten notes at the bottom of the page)

26 29



Mystère IV
Vers Mach 1

28 juin 1954, le premier
théâtre de A. roms symbolique
à l'automne de l'été à

[illegible]

1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 26

Mystère IV
Vers Mach 1



AVIATION



Air&jobs

4 étapes **simples** pour recruter



Inscrivez-vous

Consultez les profils

Choisissez

Embauchez !

Retrouvez-nous au salon du Bourget

Hall 2B stand DE29



53rd INTERNATIONAL
PARIS AIR SHOW
LE BOURGET
JUNE 17-23, 2019

53^e SALON INTERNATIONAL
DE L'AÉRONAUTIQUE & DE L'ESPACE
PARIS • LE BOURGET
17-23, JUIN 2019

Ou rendez-vous sur airnjobs.com

12 000 m² d'expositions - 8 000 professionnels

Conférences - Experts - Rendez-vous d'affaires

Devenez exposant !

marie-laure.bonnet@exponantes.com

**iNDUSTRIE
GRAND
OUEST**

Vos partenaires
pour vos solutions
de demain



CHAMBRE DE COMMERCE
ET D'INDUSTRIE

Nantes
Métropole

**28 > 30
janvier 2020**
PARC DES EXPOSITIONS
NANTES

www.industrie-nantes.com



EXPONANTES

Route de Saint-Joseph de Porterie
44300 Nantes
Tél. 02 40 52 08 11
Fax 02 40 93 80 50
www.exponantes.com
exponantes@exponantes.com

Nos partenaires médias :

AIR&COSMOS

api
Stratégie
Pays de la Loire

IT
INDUSTRIE
&
TECHNOLOGIES

fusions
MAGAZINE DE L'ENTREPRENEUR

**Le Journal des
Entreprises**

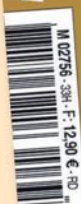
**L'USINE
NOUVELLE**

GUIDE 2019

AIR&COSMOS

Hors-série - N° 33 - 12,90 €

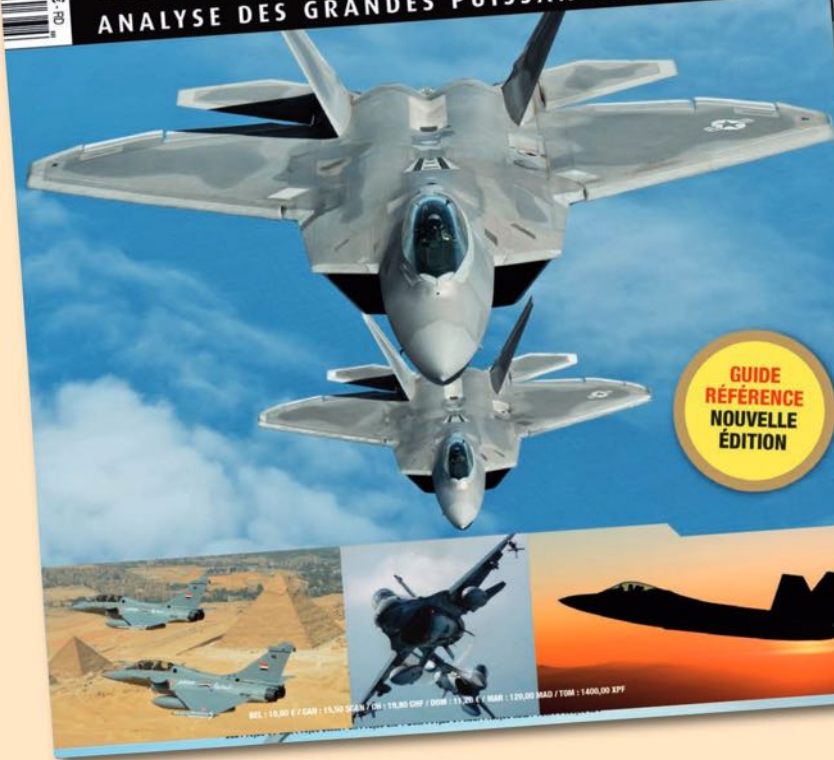
AIR & COSMOS



FORCES AERIENNES MONDIALES

air-cosmos.com

ANALYSE DES GRANDES PUISSANCES AÉRIENNES



**GUIDE
RÉFÉRENCE
NOUVELLE
ÉDITION**

**En vente sur notre e-boutique :
www.air-cosmosboutique.com**

ENSEMBLE NOUS EXPLORONS UN MONDE DE POSSIBILITÉS

emploi.thalesgroup.com



AÉRONAUTIQUE

ESPACE

TRANSPORT TERRESTRE



DÉFENSE ET SÉCURITÉ

IDENTITÉ ET SÉCURITÉ NUMÉRIQUES



Avec plus de 80 000 collaborateurs, Thales est un groupe mondial qui opère dans 68 pays. Ensemble, nous innovons avec nos clients pour créer des systèmes toujours plus efficaces afin de protéger les populations, les biens et les données. À chaque instant, partout dans le monde, quand sûreté et sécurité sont en jeu, nous sommes présents.

THALES

**PUBLICITÉ OCCUPATIONS DOMANIALES – DOMAINE PUBLIC AÉROPORTUAIRE
AÉROPORT AVIGNON-PROVENCE - COT – SAAP - 001**

ORGANISME GESTIONNAIRE : Société Aéroport Avignon-Provence (SAAP) concessionnaire de la Région Sud Provence Alpes Côte d'Azur

OBJET : Convention d'occupation du domaine public, portant sur la mise à disposition de parcelles implantées sur la Zone Nord de l'Aéroport d'Avignon-Provence, appelé le Technopôle d'Avignon-Provence.

DESCRIPTION DES BIENS CONCERNÉS : Le lieu sollicité est implanté sur la Zone Nord de l'Aéroport d'Avignon-Provence, appelé le Technopôle d'Avignon-Provence, sur une surface d'aménagement globale de 16 hectares. La zone est composée de parcelles viabilisées et aménagées :

- des parcelles de 5 000 m² :
 - en front des installations,
 - capacité pour une aire de stationnement aéronautiques,
 - uniquement pour des activités aéronautiques,
 - emprise au sol 75 % maximum,
- des parcelles de 3 000 m² :
 - pour des activités aéronautiques et industrielles,
 - emprise au sol 50 % maximum,
- des parcelles de 1 500 m² :
 - pour des activités tertiaires ou petits ateliers,
 - emprise au sol 50 % maximum,

Le découpage parcellaire n'est pas arrêté, il sera adapté en fonction des projets.

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DE LA CONVENTION DEMANDÉE :
Convention d'Occupation Temporaire constitutive de droits réels
Durée déterminée en fonction des investissements proposés ;

minimum 40 ans.

Le Bénéficiaire versera une redevance domaniale pour l'occupation de la parcelle mise à disposition déterminée dans les conditions prévues par la convention d'occupation du domaine public et selon la grille tarifaire de l'année en cours.

REMISE D'ÉVENTUELLES MANIFESTATIONS D'INTÉRÊT : En cas de manifestation d'intérêt, celle-ci peut être adressée par lettre recommandée avec avis de réception, à l'adresse suivante (ou remis contre récépissé) : Société Aéroport Avignon-Provence
335 Avenue Clément Ader - 84140 MONTFAVET
A l'attention d'Armelle CHAGNEUX

Cette demande peut être également envoyée par voie électronique à l'adresse suivante : achagneux@avignon.aeroport.fr

Tout renseignement complémentaire concernant cette consultation est disponible auprès de Armelle CHAGNEUX à l'adresse suivante :

achagneux@avignon.aeroport.fr

sur le lien internet suivant :

<https://www.boamp.fr/avis/detail/19-79548/0>

ou sur le site internet de l'aéroport : avignon.aeroport.fr

DÉROULEMENT DE LA PROCÉDURE : Dans l'hypothèse où un ou plusieurs autres opérateurs manifesteraient leur intérêt pour occuper le domaine public ici visé dans les conditions définies par le présent avis, la SAAP lancera une procédure de publicité et de sélection préalable, conformément à l'article L. 2122-1-1 du Code général de la propriété des personnes publiques.



NOMADE Aventure

PARTEZ SUR LES TRACES DES
Explorateurs
DE L'ESPACE

Deux voyages exceptionnels : en **Russie** (Cité des Étoiles, Korolev...) avec le spationaute **Jean-Pierre Haigneré**, et aux **États-Unis** (Houston, Cap Kennedy...) avec le planétologue **Charles Frankel**. Départs uniques en octobre 2019.

WWW.NOMADE-AVENTURE.COM/ESPACE

© NASA - IMPS100013 - KCS Prop 584 789 745 - 11/11/2018



AIR & COSMOS Spécial 40^e anniversaire

CONCORDE

Cet avion fabuleux qui fait toujours rêver

100 pages exceptionnelles avec Poster

Hors-série CONCORDE 2009 « Collector »
Tirage numéroté de 1 100 exemplaires.

Encore quelques exemplaires en vente sur :
www.air-cosmosboutique.com



Vos solutions de connexion pour l'aéronautique

Stäubli Electrical Connectors, fabricant de connecteurs électriques, dispose de solutions telles que des contacts électriques pour la distribution de puissance, des solutions de connexion pour PCB et busbars, ainsi que des connecteurs modulaires alliant puissance et signal. Spécialiste de la conversion d'énergie pour les applications embarquées, Stäubli conçoit également des connecteurs pour l'éclairage et les systèmes de ventilation.

Rendez-vous visite au salon du Bourget du 17 au 23 Juin 2019, Hall 4 – Stand E26.

Nouveau configurateur CombiTac:



www.staubli.com



Multi-Contact

MC

STÄUBLI

L'A330neo EMBARQUE LA PLUPART DES INNOVATIONS QUI ÉQUIPENT L'A350 XWB.



WE MAKE IT FLY

Il affiche par exemple une consommation de carburant réduite de 25% inférieure à celle des appareils de sa catégorie. Les deux avions bénéficient de la même qualification de type, ce qui permet d'abaisser de façon significative les coûts de formation des pilotes. Les deux avions peuvent par ailleurs être équipés de notre élégante cabine Airspace, la nouvelle référence en termes de bien-être et de confort passager.

Innovation. We make it fly*.

*Nous faisons voler.