



LE MAGAZINE

DES INGÉNIEURS DE L'ARMEMENT



LES VOILURES TOURNANTES

N° 112 - JUIN 2017



P05. Préface de
MARWAN LAHOUD
PRÉSIDENT DU GIFAS

P14. RÉVOLUTION ANNONCÉE
par Guillaume Faury

P76. IA ZÉRO G
par Pierre Ly



FORCE MUTUELLE

MUTUELLE DES FORCES ARMÉES, GOUVERNÉE PAR DES MILITAIRES, UNÉO EST LE PROLONGEMENT NATUREL DE LA **PROTECTION SPÉCIFIQUE** DUE À CEUX QUI NOUS PROTÈGENT ET À LEUR FAMILLE. SON ENGAGEMENT POUR UNE **PROTECTION SOCIALE DE QUALITÉ EN SANTÉ ET EN PRÉVOYANCE, AU PRIX JUSTE, DANS LA DURÉE,** ET SON MODÈLE **SOLIDAIRE, NON LUCRATIF, DÉMOCRATIQUE** SONT À LA HAUTEUR DES EXIGENCES DE LA **COMMUNAUTÉ DÉFENSE.**

La protection mutuelle qui nous rend fiers

SANTÉ • PRÉVENTION • ACCOMPAGNEMENT SOCIAL

Unéo est membre d'**UNEOPOLE**
la communauté
sécurité défense



Unéo, la mutuelle des
FORCES ARMÉES

RÉFÉRENCE MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

TERR - MER - AIR - GENDARMERIE
DIRECTIONS & SERVICES



Pour nous contacter : 0970 809 000 (appel non surtaxé) - www.groupe-uneo.fr

ÉDITO

Jérôme de Dinechin, *Rédacteur en Chef*



La roue au carré

En visitant le Clos Lucé voici quelque temps, sommé de m'extasier devant les dessins difficilement déchiffrables du génie florentin, j'ai été pris d'un affreux doute : et si Léonard – l'inventeur, pas le peintre – n'était qu'un affabulateur, à l'égo surdimensionné, proposant des inventions infaisables tous azimuts ? Le char, l'avion et parachute, le sous-marin : il a tout inventé, mais rien ne fonctionne ! On trouve un facteur 10 à 100 d'erreur sur l'énergie, la résistance des matériaux, le frottement, la masse, la puissance musculaire...

Et pourtant, Léonard conserve à travers les siècles un pouvoir de fascination semblable à celui qu'il avait de son vivant sur ses mécènes successifs : en sa présence, tout semblait facile, évident, compréhensible sur maquette. Je ne suis pas loin de penser qu'il s'en persuadait lui-même, victime de sa propre force de conviction, comme cette personne à l'égo surdimensionné avec laquelle j'ai été associé naguère. Après quelque temps, l'illusion se dissipait en ayant englouti espoirs et argent, et le mécène se détournait. N'en est-il pas ainsi de la vis aérienne, possible ancêtre de l'hélicoptère, dont on peut trouver d'amusantes interprétations chez Nature & Découverte.

Base de nombre d'inventions, la roue fait toujours rêver. Il n'y a qu'à voir les collégiens faisant vibrer un hand spinner – dernier gadget à la mode – au bout de leur index. Il paraît que sentir « qu'il tourne » aide les hyperactifs à se concentrer. Autre rêve : voler ! Dans la conquête de l'air, la voilure tournante représente une sorte d'achèvement, une invention de la roue au carré si j'ose dire : le pas est commandé à l'aide de deux plateaux glissants, l'un fixe donnant la consigne, l'autre lié au rotor et commandant à tout moment par ses biellettes l'incidence de la pale. Les mini-drones d'aujourd'hui possèdent un stabilisateur nettement plus simple qui s'apparente plutôt au régulateur à boules que l'on trouve par exemple dans nos vieux gramophones. Admirons donc les trésors d'ingéniosité qui ont permis de vaincre l'instabilité chronique des rotors.

Il fallait sans doute une dose de folie pour tenter de voler avec une simple roue. Même pour les fabricants, l'hélicoptère reste un objet si étonnant que l'on pouvait lire dans les usines de Sikorsky, « le bourdon ne sait pas qu'il ne peut pas voler, c'est pour cela qu'il vole ! »

Mais pour nous mêmes, ne menons-nous pas en permanence des projets impossibles ? Je ne parle pas de châteaux en Espagne ou pire, de moulins à voilure tournante ! Mais de simples projets qui par nature cachent dans le fameux triangle « coût performance délai » l'ambition de changer le monde ou l'une de ses parties, en tentant de faire une chose nouvelle que personne n'a jamais réalisée. N'y a-t-il pas dans nos rêves une ambition qui mériterait d'être traduite en projet ? Et si nous ne faisons rien d'ambitieux, pourquoi ?

A qui peut-on attribuer dès lors l'invention de l'hélicoptère ? A Eurocopter ? A François Legrand ? A Etienne Oehmichen, dont il est fait état dans ces pages, qui lui-même l'attribuait à Léonard de Vinci lequel s'appuyait sur Archimède. C'est une vis sans fin !

Excellence at your side*

NOTRE ENGAGEMENT POUR VOUS

Les forces armées font face à des scénarios de combat de plus en plus complexes, dans lesquels il n'y a pas de place à l'erreur. Dans cet environnement ultra-exigeant, vous pouvez compter sur nos équipes d'experts qui s'engagent auprès de vous, afin de vous apporter des technologies à la pointe, éprouvées sur le terrain et une réelle autonomie pour votre défense.

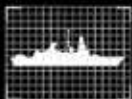
AIR
DOMINANCE



AIR
DEFENCE



MARITIME
SUPERIORITY



BATTLEFIELD
ENGAGEMENT



www.mbda-systems.com



PRÉFACE

Marwan Lahoud, *Président du Gifas*



Les voilures tournantes ont un côté magique, même pour les pilotes et ingénieurs qui y travaillent au quotidien. Les Français ont joué dans ce domaine le rôle de pionniers dès 1907 avec les frères Bréguet, Paul Cornu ou Étienne Oehmichen et continuent depuis d'affirmer un rôle clef via le tissu industriel des PME, ETI, équipementiers ou systémiers du secteur et les organismes de recherche, avec le soutien notamment de la DGA.

Aujourd'hui, près d'un hélicoptère civil sur deux est produit par Airbus Helicopters. Ils sont toutefois beaucoup plus difficiles à réaliser que ce que pourrait laisser penser la relative banalité de leur emploi : le vol est naturellement instable, l'intégration des éléments vitaux complique la maintenance, l'utilisation dans des cas souvent extrêmes comme en espaces resserrés ou par très mauvais temps demande une fiabilité exceptionnelle : un produit courant mais de hautes performances, dans un marché mondial ouvert.

Dans les applications militaires la rationalisation pousse aujourd'hui à l'omnirôle. Alors que par essence l'usage est dual, il s'agit souvent pour le domaine militaire de machines spécifiquement adaptées et le défi vient alors de l'intégration d'équipements complexes, là où dans un passé lointain il suffisait d'implanter, de façon peu intégrée, des armes ou des capteurs.

Dans le domaine des drones, plus légers, moins complexes et moins critiques en termes de sécurité, les réalisations sont multiples et le panorama industriel reste encore morcelé. La montée dans la chaîne de valeur, c'est-à-dire la réalisation de systèmes complets intégrant véhicule aérien, équipements, contrôle et recueil sera certainement la prochaine étape de cette activité.

Si elle semble arrivée à maturité, l'industrie des voilures tournantes est pourtant confrontée à de réels défis. Certains relèvent de difficultés conjoncturelles dans un marché surcapacitaire depuis la chute du cours du pétrole et dans l'attente du rebond des budgets de défense. D'autres difficultés sont structurelles, liées notamment à de nouveaux usages, qui pourraient chambouler le paysage des acteurs historiques... Il convient d'être moteur de cette transformation afin de proposer des nouveaux produits innovants et compétitifs. À ces fins, nous sommes plus que jamais tributaires de ce que nous faisons en R&T et en R&D. Et nous sommes également plus que jamais liés à ce que font les États et ce que fait la France en la matière. La R&D est la marque de fabrique de notre industrie. Elle a une double caractéristique : elle est onéreuse et longue.

On le voit, le Graal est double. La tendance naturelle amène à accélérer la réalisation de versions adaptées ou adaptables à des usages sans cesse renouvelés tout en rationalisant et standardisant la chaîne industrielle, à simplifier la maintenance par une conception presque modulaire, à se positionner davantage sur les services tout en tirant encore mieux profit de la dualité civile et militaire des programmes. La tendance, moins naturelle mais inévitable, devra tirer profit de la « disruption » issue de la numérisation et des nouveaux usages, notamment associé au « big data », à l'automatisation du pilotage, aux drones et aux futures solutions de mobilité urbaine.

Ce numéro du magazine des Ingénieurs de l'Armement aborde sans complaisance ces différents thèmes. Je suis certain qu'il contribuera à une meilleure connaissance d'un domaine très vaste, qui est aujourd'hui une fierté et un défi quotidien.

Droit au but !

Empennage ombrelle

- Rotation maîtrisée
- Vol stabilisé

Charge militaire

- Optimisée
- Effets collatéraux réduits (rayon de létalité < 20 mètres)

Kit de guidage

Lance-roquettes TELSON™

- Lance-roquettes à induction
- Compatible de toutes les roquettes de la marque ACÛLEÛS™, qu'elles soient guidées ou non

Bloc induction

- Transmission de l'énergie
- Transmission des données
- Allumage du moteur

Semi actif laser (SAL)

Moteur F4

- Chargement facile
- Pas de câbles ni de connecteurs
- Aucun éjecta
- Pas de détérioration de la plateforme

Canards (4)

- Mouvement de la roquette en direction et en hauteur

Roquette à induction guidée laser (RIGL)

- Technologie 100 % européenne
- Guidage possible avec tous les designateurs laser aux standards OTAN
- Verrouillage après lancement (Lock-On After Launch [LOAL])
- Poids : 8,8 kg
- Portée : de 1 500 à 5 000 mètres
- Tir de jour comme de nuit
- Précision sub-métrique
- Homme dans la boucle de bout en bout
- Destruction de véhicules en mouvement (même légèrement blindés)
- Destruction/neutralisation d'objectifs ponctuels en milieu confiné (passage par les entrées ou par les embrasures)
- Rayon de létalité maîtrisé
- Mise en service opérationnel (MSO) : 2020

ACÛLEÛS™ est la marque Thales/VTS désignant les roquettes armant les Systèmes de roquettes à induction (SRI) TELSON™

www.telson-systems.com



@TELSON_SYSTEMS



ACÛLEÛS™
Roquette à induction guidée laser



LE MAGAZINE
DES INGÉNIEURS DE L'ARMEMENT

CAIA 16 bis, avenue Prieur de la Côte d'Or,
CS 40300 - 94114 ARCUEIL Cedex
Tél. : 01 79 86 55 13
Télécopie : 01 79 86 55 16
Site : www.caia.net - E-mail : contact@caia.net
Numéro de dépôt légal : 2265-3066

DIRECTEUR DE PUBLICATION :
Philippe HERVÉ

RÉDACTEUR EN CHEF :
Jérôme DE DINECHIN

COMITÉ DE RÉDACTION :
Bruno BELLIER, Flavien DUPUIS,
Richard FINCK,
Olivier-Pierre JACQUOTTE,
Daniel JOUAN, Jonathan LARDY,
Louis LE PIVAIN, Dominique LUZEAUX,
Denis PLANE, Arnaud SALOMON,
Frédéric TATOUT

CRÉDITS PHOTO :
AIRBUS HELICOPTERS, A. PECCHI,
ITALDESIGN, NEXTER, T. GOISQUE,
THALES, ERIC RAZ - THALES.
Couverture : Anthony PECCHI.

ÉDITION ET RÉGIE PUBLICITAIRE :
FFE 15 rue des Sablons 75116 Paris
01 53 36 20 40 - www.ffe.fr

DIRECTEUR DE LA PUBLICITÉ :
Patrick SARFATI

CHEF DE PUBLICITÉ :
Ingrid DUBOCQ - 01 40 09 68 47
Ingrid.DUBOCQ@ffe.fr

MAQUETTE :
Leslie TARDIF

IMPRESSION :
IMPRIMERIE CHIRAT

N° ISSN-L 2265-3066

SOMMAIRE

ÉDITORIAL DE JÉRÔME DE DINECHIN, <i>Rédacteur en Chef.</i>	03
PRÉFACE DE MARWAN LAHOUD, <i>Président du Gifas</i>	05
LES VOILURES TOURNANTES	
INTRODUCTION AU DOSSIER <i>par Gérard Bretécher</i>	08
L'HÉLICO ET SON DOUX BRUIT. UNE PASSION D'INGÉNIEUR. <i>par Monique Legrand-Larroche</i>	12
RÉVOLUTION ANNONCÉE. RISQUES ET OPPORTUNITÉS POUR LA GÉNÉRATION « H » <i>par Guillaume Faury</i>	14
UN DOMAINE CLEF DE L'ONERA <i>par Bruno Sainjon</i>	16
L'HÉLICOPTÈRE DU FUTUR. AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ET DE L'EFFICACITÉ EN MISSION, EXPLORATION DE NOUVELLES TECHNOLOGIES... L'ONERA EN POINTE <i>par Blanche Demaret.</i>	17
PRÉPARER L'AVENIR <i>par Jean-Brice Dumont</i>	19
LA DGA AU COEUR DE L'ÉVOLUTION DES FLOTTES D'HÉLICOPTÈRES DES ARMÉES. GRANDES TENDANCES ET NOUVEAUX PROJETS <i>par Stéphane Kammerer</i>	22
HIL, L'AVENIR DES HÉLICOPTÈRES LÉGERS DE LA DÉFENSE. UN APPAREIL POUR 13 MISSIONS <i>par Wilfried Wintrebret</i>	24
LE MCO DES HÉLICOPTÈRES : LA SOMME DE TOUTES LES CONTRAINTES <i>par Jean-Marie Bergeaud.</i>	26
HÉLICOPTÈRES ET DRONES SUR LES NAVIRES MILITAIRES <i>par Régis Beaugrand.</i>	28
HÉLIDAX. UNE ÉCOLE, UN CAS D'ÉCOLE <i>par Denis Plane</i>	30
L'AÉROCOMBAT AUX AVANT-POSTES. LES SPÉCIFICITÉS DE LA MANŒUVRE DES HÉLICOPTÈRES EN OPÉRATIONS <i>par David Perrot.</i>	32
INTERVIEW. GUILLAUME VEGA.	34
LA VOITURE VOLANTE ? DEMAIN MATIN DEVANT VOTRE PORTE ! <i>par Frédéric Tatout</i>	36
LA MAINTENANCE DES HÉLICOPTÈRES ÉTATIQUES, EST-CE FORCÉMENT COMPLIQUÉ ? L'ENTRETIEN DES HÉLICOPTÈRES MILITAIRES DURE SEMBLE-T-IL TOUJOURS PLUS LONGTEMPS QUE CE QUI EST ESPÉRÉ : LE POINT DE VUE DU MAINTENANCIER <i>par Vincent Bornert.</i>	38
LES ESSAIS DES HÉLICOPTÈRES EN COOPÉRATION INTERNATIONALE. L'EXEMPLE DU NH 90 <i>par Thomas Pagès</i>	40
QUAND EOLE RENCONTRE POSEIDON. LA NAVALISATION DES VOILURES TOURNANTES <i>par Matthieu Jammes</i>	42
LES VOILURES TOURNANTES À L'ÉPREUVE : LES ESSAIS D'ARMEMENTS <i>par Mélanie Sanchez et Adrien Dormoy</i>	44
ALAT : LE DÉFI DE LA NUMÉRISATION. L'ESSOR DES « LIAISONS DE DONNÉES TACTIQUES » DANS LES HÉLICOPTÈRES DE L'ARMÉE DE TERRE <i>par Cyprien Lecourt.</i>	46
LE SOUTIEN DE LA DGAC AUX PROGRAMMES D'HÉLICOPTÈRES CIVILS <i>par Pierre Moschetti</i>	48
LES FORCES AÉRIENNES DE LA GENDARMERIE NATIONALE. LA 3 ^{ème} DIMENSION AU SERVICE DE L'ACTION TERRITORIALE DE LA GENDARMERIE NATIONALE, UNE CULTURE D'EFFICACIE ET D'INNOVATION <i>par Emmanuel Sillon et Gadjendra Sarma</i>	50
UNE START-UP POUR L'ALOUETTE OU COMMENT ASSURER LE DÉFI DE LA PÉRENNITÉ DES ANCIENNES GAMMES <i>par Henri Delille</i>	52
ECA ET LES DRONES AÉRIENS : UN RETOUR AUX SOURCES <i>par Guénaél Guillerme</i>	54
L'INNOVATION À PLEINE PUISSANCE. SAFRAN, LE MOTEUR DE L'HÉLICOPTÈRE DE DEMAIN <i>par Cyrille Poetsch</i>	56
LA PUISSANCE ET LA POLYVALENCE DU TIGRE : SA TOURELLE THL30. LE SYSTÈME D'ARME DE 30 MM DE L'HÉLICOPTÈRE TIGRE, UN ATOUT CLÉ DE SA RÉUSSITE OPÉRATIONNELLE <i>par Philippe Hervé</i>	60
LES « ANGES » DE LA NUIT. VOIR DE NUIT COMME EN PLEIN JOUR <i>par Pierre Andurand</i>	62
ARMEMENT POUR HÉLICOPTÈRE <i>par Jacques Doumic</i>	64
LUTTE CONTRE LES MINI-DRONES MALVEILLANTS. PREMIER BILAN DES PROJETS D'INNOVATION PARTICIPATIVE LANCÉS FIN 2016 <i>par Pierre Schanne,</i> <i>Frédéric Renaudeau, Jean-Marc Cortambert et Matthieu Chareton</i>	66
LA LUTTE CONTRE LES DRONES. COMMENT ACCOMPAGNER LE DÉVELOPPEMENT D'UN LOISIR DE PLUS EN PLUS POPULAIRE MAIS DONT L'USAGE MALVEILLANT PEUT AVOIR DE GRAVES CONSÉQUENCES <i>par Thierry Rouffet</i>	68
LE PÊCHEUR BALBUZARD, LA GRENOUILLE ET TESLA.... <i>par Denis Plane et Xavier Lebacqz.</i>	70
MOT DU PRÉSIDENT <i>de Philippe Hervé</i>	72
L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE 2017 DE LA CAIA	74
VIE DES IA	76
HISTOIRE	78
LU POUR VOUS	80
LU AU JO	81
NOMINATIONS DGA - CARNET PROFESSIONNEL	82



INTRODUCTION AU DOSSIER

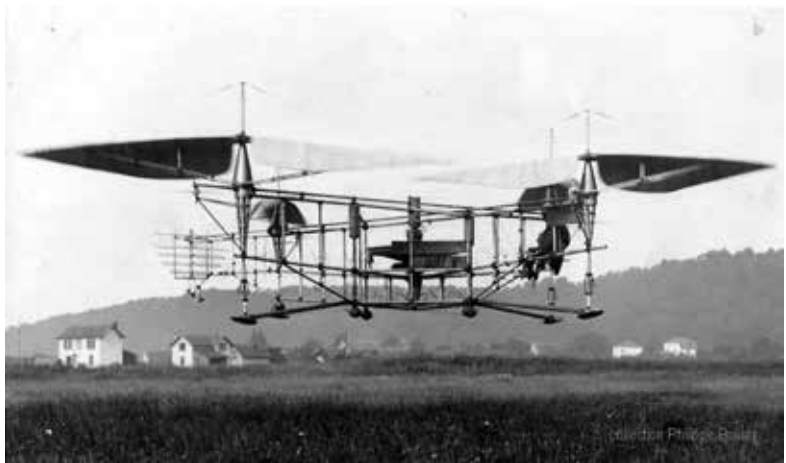
LE STATIONNAIRE : DANS QUELLE DIRECTION ?

LES ÉVOLUTIONS POSSIBLES DES VOILURES TOURNANTES,
RÊVES ET RÉALITÉS

Gérard Bretécher, IGA

La prolifération des voilures tournantes

Quelle différence entre le premier hélicoptère français d'Etienne Oehmichen, datant de 1924, et le drone quadri-rotor qui commence à envahir nos espaces de loisirs ? Curieuse similitude de silhouette (photos) entre deux objets, en fait bien différents, de la grande famille des voilures tournantes, à un siècle d'intervalle : d'un côté un véhicule piloté longtemps indomptable et jugé complexe, de l'autre un instrument téléguidé aux multiples usages, et qui peut désormais être mis entre toutes les mains. Sa diffusion sans limites est pour le grand public un fait marquant de l'évolution des voilures tournantes. Il concerne une branche bien particulière et récente : les drones. L'expression « voilures tournantes » était tombée en désuétude dans les années 70, l'hélicoptère ayant attiré toute l'attention. Une autre branche, l'autogire, née en même temps que l'hélicoptère, a bien connu un début de succès avant la guerre mais reste aujourd'hui limitée à quelques aéroclubs. D'autres formules, dites « nouvelles », combinés ou convertibles, n'ont pas connu un réel développement. Pour caractériser l'évolution de la branche hélicoptères, branche maîtresse, nom : Airbus/helicopters, fleuron de l'industrie française et européenne, leader mondial.



4 mai 1924 : premier vol en circuit fermé d'un hélicoptère par Étienne Oehmichen.

L'hélicoptère : une machine réputée complexe

Ce qui différencie un hélicoptère d'un avion, c'est la complexité de ses ensembles dynamiques : les rotors, les transmissions, la suspension, le système de commande. C'est une machine comportant de nombreuses pièces mobiles, agitées par la rotation des rotors, donc soumises à des sollicitations vibratoires importantes, sources d'inconfort, de problèmes de tenue mécanique et de soucis

de maintenance. Son environnement aérodynamique, c'est le domaine de l'instationnaire, du décrochage, du transsonique, avec des interactions rotors - structure induisant des instabilités. La maîtrise de ces phénomènes, et du pilotage de la machine, n'a été véritablement acquise que peu de temps avant la deuxième guerre mondiale. L'hélicoptère a ainsi commencé son essor avec un demi-siècle de retard sur l'avion.

« LE DOMAINE DE
L'INSTATIONNAIRE,
DU DÉCROCHAGE,
DU TRANSSONIQUE »



Combiné SO 1310 Farfadet - 1953

Le poids de l'histoire

L'industrie française des voilures tournantes, encore balbutiante à la fin des années trente, a été anéantie pendant la guerre. Elle renaît à partir de 1944 sous l'impulsion forte de l'Etat : mise en place d'un socle industriel (dans le cadre des sociétés nationales SNCASO, SNCASE...), contrats pour la réalisation de projets novateurs confiés à des équipes dynamiques. Un architecte pour cette reconstruction : la section Voilures tournantes du Service technique de l'aéronautique créée en août 1944 avec à sa tête l'ingénieur en Chef de l'air Roger Garry, auquel a succédé François Legrand de 1948 à 1962. Celui-ci a ensuite dirigé le bureau d'études, puis la division Hélicoptères, de l'Aérospatiale. Le développement de l'hélicoptère a été porté dans une première période par le marché militaire. L'Etat actionnaire, l'Etat « mécène », mais aussi l'Etat client a donc joué pleinement son rôle dans la renaissance de l'industrie et le lancement des programmes. Mais le succès mondial des premiers hélicoptères français, l'Alouette II puis III (1^{ère} génération), le Puma et la Gazelle (2^{ème} génération), est à attribuer aux équipes d'ingénieurs qui ont conçu ces machines. Ces programmes ont d'ailleurs été des succès aussi bien civils que militaires.



Alouette II - 1955



Convertible Nord 500 - 1968

L'innovation technologique

Plusieurs facteurs ont permis à l'industrie française des hélicoptères de s'affirmer comme le leader européen, puis à ses descendants, Eurocopter puis Airbus/helicopters, de se hisser au tout premier rang mondial. L'innovation est sans doute le plus important. C'est par le dynamisme et l'inventivité de ses ingénieurs que la division hélicoptères de l'Aérospatiale a pu s'imposer face à ses concurrents jusque sur le marché américain. Les inventions des années 70 relatives aux moyeux rotors et l'introduction massive des matériaux composites dans les ensembles mécaniques et les structures, sans oublier le fenestron, sont des exemples emblématiques. Les chercheurs de l'ONERA ont apporté également leur part dans les progrès des rotors. Dans le domaine des matériaux, l'hélicoptère a largement rattrapé son retard sur l'avion, et a même été un précurseur.

Le cheminement international: de la coopération à l'intégration

Une première forme de coopération apparaît au lendemain de la guerre. En effet, un certain nombre d'ingénieurs allemands ont été intégrés aux équipes françaises de la SNCASE, la SNCASO et aussi de Turbomeca. L'exploitation de leur savoir-faire, et de celui des principaux constructeurs américains (Sikorsky) par l'intermédiaire de prises de licences, a contribué aux premiers succès des hélicoptères français. C'est ainsi qu'est conçue l'Alouette II en 1955 par l'équipe de Charles Marchetti avec René Mouille, réussite emblématique de toute l'histoire de l'aéronautique.

Un peu plus tard, c'est encore la technologie allemande qui est exploitée pour réaliser les pales « plastiques » de la Gazelle, novation majeure qui sera largement perfectionnée. Dans les années 1960, l'État a voulu mettre en place des coopérations dans le domaine de la défense. Concernant les hélicoptères, une coopération franco-britannique a été mise sur pied en 1967. Elle a cependant été construite sur la



Maquette téléguidée - 2017



Combiné Eurocopter X3 - 2010



H 160 - 2017

base de programmes purement nationaux, la Gazelle et le Puma conçus en France et le Lynx conçu en Grande-Bretagne. Cet accord n'a pas eu de prolongement.

Les années 1970 ont été marquées par de nouvelles tentatives de coopération européenne, avec des réussites mais aussi des échecs. Pour les hélicoptères, un accord global, signé en 1978 par un petit nombre de pays européens, a défini une répartition des programmes futurs entre les pays participants. Il a donné un cadre pour les deux coopérations majeures qui en ont découlé : la coopération franco-allemande sur le Tigre, et la coopération multilatérale entre des pays européens sur le NH 90. Il faut retenir que la mise en place de ces coopérations, processus qui n'a abouti finalement qu'en 1987, a été extrêmement laborieuse, et que ces programmes n'ont survécu que grâce à une très forte volonté politique. La coopération sur le programme Tigre a été déterminante pour l'avenir de l'industrie franco-allemande des hélicoptères. Les dispositions d'organisation et les méthodes de travail mises en place entre 1987 et 1989 sur ce programme ont servi de laboratoire d'essai pour former en 1992 la nouvelle société Eurocopter, fusion des divisions hélicoptères de l'Aérospatiale et de MBB. Ce parcours international a trouvé aujourd'hui son aboutissement dans Airbus/helicopters.

La spécialisation entre civil et militaire - La croissance du marché civil

A partir de la fin des années 70, l'Aérospatiale développe une « nouvelle gamme », la troisième génération, essentiellement destinée au marché civil en forte croissance : le Super-Puma, le Dauphin et l'Écureuil, et leurs dérivés. Malgré la crise économique du début des années 80, cette gamme a permis à l'Aérospatiale de devenir le premier exportateur mondial. Du côté militaire, alors que les avions avaient été élevés au rang de systèmes d'armes avec le Mirage 2000, les hélicoptères restaient encore de simples véhicules, quoique complexes. Un effort important, avec un soutien de l'État, a été consacré au déve-

loppement d'une compétence système, grâce notamment aux crédits préparatoires à l'HAC, futur Tigre, et aux crédits de la DGAC, pour les applications civiles, avec le développement d'avioniques intégrées. L'hélicoptère a ainsi atteint un haut niveau de maturité, mais, n'en doutons pas, le progrès ne s'arrêtera pas là.

Les formules nouvelles (combiné - convertible)

Après une débauche d'expérimentations de formules diverses à voilure tournante dans la première moitié du 20^{ème} siècle, l'activité sur les formules dites nouvelles a été relativement modeste dans la deuxième moitié. La formule « combiné » ou « hybride », déjà expérimentée en 1953 avec le SO 1310 Farfadet, a fait l'objet d'un nouveau démonstrateur, conçu par Eurocopter, le X3, qui repousse au-delà de 470 km/h la vitesse maximale. Le projet européen « clean sky 2 » devrait poursuivre cette exploration. La formule convertible (hélicoptère/avion à rotors basculants), expérimentée en 1958 avec le Nord 500, reste encore au stade des études préliminaires et projets mais n'a pas atteint, du moins en France ou en Europe, la maturité, victime des arbitrages financiers et du marché. Les compétences et la technologie sont pourtant disponibles. Il faudra des circonstances plus favorables, et sûrement de l'audace, pour voir s'épanouir quelques rameaux sur cette vieille branche.

L'explosion des drones

L'intrusion généralisée de l'informatique, la miniaturisation des équipements électroniques et optiques ont permis de développer des engins téléguidés à voilure tournante de toutes sortes. Ils sont utilisés par les protagonistes et dans la lutte contre le terrorisme. Ils se développent également dans le domaine civil, outils indispensables à la télévision et au cinéma, ou tout simplement gadgets pour s'amuser. C'est un vaste domaine qui entraîne de nouveaux défis : techniques, économiques, de sécurité. Ce n'est que le début d'une histoire riche de promesses, mais qui devra être maîtrisée! ☺

« COOPÉRATION
FRANCO-ALLEMANDE
SUR LE TIGRE
ET MULTILATÉRALE
ENTRE DES PAYS
EUROPÉENS SUR
LE NH90 »



**Gérard
Brétécher, IGA**

Gérard Brétécher (X 68 - Sup'Aéro 73) a été formé aux techniques de l'hélicoptère au bureau d'études de l'Aérospatiale/DH. Il a été chargé de la préparation de l'avenir pour les hélicoptères à la DGA, puis des questions techniques de l'hélicoptère Tigre et directeur du programme. Il a été directeur adjoint du SPAé et Chef du Service du MCO à la DGA.

L'HÉLICO ET SON DOUX BRUIT

UNE PASSION D'INGÉNIEUR

Monique Legrand-Larroche, IGA

L'hélicoptère, que certains disent arriver à voler par miracle, est un aéronef fascinant par ses capacités de mobilité : décollage et atterrissage à la verticale, vol stationnaire comme vol à petite et grande vitesses. Cette fascination ouvre de nombreux horizons où l'ingénieur de l'armement passionné peut assouvir sa curiosité.

Aujourd'hui l'usage civil de l'hélicoptère est multiple : transport de passagers, travail aérien dans les zones difficiles (montagnes, plates-formes pétrolières), sauvetage, lutte contre les incendies, épandage agricole... Mais les origines de l'utilisation de l'hélicoptère moderne sont militaires. D'abord employés pour des missions sanitaires ou de reconnaissance lors de la guerre d'Indochine, les hélicoptères sont armés lors de la guerre d'Algérie, qui verra se créer les missions d'appui-feu. Durant la guerre froide, le besoin de lutte contre une forte menace blindée conduit au développement des capacités anti-char. Ces capacités sont mises en œuvre grâce au développement du vol tactique (inférieur à 50 m du sol), qui permet à l'hélicoptère de voler camouflé par la végétation au plus près du relief et de ne surgir qu'au dernier moment pour tirer ses missiles, et au développement de vol de nuit sous jumelles de vision nocturne.

Cette importance ancienne de l'usage militaire explique la coopération étroite entre les industries d'hélicoptères et les maîtrises d'ouvrage étatiques, la DGA pour la France. Jusque dans les années 70, les hélicoptères étaient d'abord conçus pour les applications militaires avant que n'en soient dérivées des versions civiles. Le monde civil a alors découvert les hélicoptères, notamment aux Etats-Unis, tout particulièrement lors du premier choc pétrolier. Pour répondre à ce besoin du

monde civil, l'Aérospatiale division hélicoptères a lancé sur fonds propres une nouvelle génération d'hélicoptères (Dauphin – Ecureuil – Super Puma), d'abord civils puis militarisés.

Une caractéristique du domaine des hélicoptères militaires est la force de la coopération. Après les premières fabrications sous licence américaine, l'État a souhaité développer une industrie autonome dans un contexte européen. Deux grandes coo-

« DEUX ÉVOLUTIONS À ANTICIPER : LA VITESSE ET... L'AUTOMATISATION »

pérations européennes ont été menées avec d'importantes retombées. Une première coopération, avec le Royaume-Uni, dure depuis 1967 ! Elle a vu la réalisation de 3 programmes d'hélicoptères prestigieux : la Gazelle, le Puma et le Lynx, avec un partage des maîtrises d'œuvre, Westland pour le Lynx et Sud-Aviation (ancêtre d'Airbus Helicopters) pour la Gazelle et le Puma. Cette coopération n'a hélas pas permis de consolidation industrielle mais a vu le développement de nombreuses technologies innovantes (pour l'époque, comme le fenestron ou le viseur de toit) et ces hélicoptères rendent encore 50 ans plus tard de fiers services à nos armées.

En revanche, la coopération franco-allemande qui a été lancée avec le programme Tigre, programme élargi ensuite à l'Espagne, coopération qui a été ensuite renforcée avec le programme NH 90 Caïman, a conduit à la création en 1990 d'une véritable entreprise franco-allemande, appelée Eurocopter, par la fusion d'Aérospatiale division hélicoptères et de MBB. Cette entreprise, devenue Airbus Helicopters en 2014, est premier exportateur mondial d'hélicoptères. Le développement du programme NH 90 n'a pas suffi pour réaliser une consolidation supplémentaire industrielle entre Eurocopter et Agusta.

Le développement d'hélicoptères militaires nécessite encore de forts investissements technologiques pour répondre aux besoins d'un client toujours très exigeant. Les coopérations menées par la France depuis 1967 ont permis le partage de ces développements, comme le fuselage composite ou les commandes de vol électriques, entre les principaux pays européens et les centres de recherche et de développement des pays coopérants. Agusta et Westland se sont réunis dans une entreprise aujourd'hui appelée Leonardo Helicopters, concurrents directs d'Airbus Helicopters. Il est regrettable que l'Europe ait encore deux industriels concurrents, réduisant de ce fait les capacités d'investissements nécessaires pour mieux se développer sur un marché de plus en plus mondialisé. La stratégie gagnante d'Airbus dans les avions civils gros porteurs n'a malheureusement pas

su être reproduite.

Les hélicoptères d'Airbus Helicopters utilisent des moteurs majoritairement développés et fabriqués par la société française Safran Helicopter engines (anciennement Turbomeca). Cette entreprise fondée juste avant la seconde guerre mondiale, est devenue le leader européen des moteurs d'hélicoptères. Dans le cadre de la coopération franco-britannique, les partages de maîtrise d'œuvre se retrouvent dans la motorisation avec un moteur de Turbomeca (Turmo et Astazou) pour le Puma et la Gazelle et un moteur de Rolls-Royce (GEM) pour le Lynx. Dans le cadre de la coopération franco-allemande, les moteurs ont été développés en coopération entre MTU - Turbomeca et Rolls-Royce pour réaliser le MTR 390 pour le Tigre (avec la participation d'ITP pour le moteur du HAD, coopération avec l'Espagne oblige) et le RTM 322 pour le Caïman (moteur qui a équipé une partie des EH 101 – gros porteur anglo-italien- et les Apache britanniques).

Les hélicoptères militaires aujourd'hui sont de véritables systèmes d'armes, que ce soit le Tigre, le Caracal ou le Caïman, tout spécialement sa version marine. Ils sont considérés comme un élément indispensable de toute opération extérieure. Le Tigre a été particulièrement apprécié lors de sa projection en Afghanistan de 2009 à 2013, puis à nouveau lors de l'opération en Libye en 2011 (opération menée entièrement à partir d'un BPC, bâtiment de projection et de commandement) et depuis 2013 dans la bande sahélo-saharienne. Le Caïman l'a rejoint à la plus grande satisfaction des forces armées.

La capacité militaire de l'hélicoptère, dans ses missions de reconnaissance armée, d'appui - protection, repose non seulement sur la capacité de la machine et de sa motorisation mais aussi sur la performance de ses équipements et de leur intégration. La France a l'avantage d'avoir des industriels de haut niveau dans ce domaine, que ce soit pour l'électronique et l'optronique de défense avec Thales et Safran, ou l'armement



Hélicoptère NH90

avec MBDA pour les missiles et Thales pour les roquettes ou Nexter pour le canon du Tigre.

Il ne faut évidemment pas se limiter à constater la bonne adéquation de nos systèmes actuels aux besoins de nos forces mais réfléchir aux évolutions potentielles à anticiper. Deux axes peuvent être envisagés : celui de la vitesse avec le développement de solutions combinées et celui de l'automatisation avec le développement de drone hélicoptère. En effet, une des limitations de l'hélicoptère est la vitesse, limitation liée à la vitesse en bout de pale du rotor. Un moyen de contournement est soit d'ajouter un mode de propulsion auxiliaire, soit de faire basculer les rotors pour les faire fonctionner comme des hélices propulsives. Les Américains ont développé le projet à grande vitesse avec notamment le prototype X2 de Sikorsky avec deux rotors coaxiaux contrarotatifs et une hélice propulsive alors qu'Airbus Helicopters a développé un prototype de combiné le X3, doté de deux turbines qui entraînent un rotor principal horizontal à 5 pales et deux propulseurs à hélice. Cette première initiative est reprise dans le cadre du plan de recherche européen Clean Sky 2 avec un démonstrateur d'hélicoptère hybride à haute vitesse dont les premiers vols sont prévus par Airbus Helicopters en 2020. Au-delà des applications civiles pour le transport de passagers, l'aviation d'affaire et les urgences médicales, ce genre de systèmes devrait tout particulièrement intéresser les forces spéciales.

Le drone hélicoptère, employé seul ou en liaison avec un hélicoptère piloté, devrait avoir toute son utilité, soit pour apporter de la permanence sur zone, soit pour aller dans des zones particulièrement dangereuses. Il ouvrirait de nouvelles perspectives notamment dans le domaine du combat collaboratif et pour les théâtres d'opérations aéro-maritimes en augmentant significativement la couverture des bâtiments de surface au-delà de l'horizon.

Enfin, l'hélicoptère qu'il soit civil ou militaire ne donnera toute son efficacité que si il est disponible et que son soutien au niveau opérationnel est peu consommateur de ressources humaines : c'est un défi que les ingénieurs ont parfois tendance à sous-estimer et qu'ils doivent absolument intégrer dès la conception des futurs appareils.

L'hélicoptère a de beaux jours devant lui et le doux bruit de son rotor et de sa turbine continuera à rassurer l'alpiniste accidenté comme le soldat sous le feu ennemi ! ☺



Monique Legrand-Larroche, IGA
Directrice des opérations DGA

Entrée à la DGA en 1987, Monique Legrand-Larroche a occupé différents postes à la DGA, dont la direction de l'unité de management des opérations d'armement hélicoptères, et la responsabilité de la politique du soutien de la DGA. Depuis 2014, elle est directrice des opérations, en charge de l'ensemble des programmes d'armement conduits par la DGA.

RÉVOLUTION ANNONCÉE

RISQUES ET OPPORTUNITÉS POUR LA GÉNÉRATION « H »

Guillaume Faury, ICA

Face à un contexte de marché en rapide mutation, l'industrie des hélicoptères doit faire sa révolution.

Il y a cinquante ans, le prototype de la Gazelle prenait l'air pour son vol inaugural. Premier hélicoptère équipé d'un fenestron et de pales en composite, la Gazelle était alors la digne ambassadrice d'une industrie de l'hélicoptère à la pointe de l'innovation. Cet appareil devait connaître dans le monde entier un succès notable, notamment auprès des clients militaires : plus de 1 200 exemplaires furent ainsi produits, et plus d'un tiers d'entre eux sont encore en service aujourd'hui. Nombreux doivent d'ailleurs être les lecteurs de ces pages qui ont, au cours de leur carrière, pu faire l'expérience de son confort « rustique », de sa robustesse, de sa polyvalence et de sa redoutable agilité.

En un demi-siècle, l'industrie française et européenne de l'hélicoptère est restée fidèle à ses valeurs fondamentales d'innovation et d'excellence. Dans le domaine civil comme militaire, les hélicoptères ont bénéficié d'efforts continus en matière de recherche et technologie, permettant au fil des décennies à la Gazelle de se muer en Tigre, à l'Alouette de devenir Ecureuil, le tout afin de répondre aux exigences croissantes de nos clients en matière de sécurité, de performances et de compétitivité. C'est grâce à ces produits toujours plus fiables, performants et innovants qu'Airbus Helicopters est devenu leader mondial dans le domaine civil, et l'un des acteurs de premier plan dans le domaine militaire.

Un demi-siècle de stabilité

Mais si nos produits ont évolué, l'environnement dans lequel nous avons opéré pendant plus de cinquante ans a, quant à lui, bénéficié d'une grande stabilité. Les missions fondamentales des hélicop-

tères n'ont pas changé : outil au service des citoyens, ils protègent et sauvent des vies, transportent des passagers dans les conditions les plus difficiles et participent à la sécurité de soldats de toutes nationalités en opérations extérieures. Les grandes tendances du marché sont elles aussi restées relativement inchangées : dans le domaine civil, Europe et Etats-Unis ont historiquement tiré les livraisons vers le haut, tandis que le secteur pétrolier et son besoin en hélicoptères lourds contribuait à assurer la rentabilité de notre industrie. Quant au marché militaire, bien qu'impacté par l'effondrement de l'URSS et la réduction des budgets de défense, il a continué à porter le développement de machines développées spécifiquement pour les besoins des forces armées, à l'image du Tigre et du NH90 – deux projets qui ont par ailleurs contribué à consolider notre industrie autour des deux grands acteurs européens de l'hélicoptère que sont aujourd'hui Airbus Helicopters et Leonardo.

Changement de paradigme

La décennie écoulée a cependant laissé une marque indélébile sur notre activité, et peut être vue comme un tournant dans l'histoire de notre industrie. Cette longue phase de stabilité relative a été profondément remise en question par les différentes crises économiques qui se sont succédé depuis 2007, et plus encore par la crise du pétrole qui affecte notre industrie depuis 2015. Le marché de l'hélicoptère civil a atteint en 2016 son point bas depuis une décennie, sans qu'une reprise significative ne se profile à court terme.

La stabilité a laissé place à une période d'incertitude et de chan-

gements rapides. Pour la première fois en 2016, la Chine est devenue le premier marché d'Airbus Helicopters, passant devant les Etats-Unis. Le secteur pétrolier, affecté par un baril bas et une forte surcapacité en hélicoptères lourds, offre peu de perspectives à court terme aux hélicoptéristes mondiaux. Dans le même temps, de nouveaux acteurs ambitionnent de jouer un rôle dans le domaine des solutions de décollage/atterrissage vertical, et pas une semaine ne passe sans lancement d'un nouveau projet de « taxi volant » venu de Chine ou de la Silicon Valley.

Parallèlement, de nombreux pays relancent leur effort de défense, en Europe comme en Asie. Devenu incontournable sur tous les théâtres d'opérations, l'hélicoptère s'impose comme un outil indispensable à la modernisation des forces armées de toutes tailles, qui souhaitent disposer d'appareils éprouvés, polyvalents, simples et économiques à mettre en œuvre.

Cette période de crise est une opportunité formidable d'opérer des changements radicaux dans notre façon de concevoir, développer, fabriquer et soutenir des hélicoptères, et de remettre en cause certains des fondamentaux qui ont guidé notre industrie pendant plus d'un demi-siècle. Porté par un plan de transformation lancé en 2014, Airbus Helicopters s'est donné les moyens d'être à la pointe de cette révolution annoncée.

Révolution industrielle

Le H 160, dernier-né de la gamme Airbus Helicopters, est l'un des meilleurs ambassadeurs de cette révolution engagée. Cet appareil de moyen tonnage, qui doit entrer en service en 2019, amène avec



© AIRBUS HELICOPTERS

Le H 160, premier hélicoptère de la génération H, une belle carrière en perspective

lui un modèle industriel radicalement nouveau pour Airbus Helicopters, et pour l'industrie des voilures tournantes dans son ensemble. L'objectif est simple : réduire nos cycles et spécialiser nos sites de production afin de gagner en qualité et en compétitivité, et inaugurer un schéma industriel qui sera appliqué à tous nos développements futurs.

Développé avec l'aide de bancs d'essais statiques et dynamiques novateurs, le H 160 sera produit sur une chaîne d'assemblage entièrement nouvelle, inspirée de l'industrie automobile et de celle des avions commerciaux. Cette chaîne va révolutionner la façon dont nous fabriquons nos hélicoptères : assemblés, équipés et testés sur leurs sites de production respectifs en Europe, différents modules (fuselage, poutre de queue, éléments dynamiques) convergeront vers Marignane pour y être assemblés en 18 semaines, soit deux fois plus rapidement que les appareils de la génération actuelle. La numérisation complète de nos ateliers – le « digital shopfloor » – permettra quant à elle d'augmenter la qualité de nos produits et piloter plus finement notre activité de production.

Conçu pour être entretenu de façon optimisée, le H 160 est également au cœur de notre stratégie en termes de services et de

soutien client : offrant un environnement de maintenance plus simple et numérisé, l'appareil bénéficiera aussi d'une stratégie « big data » de collecte et d'analyse des données enregistrées par l'hélicoptère afin d'améliorer considérablement le diagnostic et la résolution de problèmes, la disponibilité des flottes et ouvrir la voie à de futures logiques de maintenance prédictive.

Saut générationnel

Premier hélicoptère de la « génération H » et ambassadeur de la transformation d'Airbus Helicopters, le H 160 a récemment été confirmé par le ministère de la Défense comme la base du futur programme HIL, visant à remplacer six flottes d'hélicoptères des trois armées par un appareil unique pour remplir un vaste spectre de missions. Plutôt qu'un développement spécifique, c'est donc sur une machine certifiée aux standards EASA et conçue avec de fortes exigences de réduction des coûts pour les opérateurs civils que s'appuieront les forces – par ailleurs associées au développement du H 160 très en amont – pour développer leur nouvel outil d'entraînement et de combat. Un autre changement de paradigme dans la façon de concevoir l'hélicoptère militaire et la relation client-fournisseur.

Près de soixante ans après le premier vol de sa vénérable héritière, qu'il sera amené à remplacer dans l'armée de Terre, le H 160 devrait donc venir succéder à six flottes d'hélicoptères – Gazelle compris – au cours de la prochaine décennie, pour rester en service au-delà de 2050. Amenant avec lui plus d'un demi-siècle d'innovation et d'excellence, le dernier-né de l'industrie européenne de l'hélicoptère reste fidèle aux valeurs qui avaient présidé à la conception de son illustre ancêtre. Mais il porte également dans son ADN les mutations d'une entreprise qui a dû s'adapter pour maintenir son leadership et sa résilience au tournant du millénaire, face à une compétition farouche et un marché en rapide évolution. Un gage de réussite pour les 50 ans à venir ! ☺



Guillaume Faury, ICA
Président-directeur général d'Airbus Helicopters

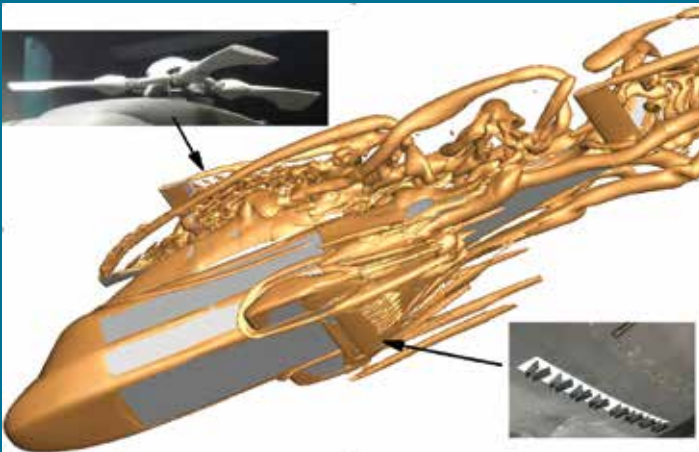
Guillaume Faury (X, Supaéro) a débuté sa carrière professionnelle à la DGA, chargé des activités d'essais en vol du Tigre, avant d'occuper de 1998 à 2008 diverses fonctions au sein d'Airbus Helicopters. De 2009 à 2013, il est Directeur Exécutif de la Recherche et du Développement de Peugeot SA. Il est Président d'Airbus Helicopters depuis mai 2013.

UN DOMAINE CLEF DE L'ONERA



par Bruno Sainjon,
IGA, PDG de l'ONERA

La collaboration de l'ONERA avec l'industrie nationale des hélicoptères remonte au milieu des années soixante. C'est en effet avec Sud-Aviation qu'ont été initiées les premières recherches de l'ONERA sur l'amélioration des pales de rotors. Cette coopération s'est intensifiée par la suite après la création en 1970 de la Société Nationale Industrielle Aérospatiale réunissant Sud-Aviation et Nord-Aviation qui deviendra Aérospatiale en 1985. Parmi les avancées directement issues des travaux de l'ONERA je citerai la mise au point des profils et des extrémités de pales paraboliques qui équipent les générations d'hélicoptères tant civils que militaires qui ont succédé aux Alouette et Puma: Je pense naturellement aux Gazelle, Ecureuil, Dauphin Super Puma et Tigre.



Calcul aérodynamique autour d'un fuselage : Optimisation des formes de la tête rotor et contrôle des décollements sur un fuselage au moyen de Générateurs de tourbillons mécaniques

Ce sont d'ailleurs des pales de ce type qui équipaient le Dauphin expérimental SA.365X DGV (Dauphin Grande Vitesse) qui a battu le record du monde de vitesse sur base de trois kilomètres en atteignant 372 km/h le 19 novembre 1991 à Istres.

Cet effort de recherche sur les pales s'est poursuivi avec Eurocopter dès sa création en 1992 notamment grâce à l'opération Orphée (Optimisation du rotor principal d'hélicoptère par l'étude et l'expérimentation) avec la conception de nouvelles pales aux performances aérodynamiques et vibratoires optimisées.

Un des axes de recherche particulièrement actif concerne la réduction du bruit des hélicoptères. Le bruit limite l'acceptabilité par le public de l'usage intensif de l'hélicoptère et ce thème de recherche a uni les forces d'Eurocopter, du DLR et de l'ONERA autour de l'opération ERATO pour la définition d'un rotor silencieux. Cette opération nous rappelle d'ailleurs que pour aboutir à un hélicoptère comme le H160 il s'est passé près de 30 ans entre premières études scientifiques et produit opérationnel. S'il nous revient à tous bien sûr d'essayer de réduire ces délais, courants dans nos domaines de l'aérospatial et de la défense, on ne peut obtenir des technologies d'excellence voire de rupture qu'en s'appuyant sur des travaux scientifiques puis de recherche suffisamment étayés. Vouloir réduire voire négliger ces deux étapes est à mon sens un facteur de risque colossal, d'autant plus pervers que vu les enjeux calendaires celui qui prendrait ce risque n'aurait quasiment aucun risque d'en supporter les conséquences, ce que l'on a déjà rencontré ailleurs à quelques occasions.

Les travaux de l'ONERA se sont également concentrés sur l'amélioration des moteurs et les compétences en aérodynamique interne, en aérothermique et dans le domaine des matériaux ont apporté leur contribution à l'accroissement des performances des turbines d'hélicoptères. Je citerai par exemple la mise au point de l'alliage AM3 pour les aubes des turbines Arrius 2 et Arriel 2 de Turboméca.

Mais après ces quelques rappels historiques place à l'avenir et l'article « l'hélicoptère du futur » vous permettra de découvrir les pistes actuelles des recherches à l'ONERA pour des hélicoptères toujours plus performants.

L'HÉLICOPTÈRE DU FUTUR

AMÉLIORATION DES PERFORMANCES ET DE L'EFFICACITÉ EN MISSION, EXPLORATION DE NOUVELLES TECHNOLOGIES... L'ONERA EN POINTE

Blanche Demaret, *Directeur du programme hélicoptères à l'Onera*

Lors du Salon du Bourget 2015, le H160 d'Airbus Helicopters a beaucoup fait parler de lui ; ses particularités par rapport à un Dauphin classique : réduction du bruit d'un facteur deux et gains en performances permettant un emport de charge utile supplémentaire d'environ 100 kg. Son secret : sa pale à double flèche BlueEdge co-définie avec l'industriel, pour laquelle on peut dire Onera-inside.

La richesse de l'Onera réside dans ses chercheurs. Leur connaissance des phénomènes physiques leur permet de produire des outils de simulations pertinents. Au travers de la création d'outils (calculs, simulations, moyens expérimentaux...), de méthodes et de nouvelles technologies, les experts de l'Onera proposent au monde aéronautique industriel et de la R&T des solutions innovantes et des simulations numériques qui permettent de lever les risques au plus tôt dans le développement d'une nouvelle machine, ou d'en optimiser les formes et les performances. Dans le domaine des hélicoptères, l'Onera continue d'ouvrir des voies innovantes sur de nouvelles géométries pour réduire la traînée de l'appareil global, de réduire le bruit. Le bruit et la sécurité des vols sont parmi les points limitant l'acceptabilité par le public des appareils à voilures tournantes. La sécurité des vols est un sujet vaste : les procédures de vol, l'approche de plateformes offshore ou de navires, l'autonomie de commande et contrôle, les manœuvres d'évitement des obstacles, les configurations de vols difficiles en terme de vision dégradée, d'environnement difficile (montagne, météorologie...) font l'objet d'études. La montée en puissance des études sur le comportement humain montre que les nouveaux concepts comme les missions opérationnelles en conditions complexes amènent le besoin de bien identifier et modéliser le facteur humain dans la boucle.

Réduction de la traînée de l'appareil, un élément important des performances et des coûts

Dans le cadre du projet Green Rotorcraft de Clean Sky, terminé fin 2016, l'Onera et le DLR ont produit des résultats importants. L'Onera, pour sa part, en a démontré que la traînée des parties hautes, hors rotor, qui représente 30 à 45 % de la traînée globale appareil peut être réduite de près de 5 %. Celle du fuselage, qui constitue environ 60 % de la traînée globale appareil d'un appareil de type 12-14 t peut être elle réduite de près de 6 %. La réduction de traînée du fuselage peut atteindre 5 % en vol de croisière, sur des formes arrière de type H135, H145 ou Caïman, par l'installation de systèmes dits Générateurs de tourbillons mécaniques permettant de faire recoller l'écoulement dans cette partie arrière à forte recirculation. Le gain de 5 % a été démontré en soufflerie et par des calculs sur une configuration de base. Des concepts basés sur des actionneurs fluidiques actifs peuvent amener des réductions encore plus importantes, allant jusqu'à 20 % démontrés en soufflerie.

Le moyeu et les éléments de la mécanique de la tête rotor sont à l'origine d'une partie non négligeable de la traînée aérodynamique de l'appareil : une réduction de cette traînée des parties hautes de 5 à 10 % prévue par des simulations numériques au moyen du code elsA de l'Onera a été confirmée par des essais en soufflerie.

La sécurité des vols, un critère clef

L'Onera travaille depuis de nombreuses années sur les phénomènes de perte de portance du rotor principal. Le VRS (Vortex Ring State) ou état d'anneaux tourbillonnaires est un cas récurrent. Il s'agit d'un fonctionnement particulier de l'hélicoptère potentiellement dangereux : en descente l'appareil rentre dans son propre flux rotor, pouvant entraîner un décrochage du rotor. L'Onera a mis au point un modèle numérique, identifiant clairement le domaine de vol où le VRS peut apparaître, validé par des données expérimentales en vol. Le bénéfice d'aides à l'évitement du VRS via l'utilisation de mini manches à retour d'efforts a pu être démontré, sur des simulateurs de vol de dif-

L'haptique (du grec haptomai), qui désigne « je touche », désigne la science du toucher, par analogie avec l'acoustique ou l'optique. Au sens strict, l'haptique englobe le toucher et les phénomènes kinesthésiques, c'est-à-dire la perception du corps dans l'environnement. (Wikipédia)

Le « retour haptique » est donc la sensation du réel renvoyée à l'opérateur par la machine.

> férents niveaux en collaboration avec le DLR.

Le retour haptique dans les commandes pilotes est appliqué à la sécurisation du vol au voisinage d'obstacles (voir encadré page précédente). L'Onera et le DLR développent des fonctions de restitution des efforts dans le manche sur des mini-manches actifs, afin d'avertir le pilote de la proximité d'obstacles. Une série d'évaluations sur le simulateur PycsHel de l'Onera - Salon de Provence a montré le bénéfice apporté par cette technologie en termes de sécurité et de charge de travail du pilote lors de vols en zones urbaines ou en vol proche du vol (vol tactique par exemple).

La manœuvre d'autorotation en cas de panne moteur (ou réduction de puissance moteur) fait partie des situations de cas de panne enseignées aux pilotes d'hélicoptères. Cependant, c'est une manœuvre particulièrement délicate à réaliser, demandant une réaction en quelques dixièmes de seconde. Dans le cadre de la coopération entre l'Onera et l'US Army, les équipes travaillent conjointement sur une large palette d'appareils pour la compréhension et la simulation des phénomènes. L'Onera a de plus développé des aides visuelles pour identifier une zone d'atterrissage possible, ainsi que la gestion des informations quantitatives sur les paramètres de vol pertinents (vitesse air, pente, régime de rotation) et le niveau de commande de pas collectif pour maintenir le régime de rotation du rotor principal optimal à la manœuvre de mise en sécurité.

L'homme dans la boucle

Dans l'activité de pilotage, le pilote doit contrôler l'attitude de son aéronef par rapport au sol tout en maintenant l'appareil sur une trajectoire et dans des conditions de charge de travail élevée, parfois dans des situations stressantes ou anxiogènes. Dans ces situations complexes, une incapacité à percevoir simultanément ces références peut avoir pour conséquence une perte de contrôle de l'appareil. L'Onera travaille avec Airbus et EuroMov (Université de Montpellier) sur la perception sensorielle de l'orientation et le contrôle du mouvement pendant le vol qui vise à :

- 1) caractériser et modéliser les mécanismes de désorientation spatiale dans des scénarios de simulation pilotée ;
- 2) évaluer comment les combinaisons des différentes modalités sensorielles produisent ou suppriment le phénomène de désorientation spatiale ;
- 3) afin de concevoir de nouveaux systèmes d'assistance pour la réduction du risque de désorientation des pilotes d'avions et d'hélicoptères. Ces phénomènes de désorientation spatiale sont d'autant plus critiques dans des conditions de vol dégradées (mauvaise visibilité, nuages de sable, basse altitude, environnement urbain ou

UNE COOPÉRATION INTERNATIONALE ACTIVE

Suite à la création de l'industriel franco-allemand Eurocopter, l'Onera et le DLR, son homologue Allemand, ont associé leurs efforts dès 1998, dans un programme coordonné de R&T. Cette dynamique a porté ses fruits. L'emblématique pale à double flèche *BlueEdge* est issue de cette coopération, les échanges entre chercheurs ayant enrichi la forme initiale ERATO (brevet Onera DLR) et permis de démontrer par des essais en soufflerie de caractéristiques différentes les performances et la réduction du bruit de 50 %. Plus récemment, le DLR et l'Onera ont présenté ensemble des réponses aux appels d'offres européens, tant au sein de *Clean Sky* que de *Clean Sky 2* ; leurs efforts coordonnés apportent ainsi aux industriels européens une expertise complémentaire.

Plus ancienne, la coopération avec les laboratoires de recherche de l'*US Army* et la NASA date de 1971. Plus orientée vers des recherches fondamentales et non compétitives, les activités conjointes permettent aux équipes de progresser sur leurs outils au travers de *benchmarking*, de comparaisons à des données expérimentales partagées. De nombreuses publications communes démontrent de l'intérêt d'une telle coopération.



Casque capteur d'activité cérébrale lors de simulation pilotée



Visualisation de l'approche du domaine de vortex (zone bleue)

montagneux...) qui constituent pour les hélicoptères des conditions usuelles de vol.

Note de fin d'article

L'auteur tient à remercier les experts ayant apporté leur contribution à cet article, Philippe Beaumier (chargé de mission machines tournantes), Arnaud Le Pape (aérodynamique), Laurent Binet (sécurité des vols), et Jean-Christophe Sarrazin (facteurs humains). ☺



Blanche Demaret,
Directeur
du programme
hélicoptères
à l'Onera

Après plusieurs postes à la DGA (DRET, DCI et SPAé) de 1977 à 2004, Blanche Demaret intègre l'Onera, où elle prend en charge le management et l'orientation des études englobant toutes les disciplines scientifiques du domaine de l'hélicoptère, ainsi que la coordination du programme Commun de Recherche entre DLR et Onera.

PRÉPARER L'AVENIR

Jean-Brice Dumont, IPA

Afin d'anticiper les futurs besoins de ses clients et les ruptures technologiques de demain, Airbus Helicopters maintient son investissement en matière de recherche et développement malgré un environnement de marché contraint.

L'innovation n'a de sens que si elle est mise au service de nos clients. L'affirmation sonne comme une évidence, mais elle se trouve pourtant au cœur de la stratégie d'Airbus Helicopters en matière de recherche et développement. A eux seuls, les chiffres peuvent donner un aperçu de l'engagement de notre société en matière de préparation de l'avenir : nous investissons en effet aujourd'hui sept fois plus qu'en 2007 en R&D. Mais pour Airbus Helicopters, l'innovation ne se résume pas à cet effort financier. C'est un état d'esprit, un mode de fonctionnement, une ligne conductrice qui anime l'ensemble de l'entreprise dans un souci de proposer des hélicoptères toujours plus sûrs, plus performants, plus compétitifs, tout en préparant l'avenir des modes de transport à décollage et atterrissage vertical.

Amélioration continue

Innover, c'est d'abord donner confiance dans le présent. La flotte mondiale d'hélicoptères Airbus représente plus de 12 000 appareils, en service auprès de 3 000 clients. Notre devoir absolu est d'assurer la sécurité des vols, la qualité de nos produits et services, et d'améliorer constamment la compétitivité de notre offre. Autant de priorités qui exigent un effort permanent de nos ingénieurs, chargés de proposer des réponses innovantes aux défis quotidiens de nos clients et opérateurs. L'amélioration continue de notre gamme prend des formes diverses : digitalisation de la maintenance, nouvelles technologies de production, approches « redesign-to-cost »... À titre d'exemple, Airbus Helicopters a récemment validé une nouvelle définition d'ensemble arrière (ro-



Le VSR700, drone hélicoptère de reconnaissance



Vue d'artiste du nouveau démonstrateur haute vitesse développé dans le cadre du programme Clean Sky 2

tor anticouple + poutre de queue) potentiellement applicable à notre gamme actuelle de monomoteurs légers. Cette nouvelle définition simplifiée permettra de réduire les cycles de production, tout en réduisant les coûts et en améliorant la fiabilité de l'ensemble. Une approche globale qui place le client – à travers la compétitivité et la qualité – au cœur du dispositif.

Innover, à court et moyen terme

Innover, c'est aussi préparer les technologies qui, demain, nous permettront de mettre sur le marché une nouvelle génération de

produits qui apporteront une forte valeur ajoutée à nos clients. Le H 160, dont deux prototypes sont actuellement aux essais en vol, est l'un des meilleurs ambassadeurs de cette stratégie. Concentré de nouvelles technologies (68 brevets ont été déposés pour soutenir la conception du H 160), le remplaçant du Dauphin établira de nouveaux standards en matière de discrétion acoustique, de maîtrise des vibrations ou de facilité de maintenance.

Au-delà des performances de la plate-forme, notre effort en matière de R&D va aussi permettre d'innover considérablement dans >

> la façon dont nous produisons les hélicoptères, et ce toujours au bénéfice de nos clients. Ainsi, grâce à un processus industriel plus moderne, inspiré des logiques de l'automobile et des avions commerciaux, nous allons non seulement abaisser les coûts, mais aussi faciliter significativement les activités de customisation sur la chaîne d'assemblage. Cette modernisation permettra ainsi à nos clients de décider plus tardivement de leurs équipements optionnels, tout en assurant une standardisation et une qualité accrues dans le cycle de production.

Préparer les produits et services de demain, c'est également tester et valider certaines des briques technologiques qui bénéficieront à notre gamme dans un avenir proche. Le banc d'essais volant Bluecopter a ainsi permis à Airbus Helicopters de tester en conditions réelles des innovations qui, demain, pourraient être appliquées à la gamme existante, ou intégrées sur les appareils actuellement en développement : nouveau design de fenestron, rotor principal amélioré, allumage/extinction rapide d'une turbine sur bimoteur... Dans la même logique, le programme de démonstration HCE (High Compression Engine), mené sous l'égide du programme Clean Sky 1, a permis de valider l'intégration d'un moteur à haut taux de compression sur hélicoptère léger et d'en préparer l'installation sur les drones légers de demain. En somme, autant de technologies qui contribuent dès aujourd'hui à dessiner pour nos hélicoptères un avenir plus sûr, plus économique, et plus performant, en pleine adéquation avec les besoins du marché et de nos clients.

Vision d'avenir

Innover, c'est enfin faire preuve de courage et de clairvoyance face à un avenir inconnu, à des ruptures technologiques toujours plus inattendues, et à un marché traditionnel de l'hélicoptère potentiellement bousculé par l'arrivée de nouveaux systèmes. Capitalisant sur l'expérience acquise au travers du programme de démonstration X3, Airbus Helicopters continue d'investir pour préparer l'avenir de l'hélicoptère à haute vitesse. Avec



Le concept de véhicule autonome CityAirbus

le concept hybride (un rotor principal suppléé par deux rotors latéraux), notre ambition est de gagner en vitesse de façon intelligente, en recherchant le meilleur équilibre entre performances pures, réduction des émissions, compétitivité et simplicité du design. Le pari est simple mais audacieux : en offrant une vitesse accrue de 50 % pour un coût d'exploitation supérieur de 25 %, l'objectif est de rendre la vitesse accessible pour nos clients sur des missions comme le transport d'urgence ou la recherche et sauvetage, à l'horizon 2030. Cette vision d'avenir fait actuellement l'objet d'un nouveau projet de démonstrateur, orienté sur les aspects missions et co-financé au titre du

programme européen Clean Sky 2, et dont le vol inaugural est prévu au tournant de la décennie.

Les technologies de vol autonome et les produits associés, qui font couler tant d'encre depuis quelques années, sont également au cœur de notre stratégie d'innovation. Dans le domaine militaire d'abord : avec le projet VSR 700, Airbus Helicopters entend capitaliser sur l'expérience acquise depuis plus de dix ans au travers de plusieurs programmes de démonstration grandeur nature afin de proposer, à l'horizon 2019, un drone VTOL léger, embarqué et polyvalent, capable de répondre aux besoins des marines internationales. Secteur stratégique, le vol auto-

VISITE DES INGÉNIEURS DE L'ARMEMENT À AIRBUS HELICOPTERS MARGNANE



De gauche à droite :
Alexander Schaub,
Magalie Gibergues,
Nathan de Lara,
Yoel Dadoun,
Thibaut Lajoie-Mazenc,
Albert Desmoulines,
Jérôme de Dinechin,
Hervé Strozky,
Nicolas Cliche,
Lucien Masson.

Le 25 janvier dernier, la promotion des Ingénieurs de l'Armement X2012 a pu visiter le site d'Airbus Helicopters à Marnagnan dans le cadre de la FAMIA (Formation Administrative et Militaire des Ingénieurs de l'Armement). Différentes lignes de production nous ont été présentées, notamment celle des H225 Super Puma / Caracal. Ces appareils complexes sont produits en nombre relativement limité, et différentes versions sont disponibles, ce qui fait de l'assemblage de chaque exemplaire un vrai défi logistique et technique.

Après un court passage par la fabrication des transmissions et rotors, pièces de précision et chefs d'œuvre d'ingénierie, nous avons pu assister à quelques essais impressionnants de vols d'hélicoptères assemblés sur site.

Dans la deuxième partie de la visite, la ligne de production des H130 Écureuil était au programme. Optimisée afin de pouvoir soutenir une cadence de production plus importante que la première, elle était découpée en une dizaine d'étapes de durée équivalente, afin de faciliter la production en chaîne. L'intérêt est bien sûr de produire à plus bas coût en gagnant en efficacité.

Bien évidemment, le MCO (Maintien en Condition Opérationnelle) n'était pas oublié, et nous avons pu discuter avec les techniciens chargés de la maintenance des appareils de retour des théâtres d'opérations. Nous avons ainsi appris que ce métier comportait des risques imprévus : attention aux morsures d'araignées venimeuses piégées dans les appareils qui reviennent du désert !

Alors que la météo devenait de plus en plus capricieuse et que la grêle commençait à s'abattre sur le site de Marnagnan, nous avons fini la visite sur une présentation plus générale du groupe Airbus.

Nous aurons surtout retenu l'enthousiasme de la jeune chargée de communication lorsqu'elle nous a parlé de son métier à Airbus Helicopters : son père déjà y travaillait, et malgré un marché de l'hélicoptère qui n'est pas au plus haut de sa forme, pour elle, il n'y a pas de métier plus passionnant !

Pour la promo IA 2015, Alexander Schaub

nome promet également de transformer en profondeur le monde civil, et Airbus a l'intention de jouer un rôle de premier plan dans cette révolution annoncée. Des millions d'heures sont perdues chaque année dans les mégapoles du monde entier à cause des embouteillages. L'avènement de véhicules propres, économiques et permettant de transporter de façon autonome des passagers sur de courtes distances est un formidable défi lancé à notre industrie

historique de l'hélicoptère. Avec le projet CityAirbus, lancé en 2017, Airbus Helicopters entend apporter sa contribution à cette problématique. Véhicule à propulsion électrique, capable d'embarquer jusqu'à 4 passagers sur de courts trajets urbains, CityAirbus doit faire l'objet de premiers essais en vol fin 2018. Ce projet ambitieux est l'occasion d'affiner les contours de nouveaux objets volants qui, demain, pourraient changer notre vision du ciel. ☺



Jean-Brice Dumont,
IPA, Vice-
Président Exécutif
Engineering-Airbus
Helicopters

Jean-Brice Dumont (X, Sup'Aéro) a débuté sa carrière professionnelle aux essais en vol à la DGA, sur le programme Tigre. En 2008, il rejoint Airbus Helicopters où il occupe plusieurs postes à la direction des programmes NH 90 et Super Puma, avant de prendre la direction du bureau d'études en juin 2012. En février 2017, il est nommé directeur de l'ingénierie d'Airbus.

LA DGA AU CŒUR DE L'ÉVOLUTION DES FLOTTES D'HÉLICOPTÈRES DES ARMÉES

GRANDES TENDANCES ET NOUVEAUX PROJETS

Stéphane Kammerer, IGA

Les hélicoptères des armées de tous types sont toujours plus engagés dans les opérations extérieures et leur plus-value opérationnelle est évidente et incontestable. Elle requiert une adaptation ou des évolutions des flottes existantes aux nouveaux contextes opérationnels et aux exigences du terrain. L'acquisition à moyen terme de nouvelles flottes adaptées à ces nouveaux enjeux est également indispensable.

Des missions opérationnelles de plus en plus nombreuses et diversifiées

Le panel des missions opérationnelles confiées aux hélicoptères des trois armées et des forces spéciales ne cessent, au cours de ces dernières années de se diversifier au gré des crises et conflits rencontrés (Harmattan, Serval, Sangaris, Barkhane, Arromanches...): transport de combattants, missions de reconnaissance et de recueil de renseignement, recherche et sauvetage en territoire hostile, évacuation sanitaire ou de ressortissants, fonctions de commandement, destruction d'objectifs variés (chars, véhicules légers, postes de commandement, infrastructures, dépôts logistiques...), appui et protection des forces au sol ou encore missions de service public sur le territoire national.

Ces nombreux engagements opérationnels peuvent soulever non seulement des questions sur l'adéquation des plateformes en service avec les besoins rencontrés en opérations mais aussi sur leur disponibilité opérationnelle à travers les opérations de maintenance et la logistique des rechanges.

La DGA au cœur de ces enjeux

La DGA, qui intervient, dans le domaine des hélicoptères, au profit des trois armées, mais aussi au profit de la Gendarmerie nationale, des Douanes et de la Sécurité civile, est au cœur de ces enjeux. Elle

intervient sur l'ensemble du spectre qui va de « l'Urgence opérations » à la préparation de l'avenir: elle soutient et promeut les innovations technologiques indispensables aux capacités des hélicoptères de demain, en son nom propre au travers des études amont du programme 144, mais aussi, dans ce domaine dual, en coordination avec la DGAC dans le cadre des Programmes d'investissement d'avenir (PIA). Elle assure la maîtrise d'ouvrage des nouveaux développements que ce soient des adaptations, de nouvelles versions ou de nouvelles plateformes. Enfin, sur les nouveaux développements, la prise en compte au plus tôt de concepts de maintenance innovants sont au cœur de la disponibilité opérationnelle de demain.

La DGA s'appuie sur une industrie nationale et européenne soumise à la concurrence internationale tant sur le marché civil que sur le marché militaire. Cette industrie doit en outre faire face aux fluctuations du marché civil soumis à des facteurs exogènes telles que les évolutions des cours du pétrole dans le domaine de l'*offshore*. La dualité du domaine est par ailleurs source d'opportunités tant sur les innovations technologiques que sur les projets. Ainsi le renouvellement des gammes civiles, notamment celles d'Airbus/hélicoptères avec les projets X4 (gamme Dauphin), X6 (hélicoptère de manœuvre) et X9 (gamme EC145), peuvent constituer des opportuni-

tés pour les besoins militaires actuels et futurs.

L'adaptation permanente des flottes en service

Pour répondre à l'évolution des missions opérationnelles, il est nécessaire d'adapter les hélicoptères en service, du moins ceux qui ont une durée de vie encore importante. Ces projets de tailles très variées, souvent érigés en « Urgences opérations », requièrent réactivité et un rebouclage très serré avec les opérationnels.



Hélicoptère Cougar en opérations

À ce titre, on notera l'intégration de nouveaux armements en sabord ou en axial (M3M et SH20 sur Cougar et Caracal, Gattling sur Gazelle), l'ajout de capacités de communication satellitaires, la généralisation du système d'information tactique SITALAT ou encore l'acquisition de nouvelles capacités de vision nocturne jusqu'à des niveaux de nuit 5 indispensable aux équipages de l'ALAT.

Par ailleurs, des évolutions peuvent aussi être imposées par des conditions d'emploi inédites en opérations extérieures, telles, par exemple, celles des entrées



Environnements sévères en opérations...



Hélicoptères Tigre en version HAP et HAD

d'air du système propulsif des hélicoptères Caracal opérées dans la bande Sahélo-Saharienne.

Enfin, l'évolution des réglementations en vigueur notamment en matière de navigation (OACI) nécessitent de mettre à niveau les flottes les plus anciennes mais aussi les simulateurs pour la formation et l'entraînement des équipages.

L'évolution des hélicoptères de dernière génération

Pour les machines de dernière génération (NH90 et Tigre), l'adaptation aux nouveaux besoins se traduit par le développement de nouveaux standards ou de nouvelles versions qui pourront inclure des évolutions significatives en matière de conduite de tir, de sécurité en vol opérationnel, d'autoprotection et de combat collaboratif.

Pour l'hélicoptère Tigre, une première étape a été franchie fin 2016 avec le lancement du développement du standard 2 de la version HAD avec l'intégration d'un GPS en version SAASM et des roquettes guidées laser de précision métrique afin de disposer d'une gamme élargie d'armements air-sol adaptés aux différents types de cibles : missiles air-sol pour des cibles durcies (chars, infrastructures...) et roquettes guidées la-

ser pour des cibles plus « molles » (pick-up, véhicules légers...).

Les choix relatifs au standard 3 du Tigre HAD, dont le développement est prévu à partir de 2019, seront établis à la fin de l'année 2017. A cette fin, les études préparatoires portent sur l'intégration d'un futur missile sol-air (MAST-F) et d'une nouvelle conduite de tir à travers l'étude amont MATTI 3 (Maturation technologique pour le Tigre Standard 3). Les améliorations sont axées sur le viseur de toit (*Roof monitoring system*), le casque de visualisation TopOwl (*head monitoring system*), la fusion des senseurs, l'emploi de bases de données terrain en vol et l'exploitation du traitement d'image pour la veille offensive et la sécurité en vol.

Quant à l'hélicoptère NH90, des réflexions sont en cours dans le contexte de la prochaine Loi de Programmation Militaire pour une version « Forces Spéciales ». Cette version pourrait intégrer des capacités supplémentaires en matière d'autoprotection et de vision nocturne pour les vols de pénétration à très basse hauteur avec l'intégration de nouveaux capteurs (caméra, capteurs) et des casques de vision de l'équipage adaptés en conséquence. À plus long terme,

une rénovation à mi-vie du NH90 devra être envisagée après 2025. Pour ces deux programmes menés en coopération à travers respectivement l'Occar et la Nahema (agence de l'Otan), la préparation de ces évolutions significatives requiert de trouver des partenaires afin de partager les coûts de développement et de limiter le nombre de versions.

L'acquisition d'une nouvelle flotte, le programme d'Hélicoptère interarmées léger (HIL)

Au-delà des adaptations des flottes encore pérennes (Cougar, Caracal) et des nouvelles versions des hélicoptères de dernière génération (Tigre, NH90), il est en outre nécessaire d'acquérir de nouvelles plateformes pour non seulement remplir les missions des flottes qui arriveront en fin de vie à court ou moyen terme (hélicoptères Alouette, Panther, et Dauphin de la Marine, hélicoptères Gazelle de l'armée de Terre et hélicoptères Puma et Fennec de l'armée de l'Air) mais aussi de nouvelles missions, telle la lutte anti-navire avec le missile Anti-navire léger (ANL).

Tel est l'objectif du programme d'Hélicoptères interarmées légers (HIL) qui fait l'objet d'un article dédié dans ce même magazine. ☺



Stéphane Kammerer, JGA
Directeur de l'Unité de Management des opérations d'armement hélicoptères et missiles (UM HMI)

Après une première partie de carrière à la DGA dans les programmes de missiles, Stéphane Kammerer a rejoint en 2007 l'Inspection générale des armées-armement et en 2010 le Secrétariat Général à la Défense et à la Sécurité Nationale (SGDSN). Revenu à la DGA en 2014, il est depuis le 1^{er} janvier 2017 directeur de l'UM HMI.

HIL, L'AVENIR DES HÉLICOPTÈRES LÉGERS DE LA DÉFENSE

UN APPAREIL POUR 13 MISSIONS

Wilfried Wintrebert, IPA

Les hélicoptères légers des armées sont une composante essentielle des opérations nationales et extérieures au quotidien. Leur diversité et leur ancienneté entraînent des complexités et des coûts qu'il convient de rationaliser. Avec un remplacement visé à partir de 2024, le programme HIL a vocation à répondre aux exigences de polyvalence, de disponibilité et de complémentarité à un coût maîtrisé.

Le programme Hélicoptère Interarmées Léger (HIL) vise à remplacer 6 flottes (Gazelle, Alouette III, Dauphin, Panther, Fennec, Puma air) en service dans les trois armées pour près de 200 hélicoptères en service actuellement. Il devra assurer comme principales missions :

- la surveillance et la défense de l'espace aérien national dans le bas du spectre de vitesse et d'altitude (mission MASA) ;
- la participation à la surveillance de l'espace maritime et l'intervention en protection de la force navale et la lutte contre les activités illicites ;
- la participation à l'engagement d'une force aéroterrestre par des missions de reconnaissance armée, d'appui à l'engagement des unités aéromobiles (appui à l'engagement des hélicoptères d'attaque, escorte d'hélicoptères de manœuvre), d'infiltration d'équipes légères spécialisées et des forces spéciales ;
- la réalisation de missions de secours, de transport léger et de soutien logistique ;
- la formation spécialisée des équipages des trois armées.

Complémentaire des flottes spécialisées NH90, Tigre ou Caracal, la flotte doit offrir une polyvalence pour les trois milieux d'intervention, les armements spécialisés et les objectifs propres à chaque armée.

Convergence interarmées et ingénierie système

Basés sur le besoin décrit dans l'objectif d'Etat-major de 2009, les travaux du stade d'orientation ont débuté en 2012 à la suite de la

validation du dossier d'orientation. Ils se sont appuyés dès le début sur l'approche d'ingénierie système pour permettre la capture du besoin et une analyse convergente interarmées.

Ont ainsi été définies six grandes familles de scénarios, détaillés en treize missions couvrant les objectifs interarmées pour la flotte HIL. Ces missions ont ensuite été détaillées au travers de la conduite d'une analyse fonctionnelle et de la valeur, base du cahier des charges fonctionnelles du futur programme. Cette démarche a permis d'enchaîner avec la rédaction détaillée du besoin au travers de la fiche de caractéristiques militaires stabilisée. L'approche d'ingénierie système a conduit à définir les principaux points d'attention pour la conduite

de l'opération, notamment les contraintes d'intégration d'armement (dont le missile ANL), de vitesse, d'autonomie et d'action coopérative au sein du dispositif opérationnel considéré.

Militariser une base civile ou adapter des hélicoptères militarisés

Le document d'orientation a précisé que l'opération devait s'attacher à réaliser une acquisition patrimoniale soit par la militarisation d'un appareil civil, soit par l'adaptation d'un appareil militarisé existant, voire avec une approche mixte. Les options étudiées par l'équipe de programme intégrée ont recherché le meilleur compromis entre des flottes hétérogènes, situation historique actuelle, jusqu'à

EVALUER LES PERFORMANCES AU REGARD DE LA POLYVALENCE INTERARMÉES

Les configurations et les combinaisons générées sont nombreuses du fait des missions HIL à considérer et de la variété des équipements à intégrer.

Pour permettre l'évaluation technico-opérationnelle des différentes catégories d'hélicoptères, un outil de simulation a été développé en interne DGA en plus des études industrielles contractualisées. Il a permis, à partir de performances représentatives des appareils retenus, de déterminer les principales performances et limitations de ces derniers pour les 13 missions définies en différents points du globe. L'emploi de ces outils de simulation et l'intégration sur maquette numérique ont conduit à une meilleure compréhension des besoins essentiels des armées, ont participé de la convergence interarmées du besoin et ont fourni une expertise étatique complémentaire.

Plus largement, cette prise de compétence en amont du programme s'avère pérenne pour l'approfondissement des travaux en élaboration et exploitable rapidement au profit du domaine des hélicoptères dans la perspective d'optimisation des effets opérationnels de la composante hélicoptée.

la possibilité de couvrir le besoin avec une flotte constituée d'un type unique d'hélicoptère.

Les analyses se sont attachées à regarder, sur la base des hélicoptères disponibles à l'horizon 2019-2020 les avantages et limitations des appareils de 3 à 6 tonnes.

A partir du besoin exprimé par les armées, les performances et capacités requises ont permis un criblage des candidats des catalogues industriels d'Airbus/helicopters, de Leonardo (ex Agusta-Westland), de Sikorsky et de Bell.

Les critères principaux du choix pour le programme

Le dossier de choix validé en mars 2017 s'est attaché à hiérarchiser six grands éléments selon les options considérées :

- la réponse au besoin opérationnel, y compris en analysant des options plus modestes en performances ;
- le potentiel d'évolution de la flotte considérée : avec un déploiement à l'horizon 2024 et une exploitation supérieure à 30 ans, il convient de réduire le niveau initial des obsolescences et de s'assurer de la soutenabilité du support technique en utilisation ;
- la cohérence avec la politique technique et sectorielle nationale : prise en compte sur le HIL des dispositifs développés et orientations décidées par ailleurs au profit de l'action opérationnelle, dans le respect des contraintes nationales et internationales ;
- l'efficacité du soutien : dans la continuité des travaux sur la disponibilité des hélicoptères, les recommandations ont été prises en compte et leur applicabilité analysées selon le format de flotte considéré ;
- le coût d'acquisition : plateformes, équipements et système de soutien ;
- le coût global : synthèse sur plus de 30 ans d'exploitation selon le mode de soutien applicable et en comparaison du coût actuel de soutien des flottes anciennes du périmètre.

Le H160 pour répondre aux objectifs de polyvalence et de disponibilité

Pour les missions spécifiques aux Puma air, il est apparu nécessaire de prévoir l'acquisition complémentaire d'hélicoptères de



H160 PT1 et PT2 en formation au-dessus de la méditerranée

manœuvre sur la base des flottes existantes à l'horizon considéré.

Pour la majorité restante des missions, la synthèse de ces critères a conduit à privilégier le choix de la militarisation d'une plateforme civile unique de génération récente. Dans ce cadre, l'appareil Airbus/helicopters H160 en cours de certification, avec deux prototypes déjà en vol, constitue la réponse adéquate aux différentes contraintes du programme HIL.

En effet il conjugue :

- le recours à une machine unique pour remplacer 6 flottes différenciées, soit une simplification conséquente de la gestion de configuration et logistique et un effet d'échelle majeur pour l'exploitation et le suivi en service de plus de 160 appareils ;
- un potentiel initial élevé à la mise en service opérationnelle du fait d'une certification CS 29 en cours, en application des références les plus récentes pour cette catégorie d'hélicoptère ;
- l'intégration anticipée des contraintes de maintenance grâce au retour d'expérience des utilisateurs des flottes militaires, pétrolières et parapubliques pour proposer des solutions modernes

et respectueuses des contraintes d'emploi et d'isolement des futurs opérateurs ;

- une couverture adaptée du besoin exprimé, prenant en compte la polyvalence interarmées requise.

Enfin l'approche modulaire de la militarisation de cette plateforme assurera la diversité capacitaire et l'adaptabilité du HIL sur la base d'un H160M (M pour Militaire).

Les travaux désormais engagés consistent à détailler les activités de développement et de production déclinées pour une base H160 pour préparer le lancement de la réalisation d'ici 2019. ☺



Wilfried Wintrebert,
IPA, Manager HIL
à la DGA

Après des postes techniques sur les moteurs aéronautiques, une formation PENA et le suivi des exportations d'armement à la Direction du développement international, Wilfried Wintrebert a été architecte capacitaire « santé et NRBC » à la Direction de la stratégie. Il a intégré la Direction des opérations en 2013 comme manager des hélicoptères légers, des études amont, puis du programme HIL.

LE MCO¹ DES HÉLICOPTÈRES :

LA SOMME DE TOUTES LES CONTRAINTES

Jean-Marie Bergeaud, IC1ETA

Depuis Léonard de Vinci et sa "Vis Aérienne" qui ne pouvait voler, les aéronefs à voilures tournantes sont l'objet des plus grandes ambitions. Manœuvrer près du sol, voler de jour comme de nuit dans des conditions météo adverses, atteindre des vitesses élevées, se déplacer en silence, délivrer des armements... et, évidemment, en complète sécurité et parfaitement intégré dans la circulation aérienne. Le soutien d'un tel système relève-t-il d'une nouvelle quadrature du cercle ou d'un simple mais complexe défi méthodologique ?

Les voilures tournantes sont une composante essentielle pour les armées. Que ce soit pour le combat aéroterrestre ou maritime, le transport, le sauvetage ou les opérations spéciales, les possibilités d'atteindre des lieux qualifiés d'inaccessibles justifient de disposer d'un parc important et diversifié d'hélicoptères. Ainsi, sur les près de 1 300 appareils soutenus par la SIM-MAD en 2015, un tiers sont des hélicoptères. Cette proportion élevée s'explique par la longévité de ces machines et par leur diversité. Par exemple à côté de ses NH-90 Caïman, la Marine Nationale disposait encore en 2015 de 21 Alouette 3. Alors que l'âge moyen des avions de transport est en voie de rajeunissement avec l'arrivée des A400M et des C130J, l'âge moyen des parcs d'hélicoptères est encore en hausse. Cependant, quel que soit l'âge des machines ou leur technicité, leur disponibilité est régulièrement critiquée. De multiples causes concourent à ce mauvais résultat.

De nombreuses contraintes, quelques exemples...

Une forte dimension technique

Les solutions techniques utilisées pour le vol des voilures tournantes sont plus complexes que celles des voilures fixes. Les ensembles

tournant, les vibrations induites, les puissances nécessaires au vol stationnaire impliquent des rythmes de maintenance préventive soutenus. Les progrès dans les matériaux qui ont permis des évolutions technologiques importantes comme par exemple le choix d'un rotor rigide (sans articulation de battement ou de traînée) pour le Tigre contribuent à une réduction des actes de maintenance mais, par leur jeunesse, induisent aussi des maintenances complémentaires parfois rendues nécessaires par précaution. Pour les hélicoptères plus anciens, les difficultés sont d'une autre nature. La raréfaction des pièces et des savoir-faire conduisent à une augmentation des coûts de soutien.

La navigabilité

Les hélicoptères militaires s'intégrant dans la circulation aérienne générale, ils sont soumis aux règles de navigabilité imposant des processus industriels conformes pour la définition/conception ou pour le soutien. De même, la plupart des équipements doivent être en phase avec des butées calendaires ou horaires. Ces éléments définissent une organisation du soutien rigoureuse et traçable n'offrant que peu de liberté. Bien sûr, même s'il existe des mesures dérogatoires, l'organisation de la "navigabilité" en OPEX doit être similaire à celle utilisée en métropole. Ceci impose une cohérence dans l'organisation et les moyens utilisés.

Le système d'information logistique

L'essor des systèmes d'information combiné avec la nécessité de maintenir les traditionnelles "formes" pour des raisons de sécurité de la traçabilité a rendu les utilisateurs très dubitatifs. Il a été remarqué que 3 jours suffisaient pour enrôler un nouvel hélicoptère avec le traditionnel bac à fiche, et qu'il en faut aujourd'hui près de 10. Pourtant, la gestion technique et logistique des H/C nécessite un système d'information performant permettant d'alerter, gérer et communiquer. Le SIL (Système d'Information Logistique) cible du MCO aéronautique, Brasidas, est en cours de développement. Il devrait permettre l'harmonisation des fonctionnalités et procédures. En parallèle, une évolution des procédures de saisie des informations laisse envisager une nette amélioration de la "supply chain".

La coopération

La forte attente des État-major en termes capacitaires dans une période sous forte contrainte budgétaire représente une incitation à la recherche de coopérations. Or dans ce cas, les stratégies de soutien sont naturellement orientées vers des solutions méthodologiques comme par exemple le SLI (Soutien Logistique Intégré) pour le Tigre. Mais souvent lors de l'exploitation dans des contextes différents de systèmes aussi polyvalents, les concepts évoluent. Lorsqu'il s'est avéré nécessaire

¹ MCO : Maintenance en condition opérationnelle

de réaliser des visites intermédiaires rapprochées sur le Tigre, le concept initial de maintenance "selon état" a évolué vers la "maintenance préventive". Pour les programmes en coopération, une telle évolution conduit à abandonner toute idée de Pooling & Sharing, concept proposé par l'Allemagne et la Suède lors de la Présidence suédoise du Conseil de l'Union européenne de 2009.

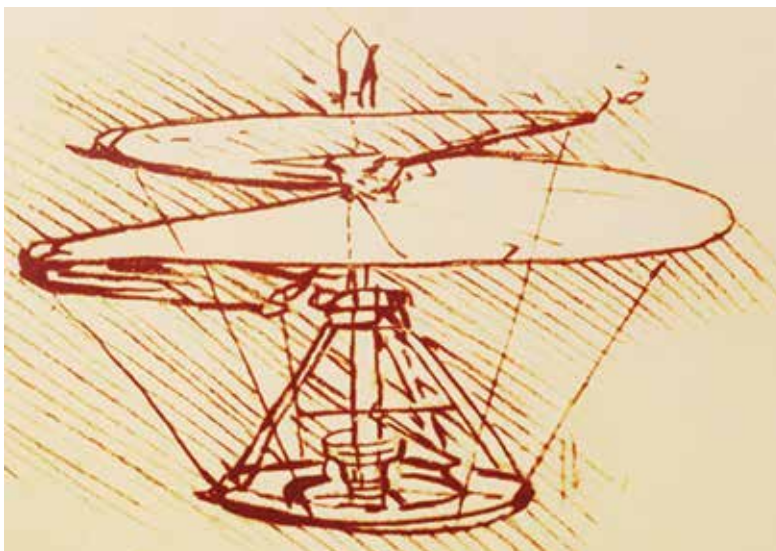
Ces quelques constats sont à l'origine de sérieux problèmes de disponibilité des hélicoptères qui font l'objet de toutes les attentions. Pris isolément, il est peu réaliste de blâmer la navigabilité pour un manque de rechange. Mais si le SIL n'est pas à jour ou pas complètement renseigné, la combinaison des exigences conduit inmanquablement à de nombreux cas de désynchronisation des actes de maintenance provoquant inmanquablement des retards.

Quelles pistes d'amélioration ?

Les responsables de soutien en service (RSS) de la SIMMAD, au contact direct des équipes de programme sont pleinement impliqués dans l'optimisation des concepts de soutien. Ils coprésident avec la DGA la réalisation d'études au sein du collège du MCO Aéronautique permettant d'approfondir leurs réflexions en vue de l'obtention de résultats concrets.

L'innovation

Les évolutions technologiques comme le RFID (Radio Frequency Identification) ou le HUMS (Health & Usage Monitoring System) sont prometteuses tant pour la logistique que pour la technique. Les imprimantes 3D représentent une technologie de rupture et les capacités du Big Data pourraient permettre une nouvelle approche du RETEX. Enfin, les systèmes d'échange de données Acars (Aircraft Communication Addressing and Reporting System) utilisé par les compagnies aériennes sont particulièrement intéressants pour les futurs drones de combat. Mais ne le seraient-ils pas également pour les hélicoptères d'attaque ou de manœuvre ?



"Vis Aérienne" de Léonard de Vinci

« LES SOLUTIONS TECHNIQUES UTILISÉES POUR LE VOL DES VOILURES TOURNANTES SONT PLUS COMPLEXES QUE CELLES DES VOILURES FIXES »

L'innovation peut aussi prendre sa place dans la relation avec les industriels. L'ingénierie contractuelle concerne non seulement les optimisations comme l'allongement de la durée des contrats pour une meilleure visibilité ; celle-ci devant conduire à une meilleure disponibilité. Mais aussi, elle doit permettre de regrouper, factoriser ou unifier les contrats pour un juste partage des responsabilités. C'est particulièrement d'actualité pour les hélicoptères.

Les outils : plateaux, Supply Chain et feuille de route

Les plateaux Etat-Industrie sont des structures collaboratives qui peuvent se révéler opportune pour répondre à des enjeux à la fois opérationnels, techniques, organisationnels et économiques. Cet outil a fait ses preuves mais nécessite une forte gouvernance pour une bonne allocation des actions et de leur suivi.

La logistique étatique a souvent été considérée comme peu efficace mais reconnue comme indispensable pour les OPEX. Une nouvelle "supply chain" étatique et en cours de montée en puissance. Sa mise en place rapide est nécessaire à l'heure

où de nombreux programmes s'orientent vers le fonctionnement en mode guichet : le guichet tenu par l'industriel récupère une pièce défectueuse qu'il remplace par une nouvelle en bon état.

La feuille de route est un moyen efficace permettant de traiter la plupart des évolutions nécessaires. Elle définit les étapes clés tant financières que techniques pour anticiper un changement de technologie. Partagée entre les différents acteurs elle représente l'objectif commun de l'équipe de programme et fédère les énergies. ☺



Jean-Marie Bergeaud,
IC1ETA, Chef de la
composante des
responsables du
soutien en service
(RSS)-SIMMAD

RSS drones et armement sol-air à la SIMMAD, Jean-Marie Bergeaud a commencé sa carrière à DGA-EV principalement par les essais du Tigre. Il intègre ensuite l'OCCAR à Bonn pour l'acquisition des moyens de formation de cet hélicoptère. De retour en France, après le CID, il s'implique dans la préparation de l'avenir au SASF puis dans les RI qui le conduisent à Stockholm comme attaché de défense.

HÉLICOPTÈRES ET DRONES

SUR LES NAVIRES MILITAIRES

Régis Beaugrand, IGA

La mise en œuvre d'un hélicoptère ou d'un drone sur un navire militaire requiert à la fois une adaptation de l'hélicoptère aux conditions d'emploi sur le navire et une adaptation du navire aux différents types d'hélicoptères ou de drones qu'il peut recevoir. Dans ce dernier domaine, DCNS poursuit son action de précurseur, avec l'ambition d'intégrer tout type d'engins aériens sur l'ensemble de sa gamme, du patrouilleur jusqu'aux navires très armés, grâce à un investissement important et continu en R&D. Fort de cette expertise, cet article détaillera les différentes facettes réglementaires et techniques permettant l'intégration efficace d'un hélicoptère ou d'un drone sur un navire armé.

Les hélicoptères et les drones aériens mis en œuvre sur les navires militaires permettent aujourd'hui de réaliser des fonctions opérationnelles essentielles qui les rendent indispensables sur tous les navires modernes. Ils offrent aux navires une allonge considérable de leurs senseurs et effecteurs: lutte anti sous-marine (ASM), surveillance de zone, reconnaissance et désignation d'objectifs, transport, récupération à la mer, ...

Les avions ne peuvent être mis en œuvre que sur des navires très spécialisés alors que les hélicoptères et les drones à ailes tournantes se contentent de ponts d'envol plus réduits, réalisables sur des frégates, des corvettes, ou même des patrouilleurs. La principale contrainte des ailes tournantes est d'avoir une consommation en carburant supérieure aux ailes fixes.



Drone S-100 sur le patrouilleur Adroit

DCNS prévoit dès la conception l'adaptation de ses plateformes navales aux hélicoptères et aux drones pour garantir une disponibilité maximale des engins aériens

et pour assurer leur intégration fonctionnelle, en toute sécurité.



Hélicoptère NH90 sur une frégate

Cet adaptation recouvre plusieurs domaines techniques: l'architecture navale, l'hydrodynamique, l'emménagement, la structure, les systèmes aéronautiques, le système de combat et même la peinture, la CEM, les facteurs humains...

Il existe de nombreux documents normatifs définissant les critères à respecter pour qu'un navire militaire puisse recevoir des hélicoptères. Ceux-ci sont fondés sur une longue expérience des Marines concernées: STANAG (OTAN), et pour la France, les instructions DGA et des règlements internes (DCNS).

Pour la France, l'homologation d'un navire à recevoir un type d'hélicoptère ou de drone est donnée par une Commission mixte DGA-Marine-CPPE qui s'appuie sur ses experts du CEV (centre d'essai en vol) et du CEPA (Centre d'expérimentation pratique de l'aéronautique navale).

Suivant les types d'hélicoptères et les spécifications du navire, il est

possible de réaliser les fonctions suivantes:

- le VERTREP (vertical replenishment), c'est-à-dire le vol stationnaire au-dessus de la plateforme hélico, pour du transfert de charge, de personnes, ou du ravitaillement en carburant,
- le décollage et l'appontage depuis la plateforme hélico,
- la mise à l'abri de l'hélicoptère dans un hangar, avec différents types d'interventions possibles pour entretien.

Une des opérations les plus délicates pour la mise en œuvre d'hélicoptère ou de drone sur un navire est l'appontage.

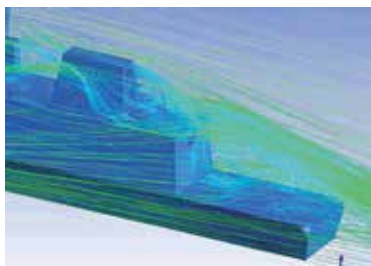
La géométrie de la plateforme hélico est fondamentale. Les dimensions de la plateforme et les distances à respecter vis à vis des obstacles sont bien définies par type d'hélicoptère dans les documents normatifs déjà cités.

La structure de la plateforme hélico doit bien sûr être dimensionnée pour que le pont ne se déforme pas suite à un appontage brutal, en prenant en compte le poids de l'hélicoptère mais aussi l'écrasement des roues de l'hélicoptère. Dans l'hypothèse d'un crash, le pont est calculé pour rester toujours étanche.

Les mouvements de plateforme (roulis, tangage, lacet) au point de poser de l'hélicoptère ou du drone ne doivent pas excéder certaines limites définies dans les documents normatifs.

Les turbulences dues au vent relatif sur la plateforme hélico doivent

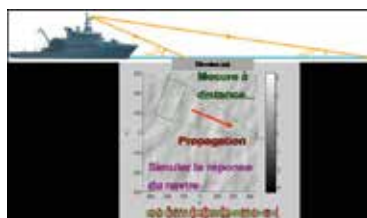
aussi être réduites au minimum par des mesures architecturales. L'hélicoptère et le drone peuvent être perturbés par les rayonnements électromagnétiques dus aux radars et antennes du navire. Une étude de compatibilité électromagnétique (CEM) est donc nécessaire. L'architecture du navire (position de la plateforme hélico sur le navire, position et hauteur des superstructures avoisinantes, déplacement du navire, formes de coque) a une influence directe sur les mouvements de plateforme, en fonction de l'état de mer et de la vitesse du navire, ainsi que sur les turbulences. Outre les essais sur maquettes (essais hydrodynamiques en bassin, essais en soufflerie), il existe aujourd'hui des moyens de simulations qualifiés pour déterminer à l'avance ces valeurs et optimiser l'architecture. Les mouvements peuvent être réduits grâce à l'utilisation de stabilisateurs. Des outils de simulations permettent de prévoir avec fiabilité ces valeurs.



Simulation aérologie

Des outils d'aide à la décision sont aujourd'hui mis à disposition des marins pour leur permettre d'optimiser la route et la vitesse du navire en fonction de l'état de mer. Les mouvements de plateforme sont aléatoires mais il est possible, à partir de l'enregistrement de mouvements passés, de déterminer plusieurs secondes à l'avance, les mouvements à venir ou leur amplitude maximale. Des développements sont aujourd'hui en cours pour obtenir avec un préavis plus long (de 30s à plusieurs minutes) l'assurance de périodes tranquilles, c'est-à-dire la certitude que les mouvements de plateforme ne dépasseront pas des valeurs fixées, autorisant ainsi l'appontage. Ces développements reposent sur la mesure de

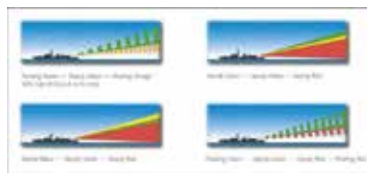
hauteurs de vagues par radar ou lidar à l'avant du navire et sur des calculs de propagation de vagues.



Prédiction d'accalmie

L'appontage requiert aussi des compétences longues à acquérir nécessitant des formations lourdes sur simulateurs et des contrôles réguliers pour les pilotes d'hélicoptères, les officiers aviation, et les « chiens jaunes » qui guident les pilotes depuis la plateforme hélico.

Il existe heureusement des aides à l'appontage extrêmement utiles, en particulier pour les appontages de nuit. On peut citer les feux de ralliement, les marquages de la plateforme, l'éclairage de celle-ci, et les aides optiques type IPD (indicateur de pente de descente) et BRH (barre de référence horizon).



Indicateur de Pente de Descente

Pour les drones, l'appontage est généralement assisté dans le système de contrôle du drone. Il est dirigé par un opérateur situé sur le navire, qui supervise et commande le drone jusqu'à son appontage. Des aides particulières ont été développées par DCNS pour faciliter cette tâche.

Des prototypes d'appontage automatique pour drones ont aussi été développés et testés avec succès :



Appontage automatique D2AD

Tous ces développements préfigurent les aides à l'appontage de demain, pour les drones comme pour les hélicoptères.

Il convient aussi de faire en sorte que l'hélicoptère ou le drone, une fois posé sur le pont, soit arrimé et ne puisse glisser, à la suite d'un coup de roulis par exemple. La solution la plus rapide est une grille d'appontage intégrée au pont, l'hélicoptère étant muni d'un harpon s'y fixant.

L'hélicoptère ou le drone ne restent pas sur le pont et doivent en général être mis à l'abri d'un hangar. Le déplacement de l'hélicoptère depuis la grille d'appontage au hangar (et inversement) est réalisé par des systèmes de manutention particuliers, les plus sûrs étant ceux qui sont liés au pont par des rails. La mise en œuvre d'hélicoptères ou de drones à bord d'un navire nécessite aussi des équipements particuliers : moyens de lutte incendie adaptés au pont hélico (projection de mousse), peinture de pont antidérapante, ravitaillement en carburant TR5, énergie électrique, eau de lavage, air, hangar hélicoptère avec des moyens adaptés au type de maintenance prévue à bord (pont roulant, magasins ou ateliers), manutention pour munitions aviations, etc...

La mise en œuvre d'hélicoptères ou de drones à bord d'un navire ne s'improvise donc pas. Elle repose sur une large expérience du domaine ; les besoins de performance, de réduction des coûts et des risques nécessitent aussi des évolutions technologiques constantes que les opérationnels, spécificateurs et industriels doivent maîtriser. ☺



Régis Beaugrand, IGA
Directeur de
domaine technique
architecture à
DCNS

Régis Beaugrand a effectué une grande partie de sa carrière à la DGA (entretien flotte à Brest, construction neuve à Lorient, architecture navale des bâtiments de surface à Paris). Après un détachement comme sous-directeur sécurité maritime aux Affaires Maritimes, il a rejoint la Direction Innovation et Maîtrise Technique de DCNS.

HÉLIDAX

UNE ÉCOLE, UN CAS D'ÉCOLE

Denis Plane, IGA

Le partenariat public-privé de fourniture d'heures de vol d'hélicoptères pour l'école de formation des pilotes de Dax est le premier PPP de la Défense : un succès aux multiples facettes.

La fin d'une époque

Le problème posé est assez simple : les 54 hélicoptères Gazelle vieillissants (mis en service en 1973) de l'école de Dax vont devoir être remplacés, et on cherche la meilleure solution.

Les contraintes ne sont pas explicites mais déterminantes : les instructeurs restent des militaires, la formation se fera sur la base de Dax, l'Etat est impécunieux à court terme.

Une analyse poussée conclut qu'un PPP procurera un gain de 0,9 % – ce qui est très inférieur à l'incertitude sur les coûts réels – et le PPP est lancé en 2008, pour une mise en œuvre en 2011, sur une durée de 22 ans, pour un coût total de l'ordre du demi-milliard d'euros. La société HéliDax, créée pour l'occasion, entretient un parc de 36 Colibri qui voleront quelque 20 000 heures par an (soit 2 heures par jour pour chaque hélicoptère, et un peu plus de 1 000 euros l'heure de vol¹). La formation elle-même est toujours assurée par des instructeurs militaires, jusqu'à la formation aux vols tactiques plus risqués (voir photo du crash).

Pourquoi ça marche

La première raison du succès, comme le note la Cour des comptes en 2011, tient aux contraintes que l'Etat s'impose lui-même : difficultés à réformer, absence de comptabilité analytique qui permettrait de vraiment comparer les options, gestion incertaine des budgets dans le court terme (par des priorités inévitables mais destructrices) et dans le long



Des hélicoptères achetés d'un coup, tous identiques, aux couleurs de la ville de Dax

terme, et résistance à optimiser la répartition entre titres 2 (personnels), 3 (fonctionnement) et 5 (investissements). Ajoutons des arguments mineurs comme le temps passé par les militaires du soutien à des activités purement militaires et au sport, qui concourent à une capacité au combat certes logique mais qui en pratique ne sera jamais utilisée.

La Cour des comptes :
« Compte tenu des interrogations soulevées au regard de certaines hypothèses, le gain attendu est fragile. Dès lors, le recours à l'externalisation semble résulter, davantage que d'un intérêt économique et financier significatif, de la capacité de disposer rapidement d'une flotte renouvelée ce que ne permettait pas une acquisition patrimoniale, de la possibilité de redéployer les militaires mécaniciens d'hélicoptères dans les armées. »

ont été adaptées au besoin de formation en une seule fois, et on a pu éviter la tendance naturelle à la *customisation* au fil de l'eau. Les maintenanciers ne sont ni plus ni moins compétents, puisque pour une bonne partie ce sont des sous-officiers réembauchés par HéliDax (avec la bénédiction de la commission de déontologie). La combinaison de ces deux facteurs est une gestion plus saine : la disponibilité est proche de 90 %, les équipes sont occupées à 100 % en participant à des activités connexes comme des opérations de maintenance sur d'autres flottes et des études de modifications pour d'autres clients. Cet aspect a été facilité par le renouvellement de la flotte vieillissante : pas de passation de suite délicate d'un titulaire précédent², pas de flotte disparate. Pour faciliter l'environnement (mais pas les calculs de coûts réels), la base de Dax reste mise à disposition. Enfin l'Etat est son propre assureur, y compris dans ce cas, et le coût de remplacement des machines détruites n'est pas compté.

On note en passant que la formation d'un pilote coûte autour

A l'opposé, le PPP a rendu plus facile une bonne gestion, une flotte standardisée et donc moins chère à l'entretien. Les machines

¹ Soit, selon certains, environ la moitié du coût dans la situation antérieure (hélicoptères Gazelle). Toutefois la comparaison n'est pas pertinente vu le coût d'entretien d'hélicoptères d'un autre âge.

² Comme par exemple lors d'une remise en compétition de l'entretien des avions C130



Une formation réaliste aux conditions extrêmes : des risques réels assumés par l'Etat qui reste son propre assureur

de 300 000 euros en incluant la rémunération des instructeurs. Cela justifie un fort lien au service, c'est-à-dire l'obligation pour un pilote de rembourser en partie la formation s'il quitte l'uniforme avant un délai de quatre ou six ans. Une autre clef de succès, à la base de tout PPP, est la mutualisation des moyens, ou encore le financement par des utilisateurs tiers, hors Défense, d'heures de vol, surtout pendant les mois de faible activité scolaire : sécurité, surveillance des feux de forêt, et petit à petit formation de pilotes étrangers totalisent des heures de vol de substitution à hauteur de presque 20 %, proportion qui est appelée à croître. Les bénéfices obtenus par ces vols de substitution sont partagés entre l'Etat et Hélidax. Par ailleurs Hélidax cherche à accroître son activité et à créer un effet d'échelle, sans effet cette fois pour les finances de la Défense.

Des risques évités parce qu'il s'agit d'hélicoptères

Le principal risque des PPP est une diminution du besoin de l'Etat par rapport à l'usage minimum sur lequel s'appuie le calcul de rentabilité. Dans le cas présent, le besoin a été largement confirmé, et même élargi avec les autres utilisateurs. Les hélicoptères ont à jouer un rôle croissant dans les opérations (comme le montre notre magazine tout au long de ce numéro), et c'est avec certitude qu'on peut avancer un besoin élevé d'heures de vol.



Colibri d'Hélidax (photo Philippe Devos)

Il reste que le calcul comparatif est impossible : pas de comptabilité analytique de l'Etat, pas d'évaluation des effets sur les effectifs – sauf indirectement, en tirant profit de la centaine de postes gagnés pour renflouer certains sous-effectifs de l'armée de Terre –, pas de chiffrage de la souplesse apportée sur les effectifs à très long terme.

- . 23 M€ par an
- . 20 000 heures de vol par an
- . 25 % des heures de vol de l'ALAT
- . 100 pilotes formés par an
- . 20 % d'activité hors défense

Le texte d'un rapport de l'Assemblée sur les PPP commençait par « Confier une activité militaire à une entreprise privée » : ce n'est pas le cas ici, et c'est bien le caractère dual de l'activité qui fait une partie de l'intérêt. La Cour des comptes

en 2011 estimait le gain à 0,9 % : c'est bien en dessous de l'épaisseur du trait ; comme souvent le succès est une décision, et pas seulement une observation... La suite a levé le doute. Mais si ce PPP est une opération à succès, c'est à l'image de la place importante et même croissante que prennent les hélicoptères dans la Défense. ☺



Denis Plane, IGA

Denis Plane, a commencé sa carrière sous le signe du naval à Toulon puis au STCAN. Passant par les missiles, le service technique des systèmes navals puis le service technique des technologies communes, il dirige la direction des programmes de la DGA jusqu'en 2003. Il est ensuite nommé contrôleur général des armées en mission extraordinaire jusqu'en 2009. Il est membre de la commission de déontologie.

L'AÉROCOMBAT AUX AVANT-POSTES

LES SPÉCIFICITÉS DE LA MANŒUVRE DES HÉLICOPTÈRES EN OPÉRATIONS

David Perrot, lieutenant-colonel

Comme l'ensemble des forces terrestres, l'aviation légère de l'armée de Terre (ALAT) engage en opérations d'importants volumes de forces dans des conditions rustiques et avec des moyens modernes, en autonomie et dans un contexte interarmes, interarmées, voire interalliés.

Cet article vise, au travers des enseignements des engagements opérationnels actuels et passés, à décrire les spécificités de la manœuvre des hélicoptères en opérations, définissant un « aérocombat à la française », érigé en modèle pour de nombreuses armées dans le monde.

S'inscrivant dans un contrat opérationnel...

Le contrat opérationnel de l'armée de Terre, duquel le format organique de l'aviation légère de l'armée de Terre se déduit, définit l'ambition française pour son aérocombat. Ce contrat prévoit l'engagement, selon des délais de montée en puissance définis et progressifs, d'un volume conséquent d'hélicoptères, aussi bien dans une intervention en protection de nos concitoyens sur le territoire national que dans une opération majeure dont la France pourrait être nation cadre.

Fort d'un parc opérationnel de 115 hélicoptères de manœuvre et de 147 hélicoptères de reconnaissance et d'attaque, l'armée de Terre dispose d'une brigade d'aérocombat à trois régiments dont le cadre d'emploi est celui de l'engagement d'une force aéroterrestre de niveau division et d'un régiment d'hélicoptères des forces spéciales. Doté d'équipements spécifiques, ce régiment apporte une réelle capacité d'intervention sur l'ensemble du spectre d'emploi des hélicoptères par des procédés de combat novateurs et des modes d'action originaux qui progressivement migrent vers les forces conventionnelles, donnant corps à la notion d'une aviation légère de l'armée de Terre, unique et cohérente.

Afin de répondre aux délais de montée en puissance et au volume de forces engagées, la tenue de ce contrat opérationnel passe par une préparation opérationnelle exigeante, tant quantitative que qualitative, qui débute dès la formation des équipages à l'école de l'ALAT. En unité, l'« aérocombattant » mène un entraînement qui se décline en une préparation individuelle et collective (tirs à l'arme légère, vol en conditions difficiles, seuil minimal annuel de 180 heures de vol, vol en patrouille, appui feu...) et en une préparation interarmes et interarmées dont la finalité est la capacité à être engagé immédiatement en opérations.

... l'emploi des hélicoptères en opérations ne répond à aucun engagement type...

Le volume des engagements actuels fluctue au rythme des priorités opérationnelles imposées par la prééminence des menaces. Ainsi, une trentaine d'aéronefs ont été engagés simultanément en opérations en 2016 pour un volume équivalent placé en posture d'alerte.

Les opérations auxquelles l'ALAT a participé ces dernières années (Afghanistan, Libye, République de Côte d'Ivoire, République centrafricaine, bande sahélo-saharienne...) ne présagent évidemment en rien de ses engagements futurs mais elles illustrent la diversité et la complexité des engagements.

L'opération Harmattan en Libye, avec un bilan élogieux pour les hélicoptères de l'armée de Terre de 600 objectifs détruits a mis en exergue la capacité d'action autonome dans la profondeur d'une force aéromobile dans un environnement interarmées. Menée à partir de la mer, elle a affirmé le principe d'attaque en meute

et la nécessité d'autonomie tactique qui permettent, par le nombre d'appareils engagés, de manœuvrer, de durer et de vaincre l'ennemi.

Les enseignements des opérations Serval en 2013 puis aujourd'hui Barkhane dans la bande sahélo-saharienne sont multiples. Le premier d'entre eux est certainement la validation du concept de groupement tactique interarmes à dominante aérocombat (GTIA-A) qui confère au commandant de la force un pion de manœuvre interarmes qui permet, par la spécificité de l'hélicoptère, de varier le tempo des opérations et les modes d'action. Avec son état-major et fort d'une vingtaine d'aéronefs, le chef du GTIA-A combine les effets sur le terrain et contre l'ennemi en coordonnant la manœuvre interarmes et les capacités interarmées. Le déclenchement impromptu de l'opération Serval en janvier 2013 a par ailleurs souligné la réactivité de la force, celle des équipages comme celle des maintenanciers et logisticiens, grâce notamment au 9^{ème} régiment de soutien aéromobile, acteur majeur de la montée en puissance du détachement hélicoptères.

Tous ces théâtres ont en commun d'avoir éprouvé les aéronefs, comme les équipages, par des élongations importantes et des conditions extrêmes de température et d'abrasivité (sable, air salin). La plus-value des hélicoptères de nouvelle génération dans ces conditions extrêmes est évidente. Leur autonomie, leur survivabilité et leur puissance de feu ou d'emport ont ouvert de nouveaux domaines d'action.

L'ALAT est également présente sur le territoire national, d'une part par son engagement « historique » qui répond à la demande aux catastrophes que nos concitoyens

peuvent subir (feux de forêt, inondations...), d'autre part avec une capacité permanente mise à disposition des forces de sécurité intérieure et enfin avec un dispositif de circonstance en alerte, adapté à la menace sur le territoire en y dédiant au besoin plus d'une trentaine d'hélicoptères, créant de fait une capacité réactive et puissante. Cette multiplicité de types d'engagements pour les hélicoptères témoigne de la nécessité de se préparer à des options diverses et nourrit une réflexion doctrinale interarmes et interarmées vivante.

... mais définit des spécificités propres à l'aérocombat...

Ces opérations dessinent les contours de l'« aérocombat à la française », qui force l'admiration de nos partenaires de l'Otan. Les unités de la 4^{ème} brigade d'aérocombat agissent ainsi, soit en autonome, soit dans un environnement interarmes, interarmées et interalliés, en « masse » et en manœuvrant face à un ennemi, éventuellement lui-même au contact de nos troupes au sol. Ces unités sont polyvalentes, aptes à délivrer une puissance de feu fulgurante, à hélicopter des moyens conséquents, à renseigner et remplir l'ensemble des missions offensives, défensives ou de sécurisation au plus près des forces. Œuvrant dans des conditions difficiles, tant pour les équipages que pour les aéronefs, l'ALAT exige une forte technicité de ses soldats, qu'ils soient pilotes, mécaniciens ou encore contrôleurs aériens, et une haute technologie de ses équipements. Cet aérocombat ne serait cependant pas efficient s'il n'était pas mis en œuvre par des soldats résilients et aguerris et s'il ne possédait pas en propre des moyens de commandement ainsi que des moyens d'intégration et de coordination entre les différents intervenants dans la troisième dimension et les troupes au sol.

... qui a des savoir-faire précieux, fragiles et prometteurs.

Ces savoir-faire opérationnels ne sont évidemment jamais définitivement acquis. La disponibilité technique opé-



Poser d'assaut d'un NH90 Caïman dans la bande sahélo-sahélienne

rationnelle des aéronefs doit être préservée afin de permettre une concentration des efforts en opération et une liberté d'action pour la préparation opérationnelle. Le plan d'action « hélicoptères », co-piloté par la DGA et l'EMA, vise cet objectif en ciblant notamment une amélioration des niveaux de soutien opérationnel et industriel. Des perspectives prometteuses s'ouvrent à l'aérocombat pour répondre à ses futurs engagements, l'ALAT s'inscrivant pleinement dans les orientations fixées par le chef d'état-major de l'armée de Terre dans l'action terrestre future. Par ses équipements et ses capacités actuelles comme ultérieures, l'ALAT est ainsi parfaitement intégrée à la dynamique Scorpion qui vise à l'unicité et à la combinaison des fonctions de combat de la manœuvre aéroterrestre. L'hélicoptère inter-armées léger (HIL), hélicoptère de reconnaissance et d'appui armé, qui remplacera progressivement la Gazelle au cours de la prochaine décennie, sera capable de travailler, en environnement difficile, au même rythme et avec la même profondeur que les Tigre et Caïman, et d'échanger directement avec eux au sein de la bulle Scorpion. Le tir collaboratif du Tigre HAD ouvre un champ capacitair nouveau, avec par exemple une coopération renforcée entre drones tactiques et hélicoptères.

L'armée de Terre détient également une expertise en matière de drones à voilure tournante. Le drone du génie (Drogen) actuellement déployé

dans la bande sahélo-saharienne, offre une plus-value indéniable pour effectuer des levés de doute au profit du génie militaire. L'emploi de micro-drones à voilure tournante au profit des fantassins, particulièrement prometteur en zone urbaine, fait également l'objet d'études.

Porté par des hommes et des femmes entraînés, aguerris et motivés, l'aérocombat, caractérisé par sa fulgurance et sa pleine intégration dans la manœuvre interarmes et interarmées, est aujourd'hui une fonction incontournable au succès des opérations. L'emploi des hélicoptères doit répondre aux exigences des engagements actuels sans cependant compromettre la réactivité face aux menaces potentielles, à hauteur du contrat opérationnel, en réussissant les défis du soutien, de la préparation opérationnelle et de la montée en puissance du parc de nouvelle génération. ☺



David Perrot,
lieutenant-colonel
Bureau emploi de
l'Etat-major de
l'armée de Terre

Officier de l'ALAT, le lieutenant-colonel David PERROT est depuis 2015 le référent aérocombat au bureau emploi de l'EMAT. Il a participé à de nombreuses opérations, notamment comme chef d'un détachement hélicoptères en République de Côte d'Ivoire (2003) et au Mali (2015). Il prendra cet été le commandement de la base école général LEJAY (formation à l'aérocombat) au Cannet de Maures.

INTERVIEW



**Guillaume VEGA, ICA (X99 – SUPAERO 2003),
Chef de la section « Contrats et MoUs », NAHEMA.**

Après avoir contribué à la mise en place de la feuille de route export du Rafale et au traitement des obsolescences entre 2005 et 2009 au SPAé, Guillaume rejoint la DI comme DOE hélicoptères jusqu'à fin 2012. En 2013-2014 il intègre DGA/CAB comme conseiller technique DO/DP/DT puis, après quelques mois comme adjoint de président de commission contrat au SCA, il est détaché à la NAHEMA depuis septembre 2015.

Prendre un poste à l'OTAN, en l'occurrence à l'agence NAHEMA dédiée aux hélicoptères (NATO Helicopters Management Agency), est une expérience marquante dans une carrière d'ingénieur de l'armement. La CAIA a souhaité interviewer Guillaume Véga, en poste depuis 2015 sur ses motivations et ce qu'il fait dans cet environnement fortement internationalisé dont le siège est situé à Aix-en-Provence.

La CAIA : De quand date ta passion pour l'aéronautique et les hélicoptères ?

Guillaume Véga : Aussi loin que je me souviens, j'ai toujours été fasciné par les avions et les hélicoptères. A l'adolescence, cela s'est transformé en véritable passion. J'avais envie de comprendre comment ces engins volants défiaient les lois de la gravité. En ce sens, c'est sans doute la complexité des voilures tournantes, qui répondent à ce défi de manière si particulière que ça en est presque extraordinaire, qui a fait que j'ai véritablement accroché sur les hélicoptères.

Au cours de mes études, je me suis donc naturellement spécialisé dans les hélicoptères avec une forte orientation internationale (stage en aérodynamique en Australie, majeure voilures tournantes à SUPAERO, stages chez EUROCOPTER en Chine puis dans l'ALAT). En rejoignant la DGA, je voulais combiner mes 2 passions : les hélicoptères et l'international.

La CAIA : Justement comment passe-t-on au Rafale puis revient-on à l'hélicoptère ?

GV : N'ayant pas pu suivre la formation EPNER hélicoptères qui n'était pas disponible cette année-là, j'ai débuté au SPAé en tant qu'expert avionique transverse, en charge notamment des études en

coopération avec les pays de la LOI¹ dans le cadre du programme ETAP².

Rapidement, j'ai eu l'opportunité de rejoindre le programme Rafale. C'est un avion exceptionnel, technologiquement en pointe, qui faisait à cette époque face à de nombreux challenges palpitants (mise au point des standards F2 puis F3, mise en service dans l'armée de l'air, traitement des obsolescences, évolution du système d'armes notamment pour soutenir l'export, etc.).

« C'EST LA COMPLEXITÉ DES VOILURES TOURNANTES, QUI RÉPONDENT À CE DÉFI DE MANIÈRE SI PARTICULIÈRE (...) PRESQUE EXTRAORDINAIRE, QUI A FAIT QUE J'AI VÉRITABLEMENT ACCROCHÉ SUR LES HÉLICOPTÈRES »

Grâce au Rafale, j'ai énormément appris, tant sur le plan technique et la gestion d'un grand programme national que sur l'environnement industriel et opérationnel associé.

Après quelques années, le démon des hélicoptères m'a repris. J'ai

eu la chance d'être nommé directeur des opérations export (DOE) hélicoptères, poste répondant parfaitement à mes attentes initiales. Mon expérience du Rafale a alors été très précieuse dans ce poste prenant mais tellement excitant.

La CAIA : Quelles sont les opérations "export" qui t'ont le plus marqué ?

GV : La particularité du poste de DOE Hélicoptères est la grande variété d'affaires, impliquant divers appareils (Tigre, NH90, EC725, Gazelle, etc.) ou équipements français et de nombreux pays. Il m'est donc difficile d'en relever seulement quelques-unes tant chacune a des particularités intéressantes, techniques ou politiques.

Si je devais néanmoins en ressortir certaines, ce serait forcément celles où la DGA est fortement impliquée et où le DOE est contrôleur de programme mais également quelques prospects majeurs. Dans ce cadre, le DOE est à la fois le compositeur et le chef d'orchestre et joue un rôle de directeur de programme au profit du client, avec lequel une relation privilégiée s'établit rapidement. D'ailleurs, étonnamment, ce ne sont pas nécessairement les plus gros contrats qui sont les plus marquants mais parfois certains « petits contrats » avec des « petits pays », qui n'ont

¹ France, Allemagne, Espagne, Italie, Suède et Royaume-Uni

² European Technology Acquisition Program for combat air systems of the future

pas d'agence d'acquisition ou de suivi de contrat et s'appuient totalement sur le DOE.

A ce titre, l'intervention en soutien du ministère de la défense albanais, après l'accident tragique survenu dans les gorges du Verdon lors d'un vol de réception de leur 1^{er} Cougar, a été particulière. A la demande de l'Albanie, la DGA a pris en charge la réception des hélicoptères avec un court préavis. Dans ce contexte très singulier, la mobilisation de l'ensemble des équipes étatiques, très réactives et professionnelles, a d'ailleurs été grandement appréciée de l'industrie et du client, qui aurait sinon été démuni face à une situation qu'il ne pouvait pas gérer.

La CAIA : Actuellement à NAHEMA, quel est ton rôle ?

GV : La NAHEMA³ a été créée en 1992 lors du lancement du programme NH90 pour jouer le rôle d'agence commune d'acquisition pour les nations participantes au programme. Pour faire simple, c'est comparable à une unité de management DGA, avec en outre le rôle d'autorité signataire de marché (SCA), la liquidation financière (SE-REBC) et le soutien technique et administratif de l'agence (SPAC).

Je suis chef de la section « Contrats et Mémoires d'entente (MoUs) ». A ce titre, j'encadre une équipe de 7 acheteurs. Comme eux, je négocie les contrats en coopération pour l'ensemble des nations de la communauté NH90⁴ puis en assure le suivi. J'ai aussi la responsabilité des contrats concourant au fonctionnement de l'agence (bail des locaux, moyens informatiques, sécurité et gardiennage, entretien, etc.). En outre, la coopération s'appuie sur les accords entre nations (MoUs et accords subséquents) que je contribue à établir et dont je suis le garant. Ainsi, mon rôle consiste également à participer à la stratégie d'achat de l'agence et vérifier la bonne application des règles de coopération, en particulier concernant le partage des coûts et le juste retour industriel.

La CAIA : Comment sont perçus les français dans l'environnement NAHEMA et OTAN de ton point de vue ?

GV : Mon sentiment général est que les français sont globalement appréciés. Notre expertise technique est reconnue, notamment grâce au fait que les forces françaises se déploient en opérations ce qui est le gage d'un bon fonctionnement de la conduite des programmes nationaux. Ainsi, la France est l'un des moteurs de la coopération sur le NH90, non seulement du fait de son poids financier dans le programme mais également car ses avis et commentaires sont écoutés et pèsent dans les décisions.

Cependant, la capacité à coopérer n'est pas innée et il est vrai que l'on reproche parfois à la France de trop vouloir imposer ses choix et son mode de fonctionnement aux autres. C'est sans doute un peu le revers de la médaille lorsque l'on cherche à impulser la coopération. Il convient d'être force de proposition sans pour autant donner l'impression que l'on n'écoute pas les autres.

La CAIA : Conseillerais-tu à un camarade de se tourner vers l'international, et comment faire ?

GV : Bien sûr ! C'est une opportunité incroyable de découvrir d'autres organisations et d'autres partenaires.

Pour cela, il faut une vraie appétence à travailler dans un environnement multiculturel où, du fait de la multiplicité des acteurs, les décisions sont souvent moins simples et rapides qu'elles peuvent l'être dans un cadre purement national, ce qui peut parfois être un peu frustrant.

A mon sens, ce serait une erreur de vouloir se tourner trop vite vers l'international. Faire ses armes d'abord en national permet d'avoir une expérience qui sera très utile ensuite pour discuter avec les partenaires internationaux. Cela contribue à justifier d'une réelle légitimité afin d'être plus écouté et pouvoir peser sur les choix.

Propos recueillis par
J. de Dinechin 



ROXEL au cœur de l'INNOVATION

Mises en œuvre de matériaux de pointe technologique ROXEL dans la technologie Research & Development Mixing (R&DM)

Mises en œuvre de l'impression 3D pour un développement de produits à moindre coût

Roxel
Équipement industriel
www.roxelgroup.com

³ NATO Helicopter D&D Production and Logistics Management Agency

⁴ Belgique, Allemagne, France, Italie, Pays-Bas, Australie, Finlande, Norvège, Suède, Nouvelle-Zélande

LA VOITURE VOLANTE ?

DEMAIN MATIN DEVANT VOTRE PORTE !

Frédéric Tatout, ICA

Qui n'a pas frissonné, dans le film le 5^{ème} élément, quand l'extra-terrestre Leeloo s'enfuit parmi une nuée de voiture volante pour atterrir finalement sur la banquette arrière du taxi de l'ancien militaire à la retraite Korben Dallas interprété par Bruce Willis ? Alors, accrochez vos ceintures, parce que la voiture volante n'est désormais plus pour après-demain !

En janvier 2016, lors de la conférence Digital Life Design, Tom Enders, PDG d'Airbus, déclarait : « Il y a une certaine d'années, les transports urbains sont passés sous terre. À présent, nous avons les moyens technologiques pour nous élever dans les airs ». En présentant le concept Pop Up au 87^{ème} salon de Genève en mars 2017, le groupe Airbus, associé au concepteur de voitures ItalDesign, démontre preuve à l'appui que ce ne sont pas des paroles en l'air. Le dossier de presse précise qu'il ne s'agit rien de moins que « d'élaborer une vision commune pour une mobilité urbaine en continu, multimodale, entièrement électrique », étant précisé qu'un démonstrateur devrait sortir avant la fin de l'année, soit moins de deux ans après la création de la division Urban Mobility au sein du groupe. Autant dire que les travaux vont bon train ! Et avec l'avion plus électrique, on peut croire qu'Airbus saura maîtriser les technologies clé.

Mais si l'avionneur se donne clairement les moyens de réussir, d'autres ne l'ont pas attendu ! Ainsi, le slovaque Aeromobil, créé en 2010 pour donner vie à un concept imaginé au début des années 1990 par le designer et pilote Stefan Klein, sort déjà une v4 étonnante : jusqu'à 160 km/h sur route, elle se transforme en 3 mn en avion, muni de toutes les certifications requises, et rivalise avec le TGV dans les airs (croisière 260 km/h, v_{max} 360 km/h). Avec ses lignes effilées et son intérieur superbe, c'est un écran idéal pour un public très élitiste, proposé à un prix de l'ordre de 1 M€, permis de pilote requis.



Flying Car v4 (source : site d'Aeromobil www.aeromobil.com)

De manière plus modeste, on trouve le concept Pégase développé par la société Vaylon, sise à Paris 15^{ème} chez Starburst, le tout premier incubateur dédié à l'aéronautique. Il a bénéficié du soutien financier de la DGA (convention DGA/OSEO en 2012), peut-être dans l'optique d'équiper les forces d'un moyen extrêmement utile et performant en opérations. Pour piloter cet engin qui se présente sous la forme d'un buggy soutenu par une aile volante et propulsé par une hélice dorsale, il vous suffira d'avoir un permis ULM, et pour l'acquérir, un portefeuille d'épaisseur plus raisonnable (environ 100 k€). La vitesse sur route (100 km/h) ou en vol (60 à 80 km/h) n'en feront pas forcément un objet statutaire, mais selon le concepteur, une centaine de mètres de terrain plat suffisent pour décoller ! Et moyennant une consommation de 12 litres à l'heure de vol, on pourra presque traverser d'une seule traite le Massif Central, à 3000 mètres d'altitude, avant de refaire le plein en station service. Présenté au Bourget, en 2015, il est certifié et prêt à être produit (version de présérie présentée à Eurosatory 2016).

La Chine n'est pas en reste avec la société hongkongaise eHang, qui



La Vaylon

a présenté au CES 2016 un objet plus conventionnel mais apparemment très mûr au plan commercial (plus de 200 vols d'essai sans incident). Il s'agit d'un drone à 8 hélices, dimensionné pour transporter un passager pendant 25 mn à quelques mètres au-dessus du niveau de la mer, à la vitesse de croisière de 60 km/h. Comme dans un taxi automatique le passager sélectionne son point d'arrivée, le système s'occupe du reste. Le drone exécute une trajectoire en U inversé, en restant en permanence connecté à un centre de commande qui assure la sécurité du vol et interdit le vol en cas d'intempérie sérieuse.

Une approche projet en profondeur

Le concept Pop Up se démarque clairement de toutes ces propositions par un travail en profondeur

sur la dimension système et les cas d'usage en milieu urbain. Bien plus qu'une n-ième solution technologique, on peut le voir comme un démonstrateur d'un projet plus global soutenu par l'ambition de surmonter l'encombrement des transports, véritable calamité urbaine du XXI^{ème} siècle – si l'on pense par exemple à un effroyable bouchon de trois jours, qui a fait 12 morts en Indonésie l'été dernier. Un tel pari peut paraître osé de la part d'un industriel de l'aéronautique, sachant que beaucoup d'acteurs sérieux travaillent dur sur une future voiture sans pilote intégrée dans des infrastructures routières et de signalisation « intelligentes » (utilisation du Big Data et de l'intelligence artificielle pour réguler les flux de manière optimale)... mais le fait de s'associer avec ItalDesign est déjà un premier pas très important vers la constitution d'un pool industriel suffisamment armé.

Concrètement, Pop Up entre dans la catégorie des architectures de transport multimodal. Il ne s'articule pas autour d'une solution technique, appareil ou engin motorisé, mais d'une « unité de transport » matérialisée en l'occurrence par une capsule en fibres de carbone capable d'accueillir deux personnes. Cette capsule pourra s'intégrer à un module de transport terrestre (en l'occurrence un châssis sur roues électriques conçu par ItalDesign), à un module aérien (à 8 rotors, conçu par Airbus), et « peut être intégré à d'autres moyens de transport » (selon le communiqué de presse), comme un Hyperloop, un téléphérique urbain, etc. En termes d'organisation système, l'architecture proposée sera à trois

niveaux : interface système-utilisateur ; modules de transport ; intelligence du système.

L'objectif visé sera de proposer à un utilisateur un service lui permettant d'aller d'un point A à un point B en adaptant au mieux le service à un instant donné, suivant le niveau d'encombrement et d'accessibilité des ressources (route, espace aérien, châssis à roues, etc.), selon un savant équilibre entre ses préférences et ses moyens financiers.

Il sera typiquement à la portée de nombreux usagers, voire à la portée de presque toutes les bourses. C'est un point clé pour remporter un appel d'offres type d'aménagement urbain. Car Airbus comme tous les fabricants de véhicules à voilure tournante se heurtent à un obstacle juridique de taille lié à la sécurité : par exemple, aucune ville au monde n'accepte un survol par un drone, qu'il soit habité ou pas, et il faut s'attendre à ce que très peu de maires acceptent de voir coexister de multiples solutions de transport aérien de ce type sur une même zone. Airbus Hélicoptères, chef de file au sein du groupe, a déjà eu l'occasion de défricher ce terrain avec un concept de plateforme à propulsion électrique (encart). Moyennant quoi, Airbus et Italdesign estiment que le concept pourrait être commercialisé d'ici 7 à 10 ans ! Y parviendront-ils ?

Toujours est-il que dans ce contexte, les performances des unités de transport, telles qu'annoncées pour le démonstrateur à paraître, déjà très honorables (route et vol jusqu'à 100 km/h, sur une distance respectivement de 130 et 100 km), sont plutôt secon-



Popup (©ItalDesign)

naires, somme toute ; elles pourront évoluer. A la clé du succès, on trouve avant tout la solidité du projet, et bien sûr, son ratio coût / bénéfice. Il devra pouvoir être qualifié et jugé réaliste et convaincant au vu de l'engorgement observé des différents modes de transport existants. Ensuite, la partie se jouera dans le cadre d'appels d'offres internationaux...

Au fait, qu'en est-il de la voiture connectée ? Même si des démonstrateurs continuent d'avaloir des milliers de kilomètres, le chemin vers leur généralisation promet d'être long et difficile compte tenu de l'effet parc (poids des infrastructures existantes), des habitudes à faire évoluer et de la nécessité de définir au préalable des standards (par exemple bandes de fréquence) dans le cadre d'une concurrence forte. Un atelier BNP Paribas de juin 2015 concluait qu'il faudra patienter jusqu'en 2050 ! ☺

DEUX CONCEPTS DE VÉHICULE URBAIN AUTONOME À VOILURES TOURNANTES DÉVELOPPÉS PAR AIRBUS.

Airbus Group a créé en 2016 un pôle d'innovation dédié à l'insertion de véhicules autonomes dans l'espace aérien urbain. Il porte un projet dénommé VAHANA permettant de transporter des passagers individuels et du fret. Un essai en vol serait prévu fin 2017.

Airbus Hélicoptère porte un projet de plate-forme de transport électrique, propulsé par plusieurs hélices, baptisé CityAirbus. Il serait piloté par un humain, de manière à entrer rapidement sur le marché, et pourrait dans un deuxième temps bénéficier d'une adaptation ou évolution réglementaire lui permettant à terme de fonctionner en complète autonomie. Source : Air & Cosmos, 26/07/2016. City Airbus.



Frédéric Tatout, ICA

Après un début de carrière scientifique et technique au CEA et à la DGA, Frédéric Tatout a été responsable du développement d'usages numériques au ministère de l'Industrie. Retourné à la DGA comme responsable de secteur industriel il dirige des projets innovants pour améliorer la performance du MCO aéronautique au sein du ministère de la défense.

LA MAINTENANCE DES HÉLICOPTÈRES ÉTATIQUES, EST-CE FORCÉMENT COMPLIQUÉ ?

L'ENTRETIEN DES HÉLICOPTÈRES MILITAIRES DURE SEMBLE-T-IL TOUJOURS PLUS LONGTEMPS QUE CE QUI EST ESPÉRÉ : LE POINT DE VUE DU MAINTENANCIER.

Vincent Bornert, ICA

Malgré des plans d'actions à répétition, la disponibilité des hélicoptères militaires reste à la traîne des objectifs visés. En particulier, les temps d'immobilisation nécessaires aux visites programmées sont régulièrement pointés du doigt, et souvent bien en deçà des performances obtenues par certains opérateurs civils. Est-ce une fatalité ?

Rattaché organiquement à l'armée de l'Air, le SIAé réalise à travers ses 5 Ateliers industriels de l'aéronautique (AIA) une part importante de la maintenance des hélicoptères étatiques. Dans le Var, l'AIA de Cuers-Pierrefeu est ainsi en charge des visites Lynx et Panther de la Marine et d'une partie des visites NH 90 dans ses versions marine et terrestre. Or ces visites sont toujours difficiles à réaliser, quel que soit le stade dans lequel se trouve le programme concerné : démarrage du NH 90, maturité pour le Panther, fin de vie pour le Lynx...

Emploi

Commençons par une évidence : les hélicoptères militaires réalisent des missions que les autres ne font pas. Tremper un sonar durant de longues minutes à la recherche d'un sous-marin est tout aussi peu classique dans le monde civil que d'essayer de voler aussi bas et aussi vite que possible au-dessus du désert. Or faire entrer en cabine des paquets d'eau de mer en remontant un plongeur et des naufragés tout comme l'ingestion de sable ou d'embruns en abondance sollicite durement la mécanique et fait vieillir prématurément les structures et les équipements, et les mesures préventives (rinçage, filtres anti-sable...) ne sont jamais efficaces à 100 %.

Corollaire : les hélicoptères mili-



6 Dauphin - Panther dans le hangar, 3 types différents de visites : du sur-mesure plus que du prêt-à-porter

itaires ont été conçus ou modifiés pour pouvoir réaliser ces missions dédiées. Or ces rechanges et équipements spécifiques sont bien souvent le cauchemar du maintenancier, puisqu'ils n'entrent que rarement dans les circuits classiques de fabrication ou de réparation : temps de cycle très longs, approvisionnement erratique en pièces, références non gérées... Ainsi, sur Panther il est relativement facile d'obtenir via le constructeur ou différents revendeurs toutes les pièces communes avec la version civile (Dauphin), qui a été produite en masse.

A contrario, les pièces spécifiques à cette version risquent régulièrement de tomber en rupture. Et le NH 90 Marine subit beaucoup plus de prélèvements en visite que son homologue terrestre, avec en tête de liste ses équipements les plus caractéristiques : harpon/sonar/radar.

Pour couronner le tout, ces équipements et rechanges « spécial militaire » sont toujours relativement onéreux, puisque spécifiques : la moindre vis peut valoir une fortune, pour peu qu'elle soit « hors norme ». La logique économique recommande donc d'en

acheter aussi peu que possible, et d'en centraliser le stock, tout à l'inverse de la logique opérationnelle qui impose le plus souvent de délocaliser des appareils pour armer un détachement ou un bateau. Les « lots de déploiement » et autres « lots d'autonomie » ponctionnent ainsi un stock qui n'a plus de central que le nom. En outre, s'il est logique de prélever les équipements en maintenance au profit de l'opérationnel, la difficulté chronique des acteurs (pourtant de bonne volonté) à reconstituer en temps et en heure les références concernées n'est que le signe le plus évident que nos flottes militaires sont profondément inscrites dans une logique de manque sur ces références qui n'existent que pour elles.

Micro-parcs

Au début des années 2000, le parc total de Lynx utilisés par la Marine française correspondait peu ou prou au nombre de visites de maintenance réalisées annuellement par la DARA (l'équivalent britannique des AIAs, à l'époque) sur les Lynx anglais. Loin d'être anecdotique, cette différence d'échelle se traduit par trois conséquences très concrètes. Tout d'abord, les investissements consentis s'amortissent beaucoup plus rapidement : à prix de visite équivalent, il est donc possible de financer bien plus d'outillages pour la maintenance et les réparations, ce qui est source de gains de temps importants. La DARA bénéficiait ainsi de bâtis de réparation qu'il était tout simplement inenvisageable de dupliquer en France, faute d'une utilisation suffisante.

Ensuite, sur l'organisation du chantier, un flux important permet de mettre en œuvre des outils d'optimisation bien plus efficaces : taylorisme, lean manufacturing et gestion statistique optimisée de la « supply chain » s'appliquent beaucoup mieux sur la centaine de Dauphins tous identiques des « Coast Guards » américains que sur le parc de 16 Panther de la Marine, dont les uns doivent passer en visite deuxième niveau et les autres en maintenance troisième niveau couplée à une mise au standard !

Pour finir, la problématique de la gestion des compétences se pose de façon exacerbée sur des petits parcs. Les visites d'entretien majeur de Lynx reposent sur une quinzaine d'opérateurs qualifiés... quasiment les mêmes depuis vingt ans. Encore plus délicate est la gestion des équipements, forcément très morcelée. Il n'est pas rare de constater qu'un seul opérateur possède un niveau d'« expert » sur une référence donnée, et qu'il n'est secondé que par un opérateur récemment lâché ou en cours d'apprentissage : une absence (subie ou prévue) peut alors se révéler catastrophique en terme de délai !

Pression RH et financière

Le SIAé, comme toutes les autres unités du ministère de la Défense, a subi sa part de déflations imposées et de restructurations, qui ont parfois aggravé le phénomène de compétences orphelines évoqué ci-dessus. Toutefois, cette « pression RH » n'est rien en regard de la pression financière qui se surimpose à elle. En effet, la maintenance est une industrie de main-d'œuvre, et comme le coût des rechanges est difficilement maîtrisable, le prix d'une visite est fortement dépendant des hommes-heures qui y sont consacrées. L'optimisation des coûts de maintenance impose donc d'y allouer le moins de RH possible, en pratique : juste ce qu'il faut pour réaliser les opérations de maintenance prévues dans l'année.

Organisation de chantier

Or à effectif donné, plusieurs choix d'organisation sont possibles, par exemple mettre tout le monde sur la même machine afin de la terminer au plus vite avant de prendre la suivante, ou a contrario paralléliser des visites plutôt longues en consacrant un effectif réduit à chacune. Malheureusement, pour aller vite il faut également pouvoir alimenter le chantier du flux de rechanges et d'équipements nécessaires, en clair : donner du travail à tout le monde. Dans la logique de tension logistique dans laquelle s'inscrivent nos flottes, il est cohérent d'opter pour des temps de cycle plutôt longs, ce qui permet de réallouer les personnels lorsque

certaines travaux doivent être placés en attente. C'est ainsi que malgré un sur-effectif transitoire lié au démarrage de l'activité, il n'a pas été possible de raccourcir les visites des premiers NH 90 Marine, qui ont attendu d'être complets pour pouvoir être livrés. De même, la solution souvent évoquée de passer en 2 x 8 n'a de sens qu'à condition de pouvoir « alimenter » en rechanges et réparables deux équipes en simultané sur la même phase de la visite, ce qui est à ce jour hors de portée.

Equilibre

Classiquement, la logique du support en service est basée sur la recherche d'un équilibre entre la capacité cible (installations spécifiques mais aussi nombre de déploiements simultanés), la disponibilité « utile » et le coût qu'il est possible de supporter. Pour améliorer ces deux derniers sans sacrifier la première, il faut s'attacher à standardiser les flottes, voire à l'intérieur des flottes standardiser les architectures en limitant le nombre de références créées ex nihilo. Enfin, atteindre une masse critique d'activité est essentiel pour retrouver une logistique et une gestion RH efficiente : plus ça vole et plus il sera facile de voler ! Plus spécifiquement, au vu de la taille de la flotte, le NH 90 atteindra rapidement cette « masse critique » : sa montée en cadence constitue donc un enjeu majeur pour l'AIA de Cuers, dont la réussite passera par la mise en place de structures contractuelles engageantes tant pour l'approvisionnement des rechanges que pour les réparations des sous-ensembles spécifiques. ☺



Vincent Bornert,
ICA
Directeur de
Programme NH90

(X96, Sup'Aéro 2001) Il a commencé sa carrière à l'AIA de Cuers-Pierrefeu, en a été chef de la Division hélicoptères, puis adjoint production au sous-directeur technique. Après un passage à la Division Tigre de l'Occar (Bonn) en 2008, il devient en 2013 sous-directeur technique à l'AIA de Cuers. Il est Directeur de Programme NH 90 depuis 2017.

LES ESSAIS DES HÉLICOPTÈRES EN COOPÉRATION INTERNATIONALE

L'EXEMPLE DU NH 90

Thomas Pagès, IPA

Dans le cadre du développement d'un programme d'armement en coopération internationale, la gestion coordonnée des essais est cruciale. Elle doit être réfléchie dès l'orientation du projet, car la stratégie adoptée sera déterminante à long terme sur les trois aspects chers aux directeurs de programmes : coûts, délais et performance. Cet article a pour but d'illustrer cette problématique en présentant les choix faits pour le NH 90.

Une technologie complexe et de nombreux acteurs

Le NH90 est l'un des hélicoptères militaires les plus récents sur le marché. Il bénéficie de nombreux systèmes de nouvelle génération permettant aux différentes armées de mener à bien leurs missions : transport de troupes et matériels, guerre antisurface et sous-marine, contre-terrorisme maritime notamment. Initié au début des années 90 avec pour objectif une coopération industrielle et étatique européenne, il a rapidement été clair qu'une entité dédiée à la gestion du programme devait être mise en place. La NAHEMA – *NATO Helicopter Management Agency* – a donc été créée en 1992 au profit de l'Allemagne, la France, l'Italie, et les Pays-Bas. Un consortium industriel, NHIndustries, a été mis en place en miroir, en fédérant les partenaires de production : Airbus/helicopters (France et Allemagne), Leonardo (Italie) et Fokker (Pays-Bas).

A ces particularités partenariales et technologiques vient s'ajouter la multiplicité des configurations : équipements, armements, radios, et autres options. La différenciation des besoins entre Marine et armée de Terre est un premier passage obligé, mais les 13 nations clientes ont aussi exprimé des exigences propres, ce qui aboutit aujourd'hui à une vingtaine de variantes, chacune affectée de plusieurs standards, fruits des développements et améliorations successifs depuis la sortie d'usine des premiers hélicoptères.

Si diviser les coûts peut sembler

ESSAIS DE CERTIFICATION OU DE QUALIFICATION ?

Un aéronef est certifié lorsque sa conformité à toutes les exigences de sécurité a été démontrée. En Europe, ces exigences et les moyens de démonstration, comme les essais à effectuer, sont listées par les *Certification Specifications*, documents applicables aux aéronefs civils et gérés par l'EASA (*European Aviation Safety Agency*).

Un aéronef est qualifié lorsque sa conformité à toutes les exigences de performance a été démontrée. Contrairement à la certification, ces exigences communes doivent être définies au cours de l'exécution du programme alors que de grandes disparités peuvent apparaître selon les besoins des nations.

compliqué, partager les responsabilités est alors un véritable défi. Même dans le cadre d'un partenariat sain et durable, déléguer tout ou partie de la mesure de performance d'un aéronef militaire peut être vu comme une remise en cause de sa souveraineté de défense. Ceci est particulièrement vrai dans les pays en pointe sur beaucoup de secteurs technologiques, et habitués à la maîtrise de la totalité de leurs chaînes militaro-industrielles.

La nécessité des processus

C'est dans ce contexte que la NAHEMA et les directions de programme nationales ont décidé de processus communs. Approuvés par tous les partenaires et basés sur les reconnaissances mutuelles d'approbations techniques, ils officialisent les rôles de chacun et permettent de garantir la qualité et l'unicité des décisions. Les quatre nations fondatrices – Allemagne, France, Italie, Pays-Bas – sont ainsi respectivement responsables d'une partie de l'hélicoptère qui correspond à l'implication de

l'industriel implanté sur son sol. Elles sont chargées de vérifier et approuver les développements et modifications qui leur incombent, charge à NAHEMA de mettre au point les contrats, coordonner les calendriers, provoquer les harmonisations et concertations nécessaires puis regrouper les décisions nationales pour aboutir à une approbation globale.

Une entité chargée de participer aux essais et de produire les avis techniques associés a aussi été créée par NAHEMA : le *Test Coordination Group*. Il regroupe des experts des nations fondatrices, et a pour but de conseiller les pays clients et NAHEMA par un avis technique unique harmonisé. Ces avis prenant la forme de recommandations et non d'approbations, la souveraineté des nations est systématiquement respectée. Côté performance, le TCG a donc la capacité de mobiliser les compétences et expériences d'une équipe plurinationale afin de rendre son avis plus robuste, et garantir l'utilisation des moyens les plus adéquats, tout en étant un référent unique en cas de

LES ESSAIS : UN INVESTISSEMENT RENTABLE

La coopération internationale permet notamment de baisser le coût d'un programme grâce à un double effet : la multiplication des commandes qui font baisser le coût unitaire des machines produites, et le partage des crédits de développement entre les nations partenaires. Si l'industrie est maîtresse de l'optimisation des chaînes de production et d'approvisionnement qui sont clefs pour le coût unitaire, un traitement judicieux des phases d'essai abaissera le coût de développement mais aussi le nombre et la gravité des problèmes techniques rencontrés lors de la mise en service.

litige avec l'industriel. Les maîtrises des coûts et délais sont eux assurés par la légitimité auprès de toutes les nations, ce qui évite l'organisation de campagnes d'essai identiques au profit de clients différents.

L'intégration des services officiels dans les activités industrielles

Une fois cette entité technique créée, il restait à déterminer la méthode de vérification. Étant entendu qu'aucune nation n'a les moyens ou la volonté de participer à l'intégralité des essais entrepris par l'industrie, on peut noter que trois stratégies principales existent actuellement. La première consiste à effectuer une partie des essais en lieu et place de l'industriel, la proportion et le contenu de ceux-ci étant identifiés contractuellement. Elle a pour avantage de voir l'aéronef à différentes étapes du développement, et ce de manière très précise sur les systèmes et fonctions testés par les nations. L'inconvénient est de n'avoir que très peu de visibilité sur les essais de responsabilité industrielle : le partage doit donc être bien réfléchi.

La deuxième prévoit une période unique d'essais lorsque l'industrie considère son produit mature et a



Prototype NH 90 MR1 en essai neige à Méribel



Prototype NH 90 MR1 en essai posé poussière dans la carrière de gypse et anhydrite SINIAT Mazan

fini ses propres vérifications. Elle a pour avantage de permettre une vision exhaustive du produit final, et pour inconvénient d'arriver tardivement dans le processus de développement ce qui augmente considérablement les risques calendaires, et limite les possibilités de réorientation technique.

La troisième prévoit des périodes d'évaluation intermédiaire à différents stades du développement, lorsque certains systèmes sont prêts à être testés mais que la machine n'est pas finalisée dans son ensemble. Cette stratégie semble par certains égards comme la plus équilibrée. D'une part elle intervient tardivement mais encore assez tôt pour changer certaines définitions. D'autre part même si l'exhaustivité des essais est impossible puisque la machine n'est pas terminée, elle permet de ne rien exclure a priori du périmètre technique. C'est celle-ci qui est généralement appliquée au NH 90, ce qui fut notamment le cas lors des essais de son dernier standard en 2015 et 2016, la MR1 – *Maintenance Release 1* –

dont les variantes françaises commenceront à bénéficier cet été. Loin de vouloir montrer le NH 90 en exemple, les détails exposés ici montrent que les choix effectués il y a vingt ans ont des conséquences sur les essais d'aujourd'hui. Il convient donc de les peser sur le long terme, car tout changement contractuel dans une coopération internationale et dans un contexte industriel et technologique complexe est souvent difficile voire impossible. ☺



Thomas Pagès,
IPA

Diplômé de l'École Polytechnique et titulaire du brevet de pilote de chasse, Thomas Pagès rejoint DGA Essais en vol en 2009. Successivement responsable d'essais sur simulateur Tigre puis sur les ouvertures de domaine des hélicoptères, il devient en 2014 Architecte Essais Évaluations Expertise et Test Coordination Group Chairman du NH 90.

QUAND EOLE RENCONTRE POSEIDON

LA NAVALISATION DES VOILURES TOURNANTES

Matthieu Jammes, IPA

Poser un hélicoptère de plusieurs tonnes sur un bateau au milieu d'une mer agitée n'est pas un sport de masse. Pourtant la navalisation – capacité à être opéré depuis un bateau – est indispensable pour les appareils des trois armées. La démonstration de cette capacité techniquement complexe, sans équivalent civil et impliquant de nombreux acteurs est un domaine dans lequel la DGA a naturellement un rôle central.

Démontrer la capacité d'un hélicoptère à être embarqué sur un bâtiment peut rapidement s'apparenter à un nœud gordien pour l'industriel et pour les équipes techniques de la DGA. En effet, le spectre des points à vérifier pour garantir la sécurité des biens et des personnes est particulièrement large : tenue structurale à l'appontage, pilotabilité de l'appareil dans l'aérodynamique du bateau, compatibilité électromagnétique et champs forts...

C'est sans compter l'ajout d'aspects pratiques comme le tractage sur le pont, le saisinage, la faisabilité des actions de maintenance dans un hangar.

Dès lors, comment démontrer l'aptitude de l'hélicoptère à l'embarquement ?

Il paraît difficilement envisageable de réaliser tous les essais sur tous les types de bâtiments de la Marine avant la qualification de l'hélicoptère. Il est donc primordial de déterminer les données physiques dimensionnantes pour construire les exigences à faire porter intrinsèquement par l'aéronef et qui doivent être prises en compte lors de la conception.

En appliquant cette méthodologie, les essais d'ouverture de domaine s'attacheront, en phase de qualification, à rechercher les limites physiques de l'hélicoptère en essayant de « gommer » les spécificités du bâtiment sur lequel ils sont réalisés. Ils précèdent les essais d'homologation qui, à l'intérieur des limites définies en amont, les réduisent pour prendre en compte les spécificités de chaque bateau (aérodynamique, repères visuels, vol de nuit).

L'ouverture de domaine d'appontage

En essais en vol, l'aspect le plus technique est la détermination du domaine d'appontage : il s'agit de fournir les conditions maximales à l'intérieur desquelles l'hélicoptère peut effectuer les différentes opérations « en vol » : mise en route, décollage, appontage, arrêt rotor. Ces conditions doivent respecter deux critères : être représentatives des paramètres physiques réellement limitatifs et être utilisables par les forces – c'est-à-dire accessibles par l'équipage ou l'officier d'appontage lors de l'utilisation opérationnelle.

La difficulté de la préparation puis de l'analyse de ces essais tient aux nombres de paramètres possiblement influents dont il faut identifier ceux qui agissent au premier ordre :

vitesse et inclinaison relatives des deux mobiles, effets aérodynamiques des superstructures du bateau... Ces questions ne sont, à l'heure actuelle, pas unanimement tranchées (voir encadré).

L'analyse s'attachera ensuite à les transcrire en paramètres utilisables par les forces : roulis et tangage du bateau, direction et vitesse du vent et enfin masse de l'hélicoptère.

Dans la pratique, l'équipe d'essais va explorer de manière incrémentale le domaine en vérifiant sur chaque point effectué sa conformité aux attendus : résistance au choc lors de l'appontage, capacité pour le pilote à réaliser les manœuvres de décollage et d'appontage sans atteindre une limite (puissance, butée de commandes), charge de travail associée.

CAS CONCRET : LA DERNIÈRE CAMPAGNE D'OUVERTURE DE DOMAINE TIGRE

L'un de mes meilleurs souvenirs comme ingénieur navigant d'essais sera très certainement la campagne d'ouverture de domaine sur Tigre réalisée par DGA EV en 2015 et dont j'ai eu la chance d'être le responsable technique.

L'objectif était de déterminer l'ensemble des conditions (vent, pression, température) permettant de maximiser la masse au décollage – paramètre opérationnellement critique –. La démarche adoptée permettait d'offrir le domaine répondant au maximum au besoin de l'ALAT.

Réalisée sur Bâtiment de Projection et Commandement (BPC), la campagne permet d'obtenir les résultats espérés : décoller à la masse maximale dans des conditions de vent « habituelles ».

L'expertise acquise à travers la formation à l'École du Personnel Navigant d'Essais et de Réception (EPNER) par l'IPA Julie Lefrant, INE Tigre, et moi-même nous permet d'étendre les résultats observés en essais à l'ensemble du domaine (de températures extérieures notamment) afin d'offrir une prestation « clés en main » à la direction de programme, c'est-à-dire des résultats directement utilisables par les pilotes.



Campagne sur BPC — au premier plan le camion VERDICT permettant le suivi en temps réel des paramètres de l'appareil

VERS UNE MÉTHODE D'ESSAIS GÉNÉRIQUE

Sur la dernière décennie, la DGA et les industriels ont été confrontés sur NH 90 et sur Tigre à la réalisation de campagnes d'essais pour ouvrir une enveloppe d'appontage.

Les débats techniques ont été intenses : quel est le plus dimensionnant entre une frégate légère soumise à de forts mouvements ou un BPC plus stable mais avec un fort bras de levier ? Peut-on décorrélérer le roulis et le tangage ? Et décorrélérer ces derniers du vent ?

Il n'existe aucune réglementation civile associée à ce domaine particulier, encore moins de méthode d'essais acceptée par les autorités de certification américaine ou européenne.

En l'absence d'approche unifiée, chaque équipe intégrée de programme (industriel et étatique) a construit sa méthode et adopté ses critères à démontrer. Cela a pu amener à devoir chercher des conditions d'essais drastiques, nécessitant plusieurs campagnes successives.

Fort du retour d'expérience sur ces programmes, l'ICETA Ivan Volpoët, chef de la division Essais-Expertise du site d'Istres de DGA Essais en vol a lancé des travaux de simulation et d'essais pour aboutir à une méthode d'essais générique.

Sa méthode permet de transférer une bonne partie des essais à terre, sur plan incliné notamment, afin de réduire les essais en mer et ainsi de minimiser les risques techniques, financiers et calendaires.

L'installation d'essais permet d'enregistrer et transmettre en temps réel ces paramètres pour aider l'équipe à statuer sur la poursuite de l'exploration.

Une chose est sûre : cet exercice nécessite précision et patience pour aller chercher des conditions de mer exigeantes (à titre d'exemple on peut atteindre des mouvements de bateau de 7° en roulis, 2° en tangage et jusqu'à 80 km/h de vent). Obtenir les bonnes conditions météorologiques est un élément aléatoire et par conséquent très contraignant pour chaque campagne.

Un travail en coopération

Le plus souvent, ces essais se réalisent en coopération étroite entre le concepteur de l'hélicoptère, les équipes de DGA Essais en vol et la Marine, voire leurs homologues étrangers pour les programmes en coopération. La coordination de l'ensemble est alors la clé de la réussite de la campagne d'essais. Chaque entité doit avoir ses responsabilités établies afin d'instaurer une confiance mutuelle entre les acteurs et s'assurer que l'ensemble des ressources et des moyens convergera bien sur le bateau au bon moment.

Dans cet exercice, les équipes de DGA EV ont acquis un sérieux retour d'expérience sur l'organisation de telles campagnes aux cours de la dernière décennie : NH 90, Tigre, EC135... qui sera encore mis à profit avec le programme Hélicoptère Interarmées Léger. ☺



Matthieu Jammes, IPA
Architecte Essais
Evaluations
Expertise Tigre à
DGA Essais en vol

Diplômé de l'Ecole Polytechnique et breveté ingénieur navigant d'essais (INE), Matthieu Jammes rejoint DGA Essais en vol en 2009 où il exerce les fonctions de responsable d'essais sur NH 90 puis sur les hélicoptères rénovés. En 2016, il devient Architecte Essais Evaluations Expertise du Tigre.

LES VOILURES TOURNANTES À L'ÉPREUVE :

LES ESSAIS D'ARMEMENTS

Mélanie Sanchez, IPA et Adrien Dormoy, IPA

Les essais en vol des systèmes d'armements hélicoptères interviennent à tous les stades de la vie de ces programmes, et en constituent souvent le point d'orgue sur le chemin de la qualification. Ils ont la particularité de faire appel à des moyens d'essais complexes et de grande valeur, de nécessiter des compétences techniques spécifiques et d'exiger une gestion draconienne de la sauvegarde des personnes et des biens, rendant DGA Essais en vol incontournable. Les ingénieurs de l'Armement y sont au cœur de l'action. Illustration.

Dans le ciel de Gironde, un bruit caractéristique de battement de pâles, combiné au retentissement du tir d'une mitrailleuse ou de roquettes, emplît régulièrement l'atmosphère d'une ambiance de théâtre d'opération. C'est DGA Essais en vol qui mène des essais d'armements sur hélicoptères. Le département Systèmes d'Armements Embarqués (SAE) rassemble des ingénieurs et responsables d'essais spécialistes du domaine. Véritables chefs d'orchestre, ils conçoivent et mettent en musique des dispositifs d'essais souvent complexes, et coordonnent l'action des différents intervenants, qu'ils appartiennent au centre ou aux partenaires industriels et étatiques. L'activité repose sur des moyens d'essais uniques, comme le polygone d'essais instrumenté de Calamar, et sur des experts dans les essais et la mise en œuvre des armements.

Types d'essais

L'activité du département comporte de nombreux essais de développement et de qualification d'armements, comme le missile anti-navire léger (voir encadré), qu'ils soient destinés à un porteur opérationnel de type hélicoptère ou non. En effet, les spécificités du domaine de vol des plateformes à voilures tournantes, notamment leur vitesse lente et leur maniabilité, sont souvent employées pour



Essais d'intégration du fusil PGM sur Support d'Armement Assisté en sabord du NH 90

la mise au point et l'évaluation de fonctions bien spécifiques sur ces systèmes, comme par exemple le guidage terminal. DGA Essais en vol dispose d'une flotte d'hélicoptères banc d'essais de type Puma, Dauphin et Fennec, équipés d'installations d'essais et de mesure parfaitement adaptées à ce type d'essais.

L'autre volet de l'activité, et non des moindres, consiste à réaliser des essais d'intégration des armements ou systèmes d'armes sur porteurs opérationnels. Parfois classés en « urgent opération », ces essais sont en lien direct avec l'emploi opérationnel : c'est la première et seule fois où le système est mis en œuvre en chaîne complète, avant sa qua-

lification. Les sollicitations sont nombreuses dans le domaine des armements, de type mitrailleuses, montés en sabord : Caracal, NH 90, Gazelle... Les nouvelles capacités ainsi validées par nos experts sont en général très rapidement déployées sur les théâtres d'opération. Autre exemple emblématique : le cas sur le programme Tigre, dont le système d'armes, particulièrement complet, fait régulièrement l'objet d'évolutions passées au crible à Cazaux. L'adjonction d'une capacité de tir de roquettes guidées Laser, dans le cadre du Standard 2 du Tigre HAD, sollicitera largement les capacités du département dans les mois à venir.

LES ESSAIS, MODE D'EMPLOI

Application directe des accords de Lancaster House de 2010, le programme de missile anti-navire léger « Sea Venom/ANL », mené en coopération franco-britannique, est l'une des activités majeures actuellement confiées à DGA Essais en vol. L'objectif de ce programme est de doter la Royal Navy et la Marine nationale d'une capacité commune pour traiter les cibles maritimes de faible et moyen tonnage grâce à un armement embarqué sur hélicoptère.

Le contrat de développement entre MBDA et le Joint Program Office (JPO) signé en 2014 prévoit une répartition des prestations d'essais sur les différents centres de QinetiQ (au Royaume-Uni) et de la DGA (en France). DGA EV assure en particulier l'intégralité des essais en vol du missile pour la phase de développement. Pour ce faire, un hélicoptère banc d'essai de type Dauphin de la flotte de DGA EV a été adapté pour permettre l'emport du missile, ainsi que les équipements de mesure et de mise en œuvre associés. D'autres ressources de DGA EV sont également mises à contribution, comme le Grand Portique de Largage et les équipes expertes dans le domaine des ouvertures de domaine ou de la mise en œuvre de munition.

Arrivé dans le département SAE depuis deux ans, je coordonne l'ensemble des prestations d'essais ANL réalisées par le centre. Mon travail est multiforme : traduire en points d'essais les besoins du programme, dimensionner le volume des vols nécessaires, établir les plannings associés et coordonner équipes et moyens pour atteindre les objectifs fixés constituent mes tâches quotidiennes. Tout au long de ce processus, la sécurité des personnes et des biens reste la première de mes priorités.

Participer aux essais de développement d'un nouveau système d'arme est très enrichissant pour un ingénieur militaire en début de carrière. Ils confrontent, par définition, l'ingénieur d'essai à un large spectre de problématiques : vibrations, aérodynamique champ proche, fonctions guidage/navigation, technologie infrarouge, compatibilité électromagnétique, interface homme-machine ou encore propulsion solide.

Au cours des derniers mois, le processus complet d'intégration d'un emport sur hélicoptère a été mené par DGA EV :

- essais sol de séparation au portique pour vérifier la cinématique du largage de la munition ;
- ouverture de domaine vibratoire, pour vérifier l'absence de comportement dynamique dangereux sur l'ensemble du domaine de vol de l'hélicoptère banc d'essais ;
- ouverture de domaine de séparation pour contrôler l'absence d'interférence avec l'aéronef tireur lors des premiers instants du vol libre du missile.



Le Dauphin 6010 de DGA Essais en vol équipé du missile ANL

Un premier tir avec mise en œuvre des moteurs d'accélération et de croisière est prévu prochainement. Les résultats d'essais accumulés permettront à MBDA de poursuivre le développement des standards matériel et logiciel, pour aboutir à la qualification prévue en 2018.

L'hélicoptère banc d'essais étant aujourd'hui opérationnel pour les essais de développement du missile, les vols portés fonctionnels ont débuté pour vérifier le comportement des sous-systèmes composant le missile : centrale de navigation, autodirecteur, calculateur.

Chef de département

A la tête de ce département, mon rôle technique consiste à garantir la pertinence des prestations proposées dans le respect des règles de sécurité et de maîtrise des risques. Mes compétences de pilote militaire sont essentielles pour appréhender correctement les problématiques spécifiquement aéronautiques, souvent communes aux avions et hélicoptères, et avoir un dialogue approprié avec les pilotes d'essais, ou les forces. Pour le reste, je m'appuie sur ma propre expérience de responsable d'essais et sur les experts qui font la richesse du centre.

D'un point de vue managérial, mon rôle est d'accompagner le développement professionnel des agents du département, d'assurer une bonne répartition de la charge de travail, de gérer les compétences critiques et d'anticiper les difficultés de plan de charge dans un contexte RH contraint. Mais le plus enrichissant pour un ingénieur de l'armement, ce sont assurément les échanges techniques et humains avec les nombreux passionnés que regroupe DGA Essais en vol ! ☺



Mélanie Sanchez,
IPA, Chef du
département
Systèmes
d'Armements
Embarqués à DGA
Essais en vol - site
de Cazaux

Diplômée de l'Ecole Polytechnique et titulaire du brevet de pilote de chasse, Mélanie Sanchez a rejoint en 2009 le site de Cazaux de DGA Essais en vol où elle a exercé les fonctions de responsable d'essais d'Armements Aéroportés puis de chef du département Armements Voilures Tournantes.



Adrien Dormoy,
IPA
Responsable
d'essais ANL à
DGA Essais en vol
- site de Cazaux

Diplômé de l'Ecole Polytechnique et titulaire du brevet de pilote de chasse, Adrien Dormoy a rejoint en 2012 le site de Cazaux de DGA Essais en vol où il a été en charge du chantier d'intégration ANL sur hélicoptère banc d'essais avant ses fonctions actuelles.

ALAT : LE DÉFI DE LA NUMÉRISATION

L'ESSOR DES « LIAISONS DE DONNÉES TACTIQUES »
DANS LES HÉLICOPTÈRES DE L'ARMÉE DE TERRE

Cyprien Lecourt, IA

Apporter aux pilotes une vision synthétique de la situation tactique, partagée en temps réel avec les autres acteurs du théâtre, c'est ce qu'apporte la numérisation des hélicoptères de l'ALAT. Elle permet de réduire le volume d'information échangé par la radiophonie, et d'améliorer considérablement la « *situation awareness* » des acteurs, donc leur rapidité d'action et leur efficacité tactique.

Numériser un aéronef, c'est lui intégrer une Liaison de Données Tactiques (LDT), exploitée par un SIO (Système d'Information Opérationnel). Concrètement : un écran présentant une carte, enrichie des informations utiles à la mission. Ces informations sont partagées sur un réseau, avec les autres parties prenantes à la mission. L'affichage peut être intégré au porteur, ou déporté, par exemple sur une tablette tactile.

Les « LDT » sont aujourd'hui bien implantées dans le paysage des opérations menées par l'armée de l'Air, notamment au travers de la « Liaison 16 », qui est intégrée sur une bonne part de ses avions. A contrario, l'utilisation de ces LDT par l'ALAT en est, elle, plutôt à ses débuts.

Le défi de l'interopérabilité pour l'ALAT

La position particulière de l'ALAT, évoluant à la jonction entre le milieu des terriens et celui des aviateurs, lui donne un rôle spécial sur le schéma de la numérisation de l'espace de bataille. Ainsi, l'enjeu de la numérisation de l'ALAT, c'est l'interopérabilité, c'est à dire la capacité à échanger nativement des informations avec tous types d'acteurs ; de façon à faciliter les opérations conjointes avec les troupes au sol d'une part, et avec l'armée de l'Air d'autre part.

La compatibilité à l'intérieur de la flotte ALAT, composée d'hélicoptères de générations variées – de la Gazelle (qui fête ses 50 ans) au NH 90 – est assurée pour échanger les positions des participants. Il en est de même avec les troupes au sol de l'armée de

PRÉPARER L'AVENIR PAR LA SIMULATION

Sur le versant descendant du « *cycle en V* », des travaux en simulation sont menés par la DGA pour préparer l'avenir de ces systèmes, en particulier via des « *maquettages logiciels* ». Le principe est de développer des démonstrateurs, dotés des fonctions principales, de façon à proposer aux forces un support pour affiner l'expression de leur besoin, dans un processus d'évolution par boucles rapides et agiles. C'est ce processus qui est suivi pour le futur « SCV » (Système de Commandement en Vol), qui vise à proposer à l'ALAT une capacité aéroportée de commandement, et de traduction des différentes liaisons de données (L16 et LH). Le résultat des travaux permet ensuite à la DGA de rédiger des spécifications de bonne qualité, et également aux états-majors d'anticiper les travaux d'évolution des doctrines d'emploi.

Terre. Ce point évolue conjointement avec la numérisation généralisée de l'armée de Terre prévue dans le programme Scorpion et va beaucoup progresser, notamment dans l'extension des échanges possibles, et dans l'interopérabilité avec l'armée de l'Air.

Essais en vol des liaisons de données et de systèmes embarqués

Les preuves, en vue de la qualification de tels systèmes, sont d'abord apportées par des essais sur banc, menés dans divers centres techniques. Cependant, en bout de chaîne, c'est uniquement en vol que sont réunies les conditions dans lesquelles le système peut être pleinement éprouvé, avec toutes ses interfaces. Les interfaces utilisateur ne peuvent également être testées convenablement qu'en vol : des opérations qui semblent simples au sol – naviguer avec un joystick dans un menu – peuvent s'avérer quasi-impossibles dans un hélicoptère qui

vibre et qui suit le terrain à 30 m du sol, à 300 km/h.

C'est ce qui rend ce métier particulièrement passionnant pour un jeune ingénieur. Depuis 2015, j'ai eu l'occasion d'organiser et de mener les tests de différentes versions de tels systèmes, sur des hélicoptères variés. Le contexte de travail, mêlant DGA, armée de Terre et industriel, la rapidité des évolutions de tels systèmes, la variété des porteurs, et l'intérêt que porte l'armée de Terre à la numérisation, sont autant de raisons d'apprécier ce travail stimulant. ☺



Cyprien Lecourt,
IA, Responsable
technique d'essais
et expert, liaisons
de données
tactiques
hélicoptères

Diplômé de l'école polytechnique et de l'ISAE, Cyprien LECOURT a rejoint en 2015 le site d'Istres de DGA Essais en vol, où il exerce les fonctions d'expert et de responsable technique d'essais des liaisons de données tactiques sur hélicoptères.

L'A400M. RENDRE L'INACCESSIBLE ACCESSIBLE.



FLY
WE MAKE IT

Avion de transport le plus moderne au monde, l'A400M offre des capacités de transport militaire des plus novatrices. Capable de parcourir de longues distances, à grande vitesse et à haute altitude, d'atterrir sur des pistes courtes et non aménagées, il peut convoier tout type de charges, même dans les zones les plus reculées. Sa polyvalence exceptionnelle lui permet également d'accomplir un vaste éventail de missions, du transport stratégique et tactique au ravitaillement en vol.

Polyvalence. We make it fly*.

*Nous faisons voler.

LE SOUTIEN DE LA DGAC AUX PROGRAMMES D'HÉLICOPTÈRES CIVILS

Pierre Moschetti, ICA

Dauphin, Super Puma : le succès historique des hélicoptères français sur les marchés civils doit beaucoup aux programmes militaires. Grâce au H 160, les programmes civils commencent peut-être à payer leur dette...

Au-delà de ses activités d'opérateur bien connues du grand public comme le contrôle aérien, la Direction générale de l'aviation civile a également la responsabilité d'un certain nombre d'activités de régulation ou d'intervention économique. Le soutien à la recherche et au développement de l'industrie aéronautique civile en fait partie. Comme l'aéronautique civile et l'aéronautique militaire ont des points communs plus que nombreux, notamment car les industriels et centres de recherche qui y interviennent sont les mêmes, les liens sont structurellement forts entre la DGAC et la DGA sur leurs domaines respectifs.

La relation à l'industrie est cependant profondément différente : la DGAC ne mène pas, en tant que maître d'ouvrage, des programmes et des acquisitions. Elle soutient techniquement et financièrement des activités dont l'initiative reste industrielle, mais elle s'appuie pour ce faire, de manière institutionnelle et autant que c'est possible, sur la très forte expertise technique et contractuelle de la DGA. La capacité conjointe de la DGAC et de la DGA à mener ensemble, chacun dans son rôle, un dialogue approfondi avec l'industrie trouve son expression naturelle, sur l'hélicoptère, machine duale par excellence.

Le lancement de nouveaux programmes

Sans se lancer dans une fastidieuse histoire de l'industrie nationale des hélicoptères, il convient tout de même de se souvenir que la place de premier acteur mondial d'Airbus Helicopters sur le marché pourtant âprement disputé des

hélicoptères civils et parapublics doit tout, ou beaucoup, à des machines ayant fait leurs preuves initiales dans leur utilisation militaire. Qu'aurait été la solution française et européenne à l'explosion du marché de l'exploitation offshore si celle-ci n'avait pu se bâtir sur un Super Puma aux capacités démontrées ? Le Dauphin aurait-il connu les mêmes succès dans autant de missions diverses sans les capacités si versatiles dont l'ont doté ses utilisations par nos forces ? On peut en douter. Mais force est de constater que ce rôle essentiel des programmes militaires s'estompe depuis une quinzaine d'années : le Tigre et le NH 90 ont été des grands pourvoyeurs de technologie pour la gamme civile (on peut penser notamment au rôle qu'a joué le NH 90 sur l'émergence des commandes de vol électriques), mais imaginer un avenir civil à ces machines très spécialisées semble hors de portée.

Depuis une bonne dizaine d'années, confronté à un vieillissement de son offre civile, Airbus Helicopters s'est engagé sur un renouvellement résolu de sa gamme, qui doit donc maintenant s'écrire sans la réutilisation évidente de machines militaires, et sans la sécurité financière que peuvent apporter les marchés de développement qui les accompagnent. La DGAC accompagne résolument ce mouvement de renouvellement de la gamme, avec des avances remboursables, outil financier assimilable à un prêt de très longue durée, mais qui a en plus la particularité de n'être remboursé qu'à la hauteur du chiffre d'affaire réalisé, apportant ainsi une très importante couverture de risque à l'industriel bénéficiaire.

Le renouvellement de la gamme a été initié par le lancement du programme H 175, entré en service en 2014. Cet appareil, taillé pour l'offshore, est dans une gamme de tonnage haut-médium qui permet de ne pas laisser à la concurrence l'espace libre entre le Dauphin et le Super-Puma. Il a la particularité d'un montage industriel novateur, en partenariat avec l'industrie chinoise.

La DGAC a ensuite accompagné, depuis 2012, le développement du programme H 160, qui remplacera le Dauphin dans la gamme de l'industriel. Ce programme, riche d'innovations en termes de confort, de sécurité et de performances environnementales, et retenant des principes de développement et de production très en pointe pour le domaine des machines à voilure tournante, est un véritable programme de transformation industrielle pour l'hélicoptériste. Il est celui sur lequel la collaboration constructive entre DGA et DGAC a atteint son plus haut niveau, puisqu'au-delà de ses multiples missions civiles, il existait la possibilité de retenir à terme cette plate-forme comme base du programme d'Hélicoptère Interarmées Léger. L'annonce récente par le ministre de la Défense que cette possibilité se concrétise constitue une vraie fierté pour la DGAC et une preuve tangible qu'on peut renverser le paradigme et développer des machines militaires sur une base civile après avoir si longtemps fait l'inverse.

Cette histoire commune va se poursuivre maintenant avec le X6, dont les principes du soutien public ont été actés après de longues discussions interministérielles et avec la Commission Européenne.



© A. PECCHI

Prototype H160

Le lancement de ce programme qui devrait à terme remplacer le Super Puma et le H 225 sur le segment très rémunérateur des hélicoptères lourds est maintenant attendu. Son développement sera partagé entre France et Allemagne, et les deux pays ont collaboré très étroitement pour réunir les conditions d'un soutien financier et politique conjoint.

Le soutien à la recherche et à l'innovation

Le partenariat entre la filière nationale des hélicoptères et la DGAC ne s'arrête pas au soutien de nouveaux programmes, et l'ambition partagée est d'asseoir ceux-ci sur un renouvellement technologique très profond. Celle-ci s'est concrétisée dans une feuille de route de R&T d'une ampleur et d'une durée relativement sans précédent, dénommée Hélicoptère du Futur, en cours depuis 2011. Les sujets couverts étant vastes et très divers, je me bornerai à en esquisser une rapide synthèse sur quelques grandes lignes directrices.

L'amélioration continue de la sécurité et de la fiabilité tout d'abord, sur deux thématiques majeures. La première a trait aux systèmes embarqués : une interface de pilotage plus intuitive, dégageant la vision

externe, et proposant de nouveaux principes de présentation d'informations en tête haute allègera la charge des équipages et permettra une meilleure gestion des situations difficiles. L'insertion tant attendue de commandes de vol électriques est l'autre versant de la rénovation des systèmes, et les bénéfices de sécurité s'en comprennent aisément, même si elle est apparue bien plus complexe à l'usage que la simple transposition des technologies du NH 90. L'autre grand axe d'effort a été sur tous les constituants de la chaîne dynamique : amélioration des durées de vie des composants de la BTP par de nouveaux matériaux, nouvelles architectures, fonctionnement prolongé sans huile, nouvelles têtes rotors... La réduction des nuisances environnementales a été un autre axe directeur fort. La réduction de consommation de plus de 15 % est un objectif en passe d'être atteint par la nouvelle génération de moteurs. De nouvelles pales aux performances acoustiques améliorées ont été installées sur le H 160. Ces thématiques se poursuivent mais elles s'enrichissent de plus en plus de technologies beaucoup moins conventionnelles : récupération d'énergie ou hybridation électrique sont des

sujets qui montent lentement mais sûrement en puissance, et constituent l'avenir pour proposer des ruptures sur la réduction des besoins en énergie fossile.

Au global, entre les ressources propres de la DGAC et la contribution des Programmes d'Investissement d'Avenir, d'un milliard d'euros sur 10 ans aura été apporté à la R&T/R&D des hélicoptères civils par la puissance publique. Ceci représente un effort tout à fait considérable, mais également emblématique de la relation très forte qui rassemble la DGA et la DGAC sur le soutien à cette industrie nationale d'excellence. ☺



Pierre Moschetti, ICA, Ingénieur en chef des Ponts, des Eaux et des Forêts

Sous-directeur de la construction aéronautique à la Direction générale de l'aviation civile. Ingénieur de l'armement d'origine, Pierre MOSCHETTI a débuté sa carrière en 1993 à la DRET, puis au SPAé de 1997 à 2005. Il est ensuite sous-directeur des affaires industrielles à la Direction de la Stratégie, puis est mis à disposition de la DGAC en 2010 pour y tenir le poste de sous-directeur de la construction aéronautique. Il est intégré dans le corps des IPEF depuis 2016.

LES FORCES AÉRIENNES DE LA GENDARMERIE NATIONALE

LA 3^{ème} DIMENSION AU SERVICE DE L'ACTION TERRITORIALE DE LA GENDARMERIE NATIONALE, UNE CULTURE D'EFFICACITÉ ET D'INNOVATION

Emmanuel Sillon, Colonel et Gadjendra Sarma, ICA

Une composante au service de l'action territoriale de la GN, qui depuis ses origines a développé une culture d'efficacité et d'innovation.



Un EC 145 en opération d'aérocordage au profit d'un personnel GIGN.

Les Forces aériennes de la Gendarmerie prennent corps au début des années 50 et placent dès cette époque, la Gendarmerie nationale dans une dynamique d'exploration de nouveaux champs missionnels à partir de la 3^{ème} dimension et de rupture technologique radicale par rapport aux moyens d'intervention d'alors.

Fortes d'un passé glorieux de ses premiers équipages dans les conflits nationaux au lendemain de la deuxième guerre mondiale, mais aussi par leurs contributions structurantes et toujours pérennes au dispositif national, de référence mondiale, du secours

en montagne, comme du développement de l'engagement de la 3^{ème} dimension dans les missions de sécurité publiques en France métropolitaine et dans les départements et territoires outre-mer, les Forces aériennes de la Gendarmerie n'ont cessé de se transformer au gré des innovations technologiques et industrielles pour apporter une réponse toujours plus efficace à l'action publique en matière de sécurité.

Aujourd'hui, Les Forces aériennes portent ainsi un dispositif national de 29 bases opérationnelles et de deux centres de soutien opérationnel, le premier pour la formation

des équipages, le second pour la maintenance de niveau NT12 des aéronafsets sont composées de 55 hélicoptères mono (26) et bi-turbines (29) de type Ecureuil, EC 135, EC145, mais aussi de 23 micro-drones tactiques à l'horizon fin 2017. Près de 20 000 heures de vol opérationnel sont effectuées annuellement.

Les forces aériennes de la Gendarmerie déclinent leur soutien opérationnel au profit des unités territoriales des forces de sécurité selon les principes de proximité, de réactivité et d'adaptabilité pour garantir un niveau d'intégration le plus abouti dans la manœuvre terrestre.



Un 145 en montagne pour l'ensemble des opérations de sécurité en montagne.

Pour cela et au-delà des principes d'action rappelés ci-dessus, les Forces aériennes ont misé sur l'innovation technologique comme amplificateur d'intégration et de performance opérationnelle.

Ainsi et de manière précoce, les Forces aériennes ont fait le choix au milieu des années 90 d'intégrer sur AS 350, des systèmes optroniques embarqués disposant d'une capacité de retransmission d'images en direct.

Depuis, et avec l'arrivée dès 2008 des EC 135s dotés de caméra Wescam MX15i, cette capacité de captation et de retransmission d'images n'a cessé de s'amplifier et de gagner en fiabilité, élongation et flexibilité par l'emploi, par exemple, de valise satellitaire, pour garantir le recueil, la transmission et l'exploitation des images saisies aux échelons décisionnels tactiques, opératifs ou politiques. De même, les forces aériennes placèrent l'intégration du dispositif moderne de cartographie embarquée Euronav IV au cœur du standard d'équipements de ses flottes multi-moteurs considérant le gain apporté par ce dispositif en matière de sécurité aérienne et le considérant aussi dans une approche future, comme le socle possible d'un dispositif embarqué d'informations tactiques géo-référencées montantes et descendantes. Cette réflexion d'anticipation menée au début des années 2000, trouve aujourd'hui un nouvel élan avec l'introduction à bord de nos aéronefs de la tablette gendarmerie NEOGEND¹ véritable terminal tactique du gendarme qui constitue là encore un accélérateur de performance.

¹ NEOGEND est un système opérationnel de mobilité sécurisé – tablette ou smartphone -développé en interne avec le soutien de l'ANSSI, permettant au gendarme de réaliser sur le terrain au plus près du citoyen la plupart des tâches qu'il accomplissait auparavant à la brigade.



L'auteur en fin d'opération.

Très naturellement enfin, l'ensemble de ces développements et de ces choix technologiques s'exprime dans une coopération exemplaire entre les Forces aériennes de la Gendarmerie, l'expertise des personnels de la DGA, et une relation privilégiée et atypique avec le tissu industriel.

Fortes de ce passé et des exceptionnelles avancées obtenues par les Forces aériennes ces dernières années, une véritable culture de l'innovation et de l'anticipation s'est installée et s'articule aujourd'hui autour de projets ambitieux dédiés à l'intégration des micro-drones dans l'engagement opérationnel et l'analyse des données d'exploitation de nos flottes. Ce dernier point couvre en particulier deux domaines riches de potentialités à la fois opérationnelles et d'efficience : celui de l'exploitation centralisée et compilée des images captées à partir de nos aéronefs à des fins de sécurité, et celui consacré à l'analyse des éléments techniques d'exploitation des aéronefs introduisant une approche prédictive de la maintenance, gage d'une meilleure sécurité grâce à une connaissance enrichie du vieillissement des organes sensibles, et source évi-

dente d'optimisation des potentiels, des flux logistiques, et donc de la ressource budgétaire.

Cette double thématique s'appuie par ailleurs sur la dynamique digitale plus globale de la Gendarmerie nationale.

Ainsi, l'analyse prédictive du soutien des flottes utilisera la technologie des puces RFID intégrée aux moteurs et interfacée au Système d'information de maintenance (MIS) que partagerons dans une vision d'avenir et d'efficience les Forces Aériennes de Gendarmerie, le Groupement Hélicoptères de la DGSCGC, et les voilures tournantes de la DGDDI.

Ces données feront l'objet d'une exploitation en interne gendarmerie grâce au moteur de calcul dont elle dispose pour la compréhension et l'analyse prédictive de la délinquance.

Pour conclure, les Forces aériennes de la Gendarmerie rayonnent par l'ampleur et la diversité de leur engagement et contribuent à la performance globale de la Gendarmerie. Armées par des Officiers et des Sous-Officiers spécialistes de haut niveau, elles portent donc les valeurs d'excellence et d'innovation pour un avenir toujours meilleur et efficient. ☞



Emmanuel Sillon, Colonel, Commandant des Forces aériennes de la Gendarmerie nationale



Gadendra Sarma, ICA, Conseiller scientifique du Directeur général de la Gendarmerie nationale

UNE START-UP POUR L'ALOUETTE

OU COMMENT ASSURER LE DÉFI DE LA PÉRENNITÉ DES ANCIENNES GAMMES

Henri Delille, *Directeur des Opérations et du Développement, DCI*

Pour pallier les difficultés culturelles, techniques et commerciales liées au soutien d'une machine de plus de 50 ans, il fallait un modèle original : celui-ci fut développé au sein d'ALHWS.

En 2007, Airbus Helicopters, à l'époque Eurocopter, commençait à envisager d'externaliser le support d'un hélicoptère ancien célèbre : l'Alouette. La motivation était simple : dans les années 2000, fabriquer les pièces de rechanges et maintenir des centres de maintenance pour les réparations et les révisions d'une machine née dans les années 1950-1960, faire vivre un réseau commercial pour satisfaire les clients n'exploitant parfois que quelques machines, tout cela était devenu coûteux et consommateur de temps ; un temps qu'Airbus voulait plutôt consacrer aux modèles récents de sa gamme. Il s'agissait d'une idée assez révolutionnaire, car autant Airbus avait, de longue date, l'expérience des coopérations et des licences de fabrication à l'étranger (ce fut d'ailleurs le cas de l'Alouette avec les versions Cheetah/Cheetak fabriquées en Inde par HAL et aussi une autre version assemblée en Roumanie par ICA Brasov), autant jamais Airbus n'avait délégué la fabrication de toutes les pièces de rechanges à une société tierce.

Ce projet d'« externalisation » d'Airbus aura mis 7 ans à voir le jour. Il y avait, en effet, des obstacles notables à sa mise en œuvre. L'un d'eux fut, peut-être, un certain nombre de résistances internes au sein d'Airbus. Cependant, la difficulté la plus importante à surmonter était d'ordre réglementaire. En effet, la stricte réglementation aéronautique exige que les fabricants de pièces d'aéronefs soient agréés par l'administration (la DGAC et maintenant l'organisme européen EASA). Il

L'ALOUETTE

Le premier vol du prototype Alouette II a eu lieu le 12 mars 1955, et en janvier 1956 commence la production en série de cet appareil ; le premier vol de l'Alouette III a lieu le 28 février 1959. Près de 60 ans plus tard, ces appareils, ainsi que la version LAMA, volent toujours et sont plébiscités par leurs utilisateurs.

Ces appareils rustiques et fiables sont encore employés dans de nombreux pays et de nombreuses armées aussi bien en France qu'à l'étranger. Utilisées aussi bien pour du secours en mer ou en montagne, ses qualités de vol sont exceptionnelles et sont mises en avant par tous les opérateurs.

La Marine nationale met encore en œuvre une flotte de 13 Alouette SA 319 dont la disponibilité opérationnelle demeure toujours très bonne ; ces appareils côtoient maintenant les récents Caïman et Caracal.

faut donc que l'entreprise à qui serait transférée la responsabilité de fabrication des pièces Alouette obtienne un agrément spécifique, dénommé « PART 21 G », et cela potentiellement pour les quelques 1 500 pièces spécifiques à l'Alouette. L'obtention de cet agrément nécessite d'avoir déjà produit au moins une pièce de chaque référence (le fameux First Article Inspection, ou FAI, pour les connaisseurs de la réglementation EASA). La troisième difficulté était d'ordre commercial. Il s'agissait d'annoncer aux clients exploitant l'Alouette de ne plus s'adresser à Airbus, comme ils le faisaient depuis des décennies, mais à une nouvelle société totalement inconnue. Nous pouvons imaginer les réticences des clients... sans compter qu'il fallait aussi solder les commandes en cours, transférer les contrats existants... Dernière difficulté majeure : convaincre la centaine de sous-traitants d'Airbus qui fabriquent encore les pièces d'Alouette de travailler avec

une société nouvellement créée et non plus avec le grand groupe qu'est Airbus.

A l'origine, le modèle qu'Airbus souhaitait promouvoir était de susciter l'association de plusieurs entreprises déjà impliquées dans le business de l'Alouette et qui gèreraient ensemble une plateforme logistique. Après plusieurs tentatives infructueuses en ce sens, le choix d'Airbus s'est porté en 2013 vers la proposition des sociétés Sofema et DCI qui proposaient de créer une entreprise ex nihilo, une start-up donc, entièrement affectée au projet. Le tandem Sofema – DCI réunissait plusieurs atouts qui se sont révélés essentiels pour le succès du projet : le réseau commercial de Sofema et les compétences techniques de DCI. Dès lors, à compter de l'automne 2013, le projet a enfin pu être déployé rapidement, surmontant tous les obstacles décrits ci-avant : mi-2014, les accords avec Airbus sont signés et la filiale commune

Alouette Helicopter Worldwide Services – ALHWS – est créée dans la foulée à la Teste-de-Buch en Gironde; en mars 2015 ALHWS sert son premier client et la société atteint son rythme de croisière et sa pleine indépendance en 2016. ALHWS a aujourd'hui créé 14 emplois, et gère un stock de plusieurs milliers de références avec un système d'information moderne et fournit sa cinquantaine de clients dans le monde entier dans le respect de son agrément EASA PART 21 G.

La vision d'Airbus est ainsi devenue une réalité: les exploitants de l'Alouette disposent maintenant d'une entreprise spécialisée entièrement dédiée à leurs machines. Leurs besoins sont pris en compte avec des relations de proximité et personnalisées de grande qualité. Si une pièce de rechange n'est pas en stock, ALHWS sait trouver l'industriel qui relancera la fabrication d'une petite série à un coût raisonnable. Ainsi, certains exploitants qui envisageaient la mise à la retraite de leurs Alouette à cause de la difficulté croissante de trouver des pièces de rechange et des réparateurs, trouvent aujourd'hui un intérêt à les maintenir en état de vol. Le modèle est tout à fait comparable à celui du monde des voitures de collection où des sociétés spécialisées ont émergé et permettent de redonner vie à des véhicules âgés de plus d'un demi-siècle en les restaurant et en les faisant rouler à nouveau.

L'Alouette est une machine que l'on peut qualifier de « rustique » à l'aune des technologies d'aujourd'hui. La « refabrication » de la plupart des pièces ne pose généralement pas de problème d'obsolescence, sauf pour certaines (dont les pales) à cause, par exemple, de l'interdiction du procédé de fabrication pour des raisons environnementales, de toxicité des colles utilisées.

Le coût de la conception et de la qualification d'une nouvelle pièce serait prohibitif pour les quelques centaines de machines encore en activité. C'est la raison principale qui conduira à l'horizon des années 2020 à la fin de vie des Alouette, à l'exception peut-être de rares machines appartenant à de riches collectionneurs américains.

SOFEMA est le leader national de la rénovation de plates-formes et d'équipements dont la production est aujourd'hui arrêtée, de l'approvisionnement et de la livraison de pièces de rechange et d'équipements, dans les domaines terrestre et aéronautique, militaire et civil. La société est détenue par les acteurs majeurs de l'industrie de défense parmi lesquels: Airbus, Safran, DCNS, Thales, Nexter, Dassault Aviation et Renault Trucks Defense.

DCI est l'opérateur de référence du ministère de la Défense pour le transfert du savoir-faire militaire français à l'international, au profit des armées de pays amis de la France. DCI peut se prévaloir du label « Formation armées françaises ». DCI propose des prestations sur-mesure de conseil, de formation et d'assistance technique. DCI, dont le siège est à Paris, dispose de plusieurs sites d'implantation sur tout le territoire national et est également implanté à l'étranger, notamment au Moyen-Orient et en Asie.



Deux des 13 alouettes de l'aéronautique navale française volant en escadrille

Le modèle économique d'ALHWS est donc très original, à l'inverse des canons habituels, puisqu'il s'adresse à un marché de « fin de vie » dont la durée utile n'excèdera pas 5 à 10 ans. Le modèle ne peut donc perdurer qu'en intégrant au fur et à mesure d'autres gammes anciennes postérieures. C'est tout l'enjeu de la pérennité d'ALHWS.

Cette question est encore un objet de débat: « y-a-t-il réellement la place dans le paysage industriel pour un spécialiste des gammes anciennes dont ALHWS est le prototype (sans doute unique)? »

D'un côté, Airbus n'a pas vraiment d'intérêt à faire perdurer la durée de vie des hélicoptères de ses anciennes gammes au détriment de l'achat de modèles plus récents par les exploitants. A l'inverse, ces mêmes exploitants apprécient de pouvoir faire voler leurs vieilles machines robustes, fiables et économiques. Nous

pouvons supposer que cela participe à maintenir une bonne réputation du « made by Airbus ». L'aéronautique navale française utilise encore 13 Alouette SA 319 qui côtoient dans nos armées les récents Caïman et Caracal.

C'est là le pari d'ALHWS: les machines anciennes ont toute leur place au côté des nouvelles générations. ☺



Henri Delille,
Directeur des
Opérations et du
Développement,
DCI

Ingénieur de l'Ecole centrale de Paris, Henri Delille a commencé sa carrière au bureau d'études des prototypes de Dassault Aviation. Après un détour par l'industrie nucléaire (filiale de COGEMA), il sera responsable de l'entretien des gros porteurs chez Air France Industries, puis directeur de l'établissement du Bourget, avant de diriger en 2006 le développement et les opérations de DCI-DESCO.

ECA ET LES DRONES AÉRIENS :

UN RETOUR AUX SOURCES

Guénaël Guillerme, ICA

Par l'acquisition d'Infotron, le groupe ECA complète sa gamme de drones avec les drones aériens IT180 et en accélère le développement technologique et commercial. Cette expérience illustre la voie à suivre pour une filière forte de drones en France.

À l'origine, en 1936, ECA était E.C.A. – Etudes et Constructions Aéronautiques. Après avoir conçu et fourni aux armées de nombreuses cibles remorquées aériennes, E.C.A. coupe le fil d'une cible pour en faire la première cible télécommandée aérienne, ceci sur commande de la marine française. Nous sommes à la fin des années 50 et 100 % des activités d'E.C.A. sont alors aéronautiques. L'achat d'Infotron et de son IT180 en 2014 est donc un retour aux sources pour le groupe ECA. Pour la première fois depuis plus de 40 ans, un objet volant intègre la gamme des produits ECA.

L'IT180: un mini drone polyvalent pour l'inspection et la surveillance.

Ce drone a été choisi car il possède des caractéristiques exceptionnelles: Doté de deux rotors superposés, il offre une remarquable stabilité dans le vent ou les turbulences, qualité primordiale pour les inspections par vent fort ou à proximité d'ouvrages ou infrastructures. Sa capacité d'emport unique en son genre lui permet de mettre au service de l'utilisateur des charges utiles de précision: caméra, LIDAR de cartographie 3D, magnétomètre, sonde Gamma... ou même de transporter un autre robot pour une observation d'endroits inaccessibles ou pollués. En version électrique, il est très silencieux ce qui lui confère la discrétion nécessaire pour les missions les plus sensibles, notamment en défense et sécurité. En version thermique, son endurance peut aller jusqu'à 2 heures permettant des missions



IT180 est pilotable en mode autonome

à plusieurs dizaines de kilomètres. Enfin, sa masse inférieure à 25 kg le classe dans la catégorie des mini drones pour lesquelles les autorisations de vol sont assez aisées à obtenir partout dans le monde.

DROGEN: Le drone IT180 du génie

Le génie a choisi le drone IT180 en version électrique dont les qualités sont inégalées pour la détection des IED et la protection des sapeurs en opération. Leur charge utile principale est une caméra de renseignement et d'observation intégrant deux capteurs de vision jour/nuit gyro-stabilisés qui permettent une détection de cible humaine à plus de 1500 m 6 drones ont été déployés pour la première fois sur théâtre d'opération au Mali en 2016.

L'IT180-999: la tour de guet ou de surveillance

Cette version électrique de l'IT180 est reliée au sol par un « cordon ombilical » par lequel transitent

l'énergie et les données. Positionné à une centaine de mètres d'altitude, le drone captif devient une tour de guet permanente capable de détecter ou surveiller une activité dans une zone étendue. Il est une alternative manœuvrante au ballon captif pour la défense. Ainsi, en terme d'empreinte logistique et de polyvalence, le drone captif IT180 a un gros avantage: En quelques minutes, il peut être rendu libre et réaliser une des missions de défense décrites ci-avant. L'IT180-999 a été démontré à l'armée française en version embarquée sur pick-up dans le cadre du projet « Pick-up express ».

Le drone naval IT180

Un drone de type IT180 permet à un bateau dès 20-30 m de lever les doutes sur des menaces potentielles sans avoir besoin de personnel d'intervention à bord et sans avoir recours à des moyens plus lourds et plus coûteux. Cela permet de démultiplier la capacité d'interception à un coût raisonnable.



UAW – Unmanned Aerial Watchtower : drone IT180 adapté et intégré sur la plate-forme mobile pour l'application de « tour de guet » et « radio-relais »

En version captive, le drone IT180-999 offre une plus-value très importante par son apport capacitaire à faible coût. Comme dans son emploi terrestre, il constitue une tour de surveillance 100 ou 150 m au-dessus du navire. Il permet une détection plus rapide et précise des objets en surface et notamment les mines dérivantes. Equipé d'émetteurs récepteurs, il devient une mâture virtuelle accroissant les capacités d'observation et de communication en distance et en volume.

L'IT180 : un drone valorisé en civil et défense dont 50 % d'export par un droniste

L'IT180 est exploité par différents clients, dont ECA DRONE société de services de drones créée par ECA en 2016, pour des missions d'inspection, de surveillance, de recherche minière... Les clients s'appellent EDF, AREVA, CEA, Eurotunnel, Rosatom, Intra, LGPP... ainsi que différentes sociétés d'exploration et d'exploitation minières. Par ailleurs, depuis l'acquisition de l'IT180 par ECA en 2014, plus de 50 % des drones ont été vendus à l'export.

L'IT180 et la stratégie industrielle des drones en France

Depuis 20 ans en France, les contrats de drones sont confiés à des équipementiers, souvent des grands groupes, ou à des PME sans expérience industrielle et surtout sans réseau export. Le contrat DROGEN a été confié à un maître d'œuvre équipementier et une TPE plateforme. Au résultat, en presque cinq ans, aucun drone n'avait été vendu hors de France et la TPE, ne connaissant pas les marchés, était bien incapable à la fois de décliner une famille de produits à partir de l'IT180 du génie et de l'exporter

elle-même. C'est ainsi qu'Infotron a été acquis par ECA qui, en 3 ans, a décliné l'IT180 en une famille de produits et l'a exporté dans plusieurs pays.

Cette expérience de l'IT180 permet donc d'esquisser une voie pour une politique industrielle enfin gagnante et pour une France forte et exportatrice dans le domaine des drones: Confier les contrats de drones aux dronistes comme on confie ceux de plateformes (Navires, chars...) aux plateformeistes. ☺

INTERVIEW DE GUENAËL GUILLERME : ECA ET LE RACHAT DE INFOTRON

La CAIA : Pourquoi ECA a-t-il décidé d'acquérir Infotron ?

Gueaël Guillerme : La stratégie de ECA est de développer la gamme la plus large et diversifiée possible de drones. En effet, nous souhaitons orienter notre activité future vers le travail coopératif de drones, éventuellement en essaim, que ce soit pour augmenter leur efficacité dans la réalisation d'une tâche ou pour réaliser au mieux une suite de tâches interdépendantes. Depuis 15 ans, nous avons fait une quinzaine d'acquisitions, et sommes habitués à cette croissance externe. L'achat d'Infotron et de son produit principal, l'IT180, répondait parfaitement à cette stratégie : il s'agit d'un drone de taille et poids moyens, à voilure tournante, ce qui convient bien aux problématiques d'inspection et de surveillance à moyenne portée.

La CAIA : Comment s'est déroulée l'intégration d'Infotron et de son produit phare, le mini-drone IT180, au sein de ECA ?

GG : ECA a permis au IT180, ainsi qu'à ses variantes et évolutions, de trouver un marché à l'export en le distribuant via son réseau commercial. Nous avons deux enjeux : l'industrialisation de l'IT180, drone issu d'une PME de 15 personnes, puis sa mise sur le marché et sa promotion à l'étranger. En fusionnant Infotron avec notre activité robotique, nous avons pu modifier le produit d'origine puis créer différentes versions, comme celle reliée par un cordon ombilical qui permet de s'affranchir de la charge de la batterie. ECA a d'ailleurs remporté le trophée de l'innovation à Euronaval en 2016 grâce à un modèle issu d'une évolution de l'IT180 qui permet de mesurer à tout moment la signature magnétique d'un navire, ce qui constitue une véritable nouveauté. La fiabilisation et la possibilité d'un MCO efficace ont également contribué à améliorer le produit. Enfin, pour la distribution à l'export proprement dite, marketing et soutien logistique ont été employés à bon escient.

La CAIA : En tant que dirigeant du groupe ECA, comment voyez-vous évoluer le marché des drones volants ?

GG : Le marché des drones, volants ou pas d'ailleurs, a connu une formidable expansion au cours des dernières années, à la fois en termes de volume et de diversité. On en trouve de toute les tailles, propulsés de plusieurs manières et remplissant des fonctions très diverses. Je crois que ce n'est que le début et que beaucoup de types et modèles de drone sont encore à naître dans les prochaines années. Dans un second temps, comme tout secteur qui se développe autour d'une nouvelle technologie, je m'attends à des vagues de consolidation autour de grands acteurs qui sauront intégrer les produits et les solutions qu'ils apportent. Dans ce contexte, ECA a l'intention de devenir le référent incontournable des solutions de sécurité et surveillance.

Propos recueillis par **Jonathan Lardy**



Guénaël Guillerme, ICA
Directeur Général
ECA SA. Président
Directeur Général
ECA ROBOTICS

Guénaël GUILLERME est ingénieur ENSTA Bretagne, titulaire d'un Master en Systèmes Informatiques de l'ISAE (1987). Ingénieur chez DCNS de 1987 à 1997, il entre chez ECA où il sera en 1999 Président Directeur général. En 2008, il quitte le groupe pour mener un projet personnel et le réintègre comme Directeur général en février 2013.

L'INNOVATION À PLEINE PUISSANCE

SAFRAN, LE MOTEUR DE L'HÉLICOPTÈRE DE DEMAIN

Cyrille Poetsch, ICA

Leader mondial des moteurs d'hélicoptères, Safran helicopter engines (anciennement Turbomeca) investit une partie significative de ses revenus, environ 15 %, dans la préparation de l'avenir en développant des moteurs toujours plus performants combinant puissance, réduction de consommation en carburant et des émissions de polluants, sécurité et flexibilité d'emplois.

Toutes les 9 secondes, quelque part dans le monde, un hélicoptère motorisé par Safran décolle pour accomplir sa mission. Cette mission, il peut s'agir d'un sauvetage en mer, du transport d'un blessé vers un hôpital, d'une dépose d'un commando en territoire hostile ou plus simplement d'un vol de plaisance au-dessus du Grand Canyon. Chaque mission en hélicoptère a ses spécificités et ses contraintes. Pour nous, chez Safran helicopter engines, la responsabilité est toujours la même : fournir des moteurs qui soient performants, sûrs et fiables dans toutes les situations. La sécurité et la satisfaction de l'utilisateur sont des exigences sur lesquelles il n'est pas possible de transiger, et qui modèlent l'ensemble de notre gamme de moteur. Je suis d'ailleurs personnellement impliqué dans l'ensemble des cellules d'alerte qui sont déclenchées lors des événements sur flottes, et dans les décisions à prendre suite aux analyses techniques.

Notre gamme s'articule aujourd'hui autour de trois nouveaux moteurs : l'Arrano de 1 100 à 1 300 ch destinés aux hélicoptères moyens, l'Ardiden de 1 400 à 2 000 ch pour les appareils moyens - lourds, et les MFP (Moteurs Forte Puissance) de 2 100 à 3 000 ch destinés aux hélicoptères lourds. A cela s'ajoute notre offre de moteurs « sur étagère », tels que l'Arrius, l'Arriel et le Makila, que nous continuons de faire évoluer. La diversité de ces moteurs nous a permis de constituer une offre commerciale complète et pertinente qui a répondu



Cyril Abad – Safran : L'Arriel, moteur best seller de Safran Helicopter Engines. Un moteur mature, que Safran continue de faire évoluer.

aux besoins de la quasi-totalité des nouveaux hélicoptères lancés au cours des dernières années, à commencer par le H 160 d'Airbus Helicopters, le Bell 505 de Bell et l'AC 352 du chinois Avic, et qui assurent à Safran l'assurance de conserver sa position de leader sur ce marché.

Ambitieux et réaliste

La clé pour conserver ce leadership, c'est de préparer dès maintenant le futur avec une stratégie de recherche et technologie à la fois ambitieuse et réaliste. En tant que Directeur des programmes, agissant à la croisée de la technique, du commercial et de la stratégie de l'entreprise, j'ai tout particulièrement cette responsabilité de garantir la pertinence de cette stratégie de R&T aux vues des besoins de nos clients et de leurs missions. Safran helicopter engines porte en elle le gène de l'innovation.

L'histoire de notre société est empreinte de cet esprit pionnier qui lui a permis d'être à l'avant-garde de l'histoire de l'hélicoptère et d'accumuler les records. Aujourd'hui, l'amélioration permanente de nos produits est un trait qui est reconnu et plébiscité par les fabricants d'hélicoptères et leurs utilisateurs. Quelques chiffres permettent de résumer l'évolution de nos moteurs : entre l'Artouste de 1955 et l'Arriel 2 en service aujourd'hui, la puissance a été multipliée par 2, la densité de puissance par 2,5 et la consommation réduite de moitié. L'Arrano, actuellement en développement, permettra d'aller encore plus loin, avec une consommation encore réduite de 15 % grâce à une optimisation toujours plus poussée du compresseur et de la turbine. C'est d'ailleurs cet avantage qui nous a permis d'être retenus en simple source par Airbus Helicopters sur le H 160, en 2015. Une

bonne nouvelle que j'avais personnellement annoncée aux équipes lors ma présentation annuelle Bilan Programmes.

L'optimisation du générateur de gaz est la colonne vertébrale de notre R&T avec des fondamentaux immuables comme le développement de nouveaux matériaux (plus robustes, légers et résistants aux fortes températures), l'optimisation des performances aérodynamiques (augmentation des taux de compression) et l'amélioration des équipements.

L'introduction d'une part plus importante d'énergie électrique dans les systèmes propulsifs sera également la source de gains significatifs en termes de performances et de rendement. L'hybridation d'une turbine à gaz avec une source d'énergie électrique pouvant fournir très rapidement des surcroûts de puissance importants, est un concept prometteur qui permet de repenser la manière dont est utilisé un moteur.

Sur un hélicoptère bimoteur, il deviendrait ainsi envisageable de mettre en veille l'un des deux moteurs durant les phases de croisière. Sur ces hélicoptères, les moteurs ont en effet la particularité d'être naturellement surdimensionnés en termes de puissance pour fonctionner de manière nominale en situation d'urgence, lors d'une panne de type OEI (one-engine inoperative). Pour des raisons de sécurité, chaque moteur est en réalité capable de fournir environ 20 % de puissance en plus que ce qui est nécessaire au décollage. En régime de croisière normal leur rendement n'est donc pas optimal.

Mettre en veille un moteur, permettrait à l'autre de fonctionner à un régime supérieur, offrant ainsi un meilleur rendement de puissance comparé à deux moteurs fonctionnant à mi-régime. L'hybridation intervient lorsque le pilote a besoin de revenir rapidement à un haut niveau de puissance, en phase d'approche, ou pour réaliser une manœuvre d'urgence : un système électrique permet de « réveiller » très rapidement le moteur en veille et de le ramener presque instantanément à son régime de fonctionnement initial. L'utilisation de ce concept de « mode éco »

IMPRESSION 3D

La fabrication additive, plus communément appelée impression 3D, est également un « game changer » qui a l'avantage de révolutionner la fabricabilité de nos moteurs et d'ouvrir de nouvelles voies en matière de conception, en permettant aux ingénieurs d'imaginer des pièces qui n'auraient jamais pu voir le jour avec les méthodes de fabrication classiques comme la forge, la fonderie ou l'usinage. Si bien que les injecteurs et les tourbillonneurs des chambres à combustion de l'Arrano et de l'Ardiden 3 sont d'ores et déjà fabriqués ainsi, avec le principe de la fusion laser sur lit de poudre métallique. Si la technologie a encore ses limites (taille des pièces et résistance aux contraintes mécaniques), la fabrication additive pourrait dans les années à venir concerner plus de 20 % des pièces de nos moteurs.



La fabrication additive, une révolution dans la fabrication de certains composants des moteurs aéronautiques.

permettrait de générer une économie de carburant de l'ordre 15 %.

L'hybridation source d'optimisation

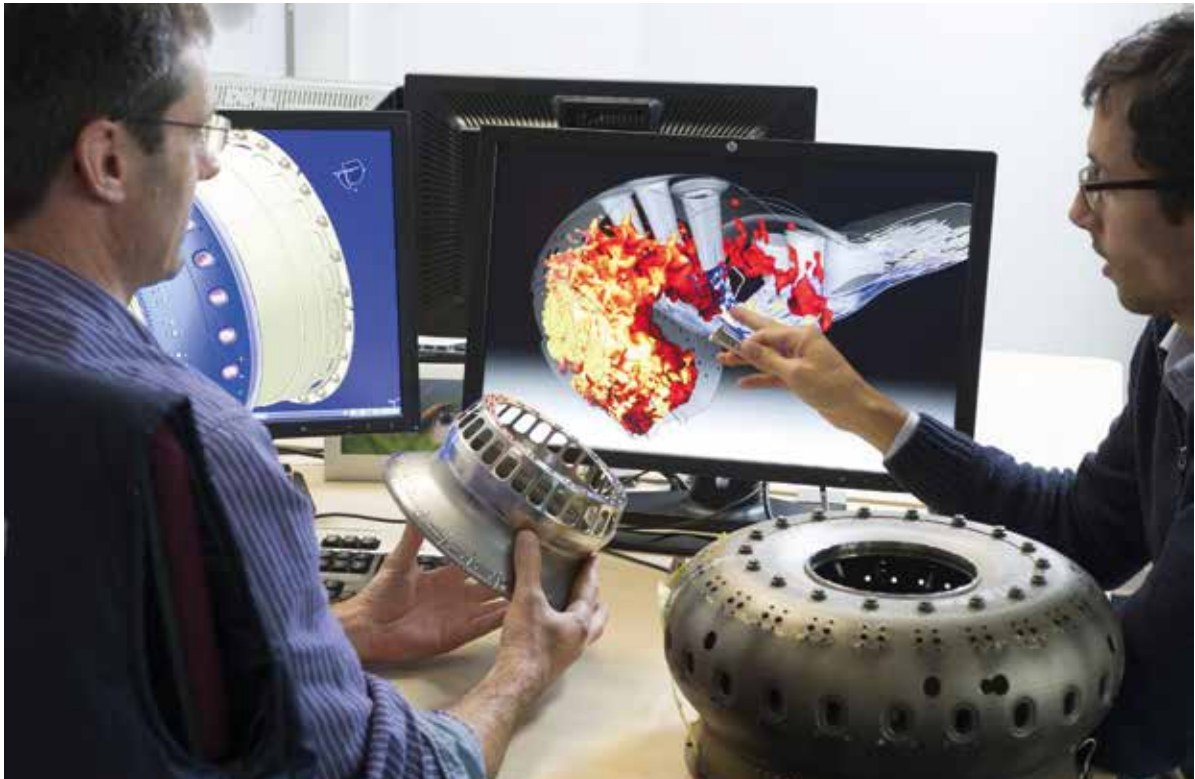
Plus largement, l'hybridation avec une source électrique permet de réajuster la gestion de la puissance à bord, d'où des optimisations en termes de rendement et de consommation, tout en maintenant un niveau de sécurité optimal.

La maîtrise de ces concepts d'hybridation va également être un atout précieux pour Safran helicopter engines lorsqu'il s'agira de répondre aux nouveaux besoins en matière de transport aérien urbain et régional avec des aéronefs de type VTOL (Vertical Take-Off and Landing, ou à décollage et atterrissage verticaux). Dans ce marché en pleine ébullition, des start-ups épaulées par les géants de Silicon Valley, comme Uber ou Google, mettent aux défis les industriels de l'aéro-

nautique avec des concepts de « flying cars » ayant dépassé le stade de la fiction. En réponse, Airbus, Bell, la Nasa ou bien encore la Darpa, planchent eux aussi sur ces concepts d'aéronefs de 2 à 4 passagers permettant de se déplacer en ville en s'affranchissant des contraintes du trafic routier.

Si une propulsion entièrement électrique est la cible des promoteurs tel qu'Uber, nous pensons de notre côté qu'un système hybride thermoélectrique ou à minima avec une pile à combustible sera nécessaire. Le temps d'autonomie et la masse embarquée étant les éléments dimensionnants.

Des concepts d'aéronefs plus gros, à voilure fixe appelés STOL (Short Take-Off and Landing) ou convertible, sont également en vue. Ils devraient avoir une capacité plus importante (une dizaine de passagers, voire plus) et pourront réaliser des vols plus longs, d'au >



Safran Helicopter Engines prépare le futur grâce à une feuille de route technologique à la fois ambitieuse et réaliste.

« LA TURBINE À GAZ RESTERA LA PIÈCE
MAÎTRESSE DE LA PROPULSION DES FUTURS
HÉLICOPTÈRES ET AÉRONEFS VTOL POUR
ENCORE TRÈS LONGTEMPS ET POUR LA TRÈS
GRANDE MAJORITÉ DES MISSIONS »

moins une heure pour du transport régional ou intercity. Compte tenu des besoins en autonomie et puissance, c'est le concept de l'hybridation qui tient la corde, et plus particulièrement celui de la propulsion distribuée.

La turbine à gaz resterait la pièce maîtresse d'une architecture de propulsion où elle ne servirait plus à créer de la puissance mécanique, mais à faire fonctionner une génératrice produisant de l'électricité qui alimenterait plusieurs moteurs électriques entraînant chacun des rotors.

Futuristes et séduisants ces concepts de VTOL aiguisent l'appétit de nouveaux entrants. Pour autant, l'aspect innovant de ces projets devra être mis en balance avec les questions de sécurité des vols, de certification, d'insertion dans le trafic aérien et d'infrastructures.

Des questions auxquelles des industriels comme Safran, déjà implantés sur le marché de l'hélicoptère, sont le plus aptes à répondre. En qualité de Directeur des programmes, il est justement de ma responsabilité d'évaluer les risques nouveaux liés à l'intégration de ces nouvelles technologies. Une responsabilité qui prend tout son sens, lorsque j'ai l'occasion d'assister à un premier vol, comme récemment où je me suis rendu en Chine pour le vol inaugural de l'AC 352. Des moments où la confiance que nous accordons à la technologie prend tout son sens. Plus généralement nous sommes convaincus que la turbine à gaz restera la pierre angulaire de la propulsion de ces futurs engins, pour encore très longtemps et pour la très grande majorité des missions. ☺



Cyrille Poetsch,
ICA, Directeur
des programmes
de Safran
helicopter
engines

Après avoir exercé différentes fonctions à la DGA, Cyrille Poetsch a rejoint Safran helicopter engines en 2002, comme Directeur général adjoint de la CGTM (filiale du motoriste spécialisée dans les essais en vol). Nommé responsable du Centre de compétences systèmes de régulation en juillet 2007, il devient Directeur des programmes en 2009.



SOLUTIONS POUR L'AEROSPACE

Equipements embarqués
Equipements de radio-transmission
Lignes d'assemblage
Moyens de tests
Outillages de production
Outillages de maintenance
Simulation d'entraînement à la maintenance
Simulation d'entraînement au pilotage
Drônes aériens

REJOIGNEZ-NOUS

STAND F108 - HALL 2B



www.ecagroup.com



Retrouvez-nous
**AU SALON
DU BOURGET**
Hall 1, Stand G 278



Ingénierie & Fabrication Innovante
pour l'Aerospace



Projection de Forces



Cyber Intelligence & Sécurité



Surveillance Optronique
& Détection NRBC

Credit photos : Ministère de la Défense, Cern, Bertin Technologies, istock

bertin
TECHNOLOGIES

www.bertin-technologies.com

ENIM
Innovate and Act

www.enim.com

LA PUISSANCE ET LA POLYVALENCE DU TIGRE : SA TOURELLE THL30

LE SYSTÈME D'ARME DE 30 MM DE L'HÉLICOPTÈRE TIGRE, UN ATOUT CLÉ DE SA RÉUSSITE OPÉRATIONNELLE

Philippe Hervé, IGA

Destinée à équiper l'hélicoptère d'attaque TIGRE, la tourelle THL30 intègre le canon de 30mm 30M781. Cette tourelle, développée par NEXTER, repose sur le savoir-faire historique du groupe en matière de développement de système d'arme de moyen calibre, ainsi qu'en matière de fabrication des armes à la canonnerie de Bourges et des munitions à l'établissement de La Chappelle St Ursin.

Au début des années 1990, le programme TIGRE doit prendre en considération l'évolution de la menace, liée à la fin de la guerre froide. Si la fonction antichar est initialement primordiale, le TIGRE doit aussi faire face à des engagements de moins haute intensité lesquels nécessitent une forte polyvalence du système d'armes pour lutter contre les nouvelles menaces dites asymétriques. La THL30 est donc prévue dès la première version des hélicoptères TIGRE de l'armée française, la version HAP (Hélicoptère Appui Protection), laquelle doit pouvoir combattre d'autres hélicoptères et avoir une manœuvrabilité accrue pour les missions air-air. La clé de voûte des capacités offensives du TIGRE HAP sera donc son système d'arme de 30 mm, monté en tourelle dans le nez et capable d'engager des cibles terrestres et aériennes.

Au printemps 1995, les premiers tirs au sol ont eu lieu avec le prototype PT4 du TIGRE. Suivront les tirs en vol, avec plus de dix mille obus tirés lors des séances de vols d'essais. Dès ses débuts, la THL30 impressionne grâce au pointage automatique du canon vers la position qu'occupera la cible lorsque les obus l'atteindront. Le principal atout de la THL30 est sa précision (moins de 1/1 000 de radian en utilisation opérationnelle), permettant d'engager des cibles aériennes et au sol sur des distances importantes. Cette précision est rendue possible par l'utilisation de codeurs optiques d'angles dans la tourelle, développés à l'origine



THL30 intégrée sur Hélicoptère TIGRE

pour le char de combat Leclerc. La THL30 dont le poids est de 212 kg a un débattement de +/- 90° horizontalement et -25/+28° verticalement. Le positionnement stratégique sous le nez de l'appareil offre davantage de latitude que les POD ou les canons placés sous le fuselage. L'atteinte de ce niveau de précision a permis de diviser la longueur des rafales par deux, prévues initialement à 10, 20 ou 50 coups. Le canon 30M781 est une arme à motorisation électrique: celle-ci garantit des arrêts de tir dans des conditions optimales de sécurité de tir, réduit également les contraintes mécaniques sur l'arme et permet une arrivée des munitions sans

à-coups. Cela augmente la fiabilité du tir et permet d'ajuster la cadence de tir en fonction des caractéristiques du porteur.

Le calibre de 30 mm est celui offrant le meilleur compromis entre capacité de destruction, précision, masse et encombrement. La tourelle dispose ainsi d'une cadence de tir de sept cent vingt coups par minute. La probabilité de détruire une cible située entre 1 000 et 1 800 m est de cinq coups. Cette capacité lui permet d'ouvrir le feu en étant hors d'atteinte des rafales tirées par des armes légères et dote le TIGRE d'une capacité d'abattre un aéronef qui vole jusqu'à des vitesses de 300 à 450 nœuds.

PARLONS DE PRÉCISION :

Le tir d'un obus de 30 mm, de jour ou de nuit, sur une cible mobile ou immobile, terrestre ou aérienne, offre une probabilité de placer 9 obus sur 10 dans une cible de 5 m de diamètre à 1 000 m, 6 obus sur 10 à 1 500 m et reste capable de neutraliser des cibles à une distance de 2 km et ainsi détruire une cible invisible à l'œil nu.



Maintenance de la THL30 en environnement opérationnel

Le système d'arme de 30 mm a fait ses preuves sur le théâtre d'opérations afghan, où le TIGRE est employé afin d'escorter les hélicoptères de manœuvre ou d'évoluer en binôme avec les Gazelles. Ils évoluent à l'avant et à basse altitude; une configuration dans laquelle le canon offre alors une capacité de riposte immédiate et de tir en mouvement. La tourelle THL30 a ensuite été utilisée sur le théâtre libyen dans le cadre de l'opération Harmattan. Sa célérité d'alignement et sa précision permettait aux forces de réagir très rapidement en cas de rencontre avec l'ennemi. « Les obus semi-perforants, explosifs et incendiaires que nous utilisons nous permettaient de détruire tous les véhicules de combats légers que nous rencontrions. Ils ont même sérieusement abîmé un char d'assaut blindé, avant qu'un missile ne le détruise. En moyenne, chaque TIGRE détruisait entre sept et dix véhicules ennemis par raid. Au final, en 17 sorties, j'ai tiré 3491 obus sans avoir un seul incident de tir, et ai détruit 70 véhicules de combat », a écrit le Capitaine Brice ERBLAND, dans son livre « dans les griffes du Tigre ». Lors de l'opération Harmattan, les Tigres de l'ALAT, grâce à leur canon de 30 mm, ont neutralisé des chars T-72 en détruisant leurs antennes et leurs optiques de visée.

Depuis, la THL30 a été opérée au Mali et en Centrafrique par l'armée de Terre française.

La THL30 est manœuvrée via un système de visée numérique, grâce à des viseurs intégrés sous le nez et sur le toit de l'appareil. La THL30 est donc asservie au mou-

LES MUNITIONS DE LA THL30

Conçues et fabriquées par NEXTER, les munitions de la THL30, de calibre 30x113 mm, sont adaptées à l'emploi en environnement électromagnétique sévère et surpassent les exigences des standards dans plusieurs domaines. Leur faible dispersion, leur sécurité d'emploi et leur fonction d'autodestruction limitent considérablement le risque d'effets collatéraux. Leur empreinte logistique réduite leur confère un ratio efficacité/coût inégalé à l'échelle d'un déploiement opérationnel.

Pour conférer au TIGRE des « griffes toujours plus acérées », NEXTER, avec le soutien de la DGA, se prépare.

La portée des armes ennemies s'accroît au fur et à mesure de leur prolifération ; il faut donc augmenter la portée de la THL30. La variété des terrains influe sur le déclenchement à l'impact, la surface traitée et l'efficacité de tel ou tel type de charge militaire. Les théâtres complexes, périurbains ou accidentés, exigent des fonctions intelligentes en cours de développement comme le déclenchement à distance programmée (airburst) grâce à une électronique durcie ultra-miniaturisée et indépendante en énergie, ou à altitude définie (proximétrie) en partenariat avec JUNGHANS-T2M, sur la base d'une technologie optique unique au monde.



Unité robotisée de ceinturage d'obus



Electronique embarquée « airburst »

vement de tête du pilote ou du chef de bord, qui vise la cible du regard en alignant son réticule de cible. Le système de conduite de tir désigne la cible avec le canon en quelques dixièmes de seconde (vitesse angulaire 90°/s) en tenant compte des mouvements du casque, de l'hélicoptère; ceci autorise des tirs de réaction particulièrement efficace et en fait un moyen de soutenir les fantassins lors des opérations au sol. Le système de pointage et d'asservissement aux différents viseurs constituent des réussites techniques exceptionnelles.

La THL30 est une arme dont la maintenance est simple, avec un nettoyage du tube tous les 450 coups ou après chaque séance de tirs.

Les munitions dites 30 mm x 113, fabriquées par Nexter, sont identiques à celles du Mirage 2000C, avec une amorce à initiation électrique et protégée contre les interférences électromagnétiques. L'aviation légère de l'armée de Terre utilise deux types d'obus, l'OXAS (obus d'exercice) et l'OSPEI (obus semi-performant explosif incendiaire) pour le combat.

A ce jour, cent trente-cinq tou-

relles THL30 ont été produites, et équipent les hélicoptères des forces françaises, espagnoles et australiennes. La tourelle THL30 est intégrée sur les versions HAP, HAD et ARH du TIGRE. ☺



Vincent GINABAT, ICA

Vincent GINABAT a conduit des programmes navals et aéronautiques chez DCNS et SAFRAN. Il a dirigé LACROIX Défense avant de rejoindre le groupe KNDS en 2016. Il est PDG de la société NEXTER Munitions.



Philippe Hervé, IGA

Philippe HERVE, X 74, a toujours travaillé dans l'industrie de l'armement terrestre (GIAT, Giat Industries et maintenant NEXTER). Il est Directeur des relations Institutionnelles France et institutions européennes/OTAN de NEXTER.

LES « ANGES¹ » DE LA NUIT

VOIR DE NUIT COMME EN PLEIN JOUR

Pierre Andurand, /CA

Les technologies de vision nocturne ont fait des progrès très importants ces dernières années. Les technologies de tubes à intensification de lumière (IL) restent pour l'instant la référence, les capteurs CMOS bas niveau de lumière étant encore loin d'atteindre les niveaux de performance requis pour un emploi militaire. La priorité à court terme est plutôt au développement des technologies de fusion IL/IR, qui apportent un plus important en termes de détection.

Les technologies de vision nocturne ont pris une importance considérable sur les théâtres d'opérations, tant pour les forces conventionnelles que pour les forces spéciales. Elles conditionnent la mobilité et la supériorité tactique lors des missions de nuit. Aujourd'hui, plus de 90 % des missions des forces spéciales sont menées de nuit.

Dans le domaine du pilotage d'aéronefs, les jumelles de vision nocturne constituent un compromis différent de celui des solutions plus intégrées de type *Helmet Mounted Sight Display* comme le casque TopOwl®, qui apportent de leur côté des fonctionnalités supplémentaires (affichage de symbologie, alignement casque/armes...) ainsi qu'un meilleur confort visuel en terme de champ de vue et appréhension de la situation tactique (absence d'effet tunnel propre aux jumelles).

Les jumelles de vision nocturne demeurent toutefois une solution élégante en termes de coût et compacité (une jumelle rentre dans une boîte à gants). Aussi, elles n'ont pas d'égal à ce jour en termes de performance optique. Associées aux dernières technologies de tubes à intensification de lumière (technologie INTENSTM de Photonis), elles permettent seules d'envisager des vols d'hélicoptère en *sea skimming* et par nuit complètement noire. Elles



Jumelle Thales Angénieux Hélié en service dans l'armée Française

permettent aussi, pour un utilisateur expérimenté, de voir des détails beaucoup plus fins.

Il n'y a toutefois pas de solution meilleure qu'une autre. Chaque solution présente ses avantages et inconvénients, et chaque utilisateur aura sa préférence en fonction de son expérience terrain.

La jumelle d'hélicoptère Hélié, développée sur contrat DGA, représente ce qui se fait de mieux actuellement en termes de performance optique. L'utilisation d'objectifs ouverts à F/0,95, en lieu et place de l'ouverture en F/1,2 qui représente le standard du marché, permet de collec-

ter jusqu'à 60 % de signal en plus, et améliorer ainsi significativement les capacités de détection, reconnaissance et identification.

Cette prouesse technique a été rendue possible par l'expérience des bureaux d'études de Thales Angénieux, qui s'appuient sur une longue histoire de développements optiques. Certains de ces développements remontent à la conquête spatiale, avec le développement d'optiques très ouvertes pour le compte de la NASA pour la sonde Ranger VII, optiques qui ont permis les premières prises d'images à haute

¹ en référence au film « State of Grace » avec Sean Penn et Ed Harris, mais aussi et surtout au diminutif donné à l'équipe Angénieux aux Etats-Unis (« the Angie team »), dans la cité des anges, et plus particulièrement à Hollywood, principal théâtre d'opération de la société dans son domaine civil du cinéma...

résolution de la surface lunaire en juillet 1964. Cette prouesse technique a aussi été rendue possible par l'intégration de nouveaux composants optiques de dernière génération (lentilles asphériques), qui décuplent les degrés de liberté des lois de l'optique, et donc les optimisations possibles au niveau du *design* optique.

Quel avenir pour ces technologies de vision nocturne ?

Les technologies de tubes demeurent pour l'instant les solutions présentant le meilleur compromis coût-performance en termes d'intensification de lumière (IL). Les meilleures technologies CMOS bas niveau de lumière sont toutefois amenées à faire des progrès significatifs sur les prochaines années.

Les développements actuels dans le domaine terrestre portent essentiellement sur les technologies de fusion de divers senseurs positionnés autour de la jumelle : fusion de l'image intensifiée avec une image LWIR et/ou SWIR, permettant d'enrichir l'image intensifiée, améliorer la portée de détection et apporter une capacité de décamouflage.

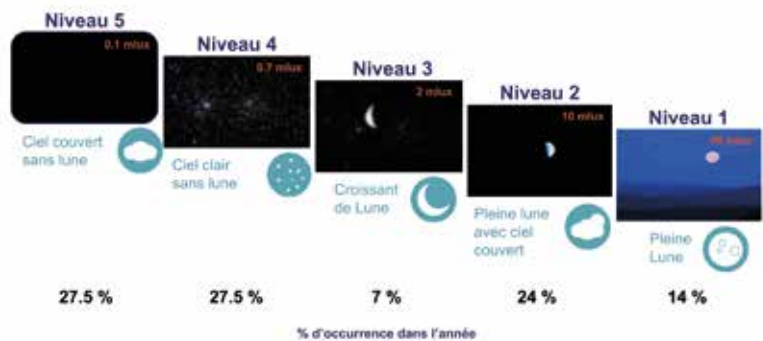
Le portage de ces technologies de fusion sur des véhicules et/ou aéronefs va présenter un challenge intéressant, puisqu'il ne s'agira plus de fusionner des capteurs présents à la proximité directe de la jumelle, mais aussi d'autres capteurs présents sur le système. On peut rêver, par exemple pour les véhicules blindés, de développer des concepts de blindages transparents, permettant à un équipage d'être immergé dans son environnement, avant même la sortie du véhicule, en connectant les jumelles aux senseurs de vision périmétrique du véhicule.

S'agissant des aéronefs, on peut imaginer le développement de systèmes de vision tête haute simplifiés, intégrant aussi ces technologies de fusion, et permettant d'éviter l'effet tunnel des jumelles. Ces systèmes

CASQUE TOPOWL :



Le casque TopOwl® de Thales est un autre système de vision nocturne développé par les équipes de Thales pour les pilotes d'hélicoptère. Il équipe entre autres les hélicoptères Tigre et NH 90. Beaucoup plus évolué qu'une jumelle de vision nocturne, il dispose de fonctionnalités telles que l'intégration d'une symbologie évoluée, la captation de l'orientation de la tête et l'alignement avec l'arme. La partie optique du casque est aussi fabriquée par les équipes de Thales Angénieux.



Niveaux de nuit. Les meilleurs systèmes de vision nocturne (jumelles Hélié associées aux tubes Photonis INTENSTM) permettent une vision de nuit de niveau 5. A titre de comparaison, les meilleures technologies CMOS bas niveau de lumière actuelles ne permettent d'atteindre que le seuil de niveau 3.

pourraient être connectés à des senseurs placés sur un mât extérieur, apportant au travers d'une fusion IL/IR une perception accrue et quasi-périmétrique.

On peut aussi envisager la projection sur la visière d'images en provenance d'un drone ou d'un observateur déployé sur le terrain, en vision *see-through* de jour comme de nuit, donc sans perte de perception de l'environnement de pilotage. L'ensemble de ces technologies est à portée de main. La problématique sera certainement plus celle de la dynamique des senseurs eux-mêmes, pour éviter les effets de décalage ou traînage de l'image, effets qui sont rédhibitoires pour un emploi militaire (et a fortiori pour le pilotage d'aéronefs). Il conviendra, bien évidemment, aussi de bien penser l'IHM, et la charge de travail qui en résultera pour le pilote et/ou le co-pilote.

Nous avons la chance d'avoir aujourd'hui, au travers des deux sociétés françaises que sont Thales Angénieux et Photonis, des capacités de premier plan dans ces technologies de vision nocturne, technologies qui ont longtemps été dominées par les fabricants américains. ☺



Pierre Andurand, ICA,
Président de
Thales Angénieux

Pierre Andurand (X 87) a commencé sa carrière à la Direction des Missiles et de l'Espace de la DGA. Il entre dans l'industrie en 2001, chez Nexter (Giat Industries à l'époque), puis chez Thales en 2006. Il dirige depuis 2011 la filiale Thales Angénieux, spécialisée dans les technologies de vision nocturne et les optiques professionnelles pour le cinéma (marque Angénieux).

ARMEMENT POUR HÉLICOPTÈRE

Jacques Doumic, ICA

« Il faut d'ailleurs bien voir que la tactique est dominée par la question du feu et ce pour une raison très simple, bien que parfois oubliée, c'est que le feu tue. » (Général Guy Hubin, *Perspectives tactiques*, éd. Économica). Cette affirmation s'applique pleinement à l'hélicoptère, indispensable à toute manœuvre aéroterrestre ou aéromaritime, sans cesse engagé en milieu hostile. Entreprise européenne de référence pour les missiles et les systèmes de missiles, MBDA se trouve naturellement en pointe pour armer ces plateformes.

Avril 2011, Abidjan. Laurent Gbagbo, ex-président de la Côte d'Ivoire battu aux élections, s'accroche farouchement à son pouvoir. Dans un pays éprouvé par plus de dix ans de guerre civile, on peut craindre un carnage. Le secrétaire général de l'ONU écrit à Nicolas Sarkozy : « *Je considère, comme vous, que la protection des civils menacés en Côte d'Ivoire est une urgente nécessité.* » Quelques heures plus tard, un hélicoptère français tire un missile sur le mur de la résidence où s'est réfugié Gbagbo. La brèche permet aux forces ivoiriennes de pénétrer dans le bâtiment. Elle laisse aussi le champ libre à l'alternance politique décidée dans les urnes. Le bain de sang a été évité.

Il ne s'agit là que de l'un des faits d'arme de la Gazelle Hot Viviane, aussi à l'aise contre des chars que contre des infrastructures, et qui, pendant des années, aura été emblématique de l'hélicoptère armé. Déployé sur bien des théâtres, vétéran de bien des opérations, le missile Hot est d'ailleurs encore en service sur la version allemande du Tigre, aux côtés du missile anti-char Pars 3, développé et produit lui aussi par MBDA. Côté français, dès l'origine, le Tigre a été doté d'une capacité air-air grâce au Mistral, indispensable parce que hautement dissuasif contre tout aéronef ennemi, et ce à côté d'armements air-sol non guidés dont la précision et l'efficacité décroissent rapidement avec la portée. Mais l'intérêt militaire du



Sea Venom / ANL tiré d'un hélicoptère naval

Mistral ne se limite pas au combat air-air. Le missile confère en effet à son porteur une capacité air-sol/air-surface, capacité secondaire mais précieuse... sans le moindre surcoût. Avec son autoguidage infrarouge, le Mistral peut accrocher tout point chaud d'une cible terrestre ou navale, fixe ou mobile, à plusieurs kilomètres. « Tir et oublie », il permet de s'affranchir des contraintes d'une illumination laser. Sa vitesse à l'impact et sa charge à billes lui permettent de détruire des véhicules ou de neutraliser des chars (destruction des optiques) ainsi que des petits bateaux de type FIAC (*Fast In-shore Attack Craft*) – et tout ceci a été vérifié expérimentalement et opérationnellement. En sus de ses performances air-air, le Mistral s'avère ainsi remarquablement complémentaire des armements air-sol déjà intégrés notamment au Tigre Std 2 qui restera en service encore au moins dix ans. Le Tigre a d'ailleurs eu recours à plusieurs reprises au Mistral pour traiter diverses cibles, véhicule ou groupe

électrogène, à l'automne 2011 en Libye. L'intégration du Mistral 3, tout en accroissant les capacités air-air de la machine, permettra également d'améliorer significativement ses capacités air-sol. Pour ce qui est de l'équipement du Tigre Std 3 ou d'autres hélicoptères de combat, MBDA propose aujourd'hui diverses options de missiles air-sol. Aux côtés du Pars 3 allemand (« tir et oublie », infra-rouge) et du Brimstone britannique (à la fois semi-actif laser et millimétrique – intégration en cours d'évaluation pour l'Apache britannique), une solution pourrait changer le paradigme actuel, potentiellement en coopération franco-allemande. Ce nouveau missile, plus léger que l'actuel Hellfire, offrira au porteur une autonomie supérieure. Doté d'une charge létale polyvalente, il traitera tout le panel des cibles du champ de bataille. « Tir et oublie », il garantira à l'équipage la possibilité de se dégager immédiatement après le tir, mais aussi bien plus : réemployant la chaîne de guidage du MMP, livré

dans les prochains mois, il pourra prendre à partie une cible au-delà de la vue directe, que celle-ci ait été vue et se soit esquivée ou protégée derrière un obstacle, ou que sa position approximative ait été fournie par un tiers. Ce missile pourra ainsi rester sous contrôle jusqu'à son impact pour éviter tout risque de dommage collatéral. Pour ce faire, il intègrera une capacité de « retour image » : les images vues par l'autodirecteur seront renvoyées en temps réel vers l'hélicoptère ; tout au long du vol, le tireur bénéficiera ainsi d'une vue de la cible et de son environnement ; il pourra changer de cible s'il en découvre une de plus haute valeur (véhicule de commandement, par exemple) ; il pourra préciser son point de frappe (fenêtre par laquelle entrer dans un bâtiment) ; il pourra à l'inverse détourner son missile vers une zone sans danger pour le cas où, suite à un brusque changement de situation, la destruction de la cible pourrait entraîner des dommages collatéraux. On parle alors de missile avec « homme au-dessus de la boucle » : le tireur bénéficie à la fois du mode « tir et oubli » et d'un contrôle total jusqu'à la destruction de la cible finalement choisie. Le domaine naval n'est pas en reste. Au terme de riches carrières, les missiles Sea Skua et AS15-TT sont en cours de retrait du service. À l'export, l'Exocet a été intégré sur hélicoptère. En Italie et dans plusieurs autres pays, les missiles Marte et Marte-ER connaissent de belles perspectives. Au Royaume-Uni et en France, le Wildcat et le HIL seront les premiers hélicoptères navals à être équipés d'un missile « homme au-dessus de la boucle », à savoir le Sea Venom/ANL. Avec une portée lui permettant de rester à distance de sécurité, d'une masse de l'ordre de l'ordre de 100 kg, ce dernier bénéficie d'un autodirecteur infrarouge et d'une liaison de données hertzienne bidirectionnelle pour le retour image et la transmission des ordres provenant de la plateforme. Le développement de ce missile parfaitement adapté aux environnements littoraux complexes a été lancé en mars 2014. Les essais en vol ont déjà commencé à DGA EV.



Le Tigre, et l'armement qui lui permettra d'imposer de nouvelles règles du jeu

Il s'agit du premier missile en coopération franco-britannique depuis le missile de croisière SCALP. Enfin, MBDA fournit des lanceurs qui contribuent à l'auto-protection des hélicoptères, et propose une solution de détection missile sur hélicoptère sur la base du DDM NG (Détecteur De Missile de Nouvelle Génération) en service sur les Rafale, et qui pourrait être adapté pour lui donner également une capacité de détection de tir d'armes légères d'infanterie (ALI) et de RPG.

Avec des systèmes d'armes à base d'hélicoptères (Tigre, NH 90, Wildcat, HIL, etc.) aux performances démultipliées par les systèmes de missile MBDA, le combat aéroterrestre et le com-

bat aéromaritime sont à la veille d'une profonde mutation. Celle-ci permettra aux forces françaises et européennes d'agir avec une efficacité encore accrue sur les futurs théâtres d'opérations. ☺



Jacques Doumic, ICA
MBDA/Business
Development
international

Après quinze ans au sein du ministère de la Défense (DGA et forces armées), Jacques Doumic a rejoint MBDA en 2009, dans le développement des marchés. Il a été responsable du domaine « Attaque de Surface » pour la France et est actuellement responsable international du domaine Anti-navire et Frappe dans la profondeur.

LUTTE CONTRE LES MINI-DRONES MALVEILLANTS

PREMIER BILAN DES PROJETS D'INNOVATION PARTICIPATIVE
LANCÉS FIN 2016

Pierre Schanne, IGA, Frédéric Renaudeau, Contre-amiral, Jean-Marc Cortambert, ICA et Matthieu Chareton, IA

Face à la menace des mini-drones malveillants, des équipes du ministère de la défense prototypent et expérimentent des solutions innovantes.

Il y a un an se réunissaient à l'Ensta ParisTech 60 agents du ministère de la défense et de la gendarmerie afin de concevoir des solutions innovantes pour lutter contre les mini-drones malveillants. Les participants étaient issus des 900 auteurs d'idées ayant répondu au défi participatif lancé en 2015 sur ce sujet, en complément du plan d'acquisition du ministère coordonné par la Direction de la protection des installations, moyens et activités de la défense (DPID). Répartis en équipes renforcées par des étudiants de Polytechnique et de l'ENSTA, les participants de l'atelier ont exploré pendant deux jours différents concepts tels que les applications *smartphone* pour l'alerte, les réseaux de capteurs pour détecter et identifier l'intrus, le *hacking* de drone, le drone anti-drone et l'utilisation de rapaces. En mode *hackathon*, alternant travail et cohésion, le croisement des idées et des compétences a débouché sur 9 projets présentés à un jury. Certains donnent lieu aujourd'hui à la réalisation de démonstrateurs par des équipes issues de l'atelier, avec le soutien financier de la mission pour le développement de l'innovation participative (MIP).

Le projet Suricad (système unique de recueil des informations communautaires anti-drone) a démarré en novembre 2016. Conduit par un officier de l'armée de l'Air, deux sous-officiers du Service des essences des armées et de la Gendarmerie et deux élèves de l'Ensta, il vise à réaliser un système de détection, d'alerte et d'évaluation de la menace basé sur une application



Séance de créativité à l'ENSTA

citoyenne sur *smartphone* et un serveur central. En mars 2017, l'équipe de projet a développé avec succès l'application sur Android et IOS ainsi que le serveur; elle a également créé la base de données et mis en place l'architecture logicielle.

L'IA Matthieu Chareton (DGA) conduit le projet DRONE@HACK, lancé en décembre 2016, avec l'aide d'une équipe du ministère et d'une équipe de 5 étudiants de l'Ensta. Son objectif est de réaliser un système compact et peu coûteux capable de détecter, d'identifier et d'intercepter des mini-drones par prise de contrôle logicielle (voir encadré).

Depuis mars 2017, le projet Sentin'Air, rassemble 7 co-innovateurs de la Marine, de la DGA, de la Gendarmerie, de l'armée de l'Air et du service de Santé des armées. Son objectif est de réaliser, à bas coût, un réseau maillé de capteurs permettant la détection,

l'identification et la désignation d'un drone malveillant pénétrant dans une zone à protéger.

L'armée de l'Air a lancé en 2016 l'évaluation d'une capacité anti-drone utilisant des rapaces. Des aspects complémentaires pourraient être pris en compte dans un projet MIP en 2017, autour du développement de protections et de l'intégration de matériels miniaturisés embarqués.

Deux autres projets MIP issus de l'atelier participatif verront le jour lorsque la disponibilité des chefs de projet pressentis le permettra. La constitution interservices des équipes de projet ne facilite pas la tâche du chef, en particulier lorsque les co-innovateurs sont dispersés géographiquement! Pour autant, malgré les difficultés, cette démarche d'innovation collaborative se révèle un formidable vecteur de décloisonnement au sein du ministère. ☺



Les drones n'ont qu'à bien se tenir

« L'ARMÉE DE L'AIR A LANCÉ EN 2016
L'ÉVALUATION D'UNE CAPACITÉ ANTI-DRONE
UTILISANT DES RAPACES. »

PROJET DRONE@HACK

Une caractéristique essentielle des drones est de disposer d'une liaison de données, qui permet en général le pilotage à distance ou la réception d'un retour vidéo. Ces liaisons radio sont conçues pour avoir un maximum de portée et un minimum de latence, et sont donc peu discrètes et généralement peu sécurisées.

L'idée du projet DRONE@HACK est de tirer profit de ces liaisons de données pour détecter, identifier et localiser les drones, et exploiter leurs vulnérabilités pour les neutraliser en allant jusqu'à une prise de contrôle à distance. L'innovation principale réside dans l'utilisation de composants électroniques grand public pour implémenter des techniques proches de celles de la guerre électronique. La solution est peu onéreuse, efficace même en milieu urbain, et peut fonctionner sur tous types de drones. Elle présente le grand avantage de pouvoir neutraliser un drone malveillant sans danger pour les biens et personnes.

Afin de démontrer le potentiel de cette solution, un partenariat a été lancé avec l'Ensta ParisTech, qui a abouti en moins de trois mois au développement d'un démonstrateur capable de prendre le contrôle à distance de certains mini-drones.



Pierre Schanne,
IGA
Chef de la mission pour le développement de l'innovation participatif (MIP)



Frédéric Renaudeau,
Contre-amiral
Directeur de la protection des installations, moyens et activités de la défense (DPID)



Jean-Marc Cortambert,
ICA
Adjoint au directeur de la protection des installations, moyens et activités de la défense (DPID)



Matthieu Chareton,
IA
Expert en exploitation de mesures (DGA EV)

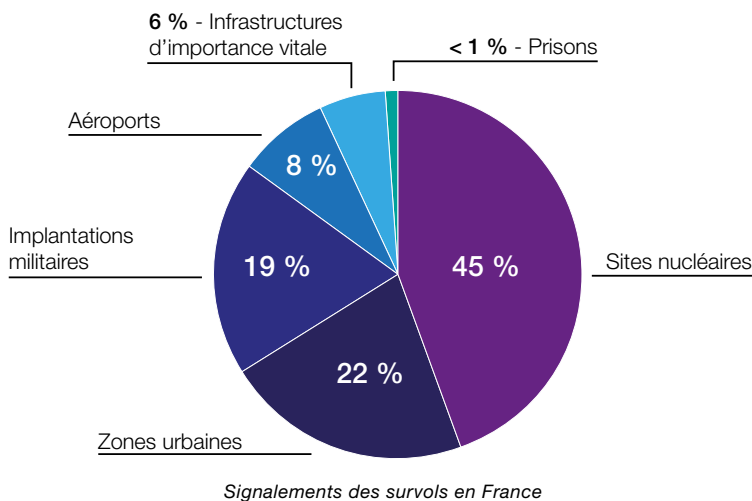
LA LUTTE CONTRE LES DRONES

COMMENT ACCOMPAGNER LE DÉVELOPPEMENT D'UN LOISIR DE PLUS EN PLUS POPULAIRE MAIS DONT L'USAGE MALVEILLANT PEUT AVOIR DE GRAVES CONSÉQUENCES

Thierry Rouffet, ICA

La multiplication des survols de zones sensibles par des drones, à partir de l'automne 2014, a mis en évidence l'utilisation croissante de l'espace aérien par ces appareils et la difficulté des services de l'État à faire respecter les interdictions de survols existantes ainsi qu'à identifier les contrevenants. Le Premier ministre a confié au Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN) la mission d'animer une réflexion interministérielle et de lui présenter des propositions susceptibles de permettre une lutte plus efficace contre l'usage malveillant de drones aériens.

Depuis septembre 2014, 139 incidents relatifs à des survols de sites sensibles par des drones ont été signalés, surtout de nuit.



Pourtant, la France a été l'un des premiers pays à réglementer l'activité des drones dès 2012, notamment en créant un cadre pionnier pour les usages professionnels. Or, si le pays compte le plus grand nombre d'opérateurs de drones civils à usage professionnel au monde, le secteur du drone de loisir connaît un essor encore plus marqué.

Selon les prévisions de la Fédération Professionnelle du Drone Civil, 15 000 emplois pourraient être créés d'ici 2020 en France (100 000 aux USA), dans des domaines aussi variés que l'agriculture, la sécurité, l'architecture, les médias ou encore l'exploration et la gestion des sinistres.

Cette évolution est due, pour une part, aux avancées technologiques qui permettent un usage facile et ludique d'engins toujours plus petits, plus légers et plus capables, à des prix toujours plus bas et, pour une

autre part, à l'orchestration de campagnes de promotion commerciale extrêmement efficaces. Le cadre juridique s'appliquant à cette activité était alors assez peu restrictif. Ainsi, rien n'était, par exemple, prévu pour s'assurer que l'utilisateur dispose d'une connaissance même sommaire des modalités d'usage de l'espace aérien ou des simples règles de prudence. Par ailleurs, la miniaturisation des composants et l'évolution des matériaux rendent la plupart des drones difficilement détectables par les moyens mis en œuvre aussi bien par l'armée de l'Air dans le cadre de sa mission permanente de sûreté que par les forces de l'ordre. La nuit, ces appareils peuvent être encore plus difficiles à détecter s'ils ne sont pas éclairés.

Une réponse organisée

Une réponse efficace à la menace posée par l'usage malveillant des drones nécessite de s'inscrire dans une approche globale qui couvre l'amélioration à la fois du cadre juridique et des réponses capacitaires. En effet, l'éclosion du marché des drones civils impose de prendre en compte plusieurs aspects parfois antagonistes :

- préserver les opportunités économiques de la filière des drones civils et l'intérêt d'utiliser de tels engins pour des usages professionnels ;

- conserver un équilibre entre le développement de la filière, dans laquelle les acteurs français sont déjà des leaders mondiaux, et la prise en compte proportionnée des nouveaux risques engendrés ;
- réduire, dans le même temps, les actes non intentionnels et les actes malveillants en améliorant à la fois la sécurité et la sûreté des vols ;
- prendre en compte le cadre international et exploiter les nombreuses convergences identifiées avec nos partenaires étrangers.

7 nouvelles obligations

Inspirée du rapport du SGDSN présenté aux parlementaires le 20 octobre 2015, la loi 2016-1428 du 24 octobre 2016 relative au renforcement de la sécurité de l'usage des drones civils impose la mise en œuvre de nouvelles obligations à compter du 1^{er} juillet 2018 (1^{er} janvier 2019 pour les modèles de drones les moins récents), des décrets détaillant certaines dispositions restant encore à promulguer.

Cette réponse juridique met en place un régime de sanctions (amendes) en cas de non-respect des obligations :

- d'information sur la zone de vol ;
- de formation du télépilote ;
- d'enregistrement/immatriculation du drone ;
- de signalement électronique du drone ;
- de signalement lumineux du drone ;
- de limitation des capacités de vol ;
- d'avertisseur sonore en cas d'accident imminent.

*« LA MINIATURISATION DES COMPOSANTS
ET L'ÉVOLUTION DES MATÉRIAUX RENDENT
LA PLUPART DES DRONES DIFFICILEMENT
DÉTECTABLES PAR LES MOYENS MIS EN ŒUVRE
AUSSI BIEN PAR L'ARMÉE DE L'AIR (...)
QUE PAR LES FORCES DE L'ORDRE »*

Une réponse technologique à faire émerger

En mars 2015, l'état des lieux mené par les pouvoirs publics afin d'identifier les éventuelles solutions disponibles sur étagères et permettant de lutter techniquement contre des survols interdits n'a pas permis d'identifier de solutions globales efficaces. Devant ce constat, le SGDSN, avec le soutien de l'Agence nationale pour la recherche (ANR), a lancé un appel à projet flash pour trois systèmes intégrés de lutte anti-drone permettant à la fois la détection, l'identification et la neutralisation.

Financé par le SGDSN en partenariat avec l'ANR, l'appel à projet flash pour la « Protection de zones sensibles vis-à-vis des drones aériens » s'inscrit dans le cadre des actions de la filière des industries de sécurité (CoFIS).

Ces projets ont permis sur la durée des travaux, de 12 à 18 mois, de mettre en place des outils innovants dans la lutte anti-drones par la mise en œuvre coordonnée de différents systèmes.

Le projet Angelas, coordonné par l'Onera, propose une détection de drones aériens par corrélation multicapteurs, leur identification à plusieurs kilomètres autour d'installations sensibles et leur neutralisation par des technologies de brouillage et de laser.

Le projet Boreades, coordonné par la société CS, est décliné en plusieurs versions fixes (sites sensibles) ou déployables (événements) et repose sur la détection radar et optronique panoramique jour-nuit, l'identifica-

tion optronique, le brouillage de la télécommande et du géopositionnement du drone, ainsi que la localisation du télépilote.

Le projet SPID, coordonné par la société Roboost/Byblos Group, a développé des solutions de détection et de neutralisation de drones au moyen d'un système multi-senseurs (y compris de radiogoniométrie), modulaire, autonome, déployable et également mobile pour couvrir les besoins de protection de sites ou d'évènements y compris urbains.

Une démonstration combinée de ces projets a eu lieu le 18 novembre 2016 sur la base aérienne de Villacoublay. Les différentes approches proposées ont démontré leur maturité ainsi que leurs performances, il reste maintenant à en préciser l'équilibre financier face à une menace asymétrique.

Une coopération internationale indispensable

Le « Counter-UAV Pioneer Group » qui regroupe l'Allemagne, la Belgique, le Danemark, l'Espagne, la France, la Norvège, les Pays-Bas, le Royaume-Uni et la Suède a été mis en place afin, notamment, de coordonner le dialogue nécessaire avec la commission européenne (DG Grow, DG Home, DG Move) et l'Agence Européenne pour la Sécurité Aérienne (AESA), qui travaillent actuellement sur l'harmonisation de la réglementation sur les drones.

De fait, la législation européenne couvrira dès 2017 tous les drones, la proposition de l'extension de la compétence de l'AESA pour tous les aéronefs de masse inférieure à 150 kg ayant été faite au Conseil de l'UE et au Parlement de l'UE pour une adoption prévue en 2017. ☺



Thierry Rouffet,
ICA, Chef du pôle
développement
des technologies
de sécurité au
Secrétariat général
de la défense
et de la sécurité
nationale.

Thierry Rouffet a été sous-directeur affaires industrielles aéronautique, missiles et spatial à la DGA (2012-2016) après avoir été chef de la division des systèmes d'information des Services du Premier ministre de 2007 à 2010.

LE PÊCHEUR BALBUZARD, LA GRENOUILLE ET TESLA...

Denis Plane, IGA et Xavier Lebacqz, IGA

Son nom anglais est l'Osprey. Le Balbuzard pêcheur est un piscivore car les poissons représentent 99 % de son régime alimentaire. Il repère ses proies lors de vols au-dessus de grands étangs ou de lacs, et souvent plane avant de plonger, d'une hauteur de 10 à 50 m, les pattes en avant pour capturer un poisson. En Bourgogne, on appelle le balbuzard le Craupêcherot. Le nom fait référence à Pandion fils de Cécrops, roi mythique d'Athènes et grand-père de Thésée, qui a été transformé en aigle.

Pour les V suivis d'un nombre, il y a eu les armes allemandes V1 à V5, il y a les moteurs V6, V8, V20. Quant aux avions, je n'ai retrouvé que le biplane Fokker D. VII de 1917; ces diverses Versions de prototypes furent les V21, 22, 24, 31, 34, 35, 36 et 38. Il y eut bien aussi le V19 Torrent Starfighter mais seulement dans la guerre des étoiles... Bref, il faudra qu'un expert aéronautique m'explique les différents V qui ont pu précéder chez Bell Boeing le V22 Osprey... Cet hélicoptère/avion fût baptisé de ce nom en 1985. La compagnie Bell Helicopter avait accumulé trente ans de recherches dans le domaine des avions à rotors basculants et fait voler depuis 1977 un avion expérimental désigné XV-15 qui devint le V22 Osprey. Mis en service en 2005, il est construit à près de 500 exemplaires pour les armées US, Britanniques, israéliennes et japonaises.

C'est le top des hélicoptères de transport. Comparons-le avec le CH-46 Sea Night bi-rotor qui n'est plus utilisé aujourd'hui que chez les Marines qui l'appellent la grenouille à cause de sa position inclinée qui rappelle la posture d'une grenouille. La longévité exceptionnelle lui a d'ailleurs valu le surnom de « frog forever » (la grenouille pour toujours).

Le V22 Osprey a une masse de près de 25 tonnes, plus du double du CH46, une vitesse double (566 km/h), une distance franchissable quadruple (1 600 km), une



Qualification du V22 sur le PA CDG : refroidir le pont



Pliage en vue d'embarquement sur porte hélicoptère japonais

capacité d'emport plus que doublée, une altitude maximale de vol presque double (8 000 m). Notre NH 90 ne fait guère mieux que le CH46 en performances comparées avec le V22 Osprey.

Vaut-il donc mieux avoir un V22 Osprey à 72 M€ que 3 NH90 à 24 M€ pièce? La question reste ouverte... Au vu des performances extraordinaires du V22, cela peut en valoir la peine! Le V22 Osprey, c'est en quelque sorte un « OVNE » (objet volant non égalé) et nous devrions

certes en acheter quelques-uns! Il a été qualifié sur le PACDG et sur les BPC mais je n'ai trouvé aucune photo des essais de manutention et manœuvres dans les hangars de nos fleurons de la marine.

Ses ailes de géant l'empêchent de marcher!

Vu les trésors d'ingéniosité déployés pour replier ses pâles et faire basculer de 90 degrés sa voilure, cela ne devrait pas poser de problème sur le PA CDG dont la hauteur de hangar et les dimensions



Appontage d'un V22 sur BPC : une manoeuvre bien arrosée toujours impressionnante



Le pêcheur balbuzard : le V22 Osprey



La grenouille : le CH-46 Sea Night

des ascenseurs sont largement suffisantes. Mais je crois bien qu'il ne peut actuellement être mis dans le hangar des BPC compte tenu de son poids (alors qu'il le serait sur les porte-hélicoptères japonais). Une modification à envisager ?

Le V22 Osprey est devenu un outil d'intervention des plus performants en OPEX par les USA (Irak, Afghanistan, Lybie, Yemen...). C'est aussi un appareil qui fit rêver et qui apparaît dans d'excellents films comme Transformers, Terminator Renaissance, Battle Los Angeles, Resident Evil! Bien qu'il ait connu de nombreux accidents, le pêcheur balbuzard reste un des aéronefs qui fait rêver petits et grands.

Le V22 a mis 30 ans à se concrétiser, mais la suite est annoncée : le projet de la DARPA VTOL X-plane en est aux essais en vol : au lieu de 2 hélices, ce nouvel avion (si on veut...) n'a pas moins de 20 rotors pour mieux décoller, et ses ailes basculent pour le vol horizontal. L'innovation est répartie, toujours pour la même capacité majeure : se dispenser de piste. L'hélicoptère est parfait pour cela, mais ne vole pas très vite. Le V22 a une

finesse à peine meilleure que celle d'un fer à repasser (si, si, il y a des fers étonnants!) mais reste encore un peu lent : c'est en allant chercher des idées, au lieu de les définir soi-même, qu'on progresse le mieux. Saurons-nous bien équilibrer l'innovation de maîtrise d'ouvrage et celle qui est apportée par des sources insoupçonnées? Dans un contexte où très souvent chacun croit savoir ce qu'il veut, c'est un beau défi!

L'histoire du V22 nous montre comment une innovation révolutionnaire mit près de 30 ans à devenir un engin fiable. C'est une leçon d'humilité et de constance dans le monde de l'innovation qui semble aujourd'hui pris de frénésie. Je ne peux terminer cette ode à une machine à décollage et atterrissage vertical sans rappeler les centaines de brevets déposés par Nikola Tesla, le génial inventeur, entre autres, du courant alternatif. En 1928, Tesla dépose en effet son dernier brevet, un biplan à décollage et atterrissage verticaux. Il émit aussi l'idée d'une soucoupe

¹ "on me dit que la finesse est à peine celle d'une canette de Coca dont on a retiré le fond et le dessus et mise en rotation"

volante, bien avant les légendaires prototypes allemands de la seconde guerre mondiale : <http://threatconspiracy.canalblog.com/archives/2015/12/16/33079067.html>



Denis Plane, IGA

Denis Plane, a commencé sa carrière sous le signe du naval à Toulon puis au STCAN. Passant par les missiles, le service technique des systèmes navals puis le service technique des technologies communes, il dirige la direction des programmes de la DGA jusqu'en 2003. Il est ensuite nommé contrôleur général des armées en mission extraordinaire jusqu'en 2009. Il est membre de la commission de déontologie.



Xavier Lebacqz, IGA, consultant

Xavier Lebacqz a effectué une grande partie de sa carrière à la DGA dans une large palette de métiers, dont celui de directeur de programme du PA CDG. Après avoir supervisé les études du second porte-avions, il s'attela au démantèlement du Clémenceau puis de tous les matériels militaires avant de quitter l'administration en 2010.

MOT DU PRÉSIDENT

Philippe Hervé, IGA



Chers camarades,

Notre traditionnelle Assemblée Générale Ordinaire s'est donc tenue le Mardi 21 mars 2017. Je vous suggère de lire l'excellent article qui suit du secrétaire général adjoint de la CAIA, Jocelyn ESCOURROU : vous en saurez beaucoup, voire vous saurez presque tout sur ce que notre camarade Laurent GIOVACHINI, vice-président du CGArm a dévoilé lors de son intervention. Toutefois, rien ne remplace l'échange direct et je fais partie de ceux qui sont « déçus » de la « faible » participation physique des IA à cette AGO mais aussi de ceux qui sont « heureux » que des jeunes camarades, en particulier des nouvellement entrés en service et même dans le corps, aient pu participer à cette AGO. Point d'amélioration pour 2018 : vous prévenir très tôt de la date de la prochaine AG de la CAIA.

Ayant été choisi par le ministre de la défense pour être membre du Conseil Général de l'Armement, j'ai participé à la première réunion de ce conseil renouvelé, sous la présidence du Ministre de la défense, M. Jean Yves LE DRIAN : de nombreux sujets intéressants directement les IA ont été abordés (amélioration du recrutement à la sortie de l'X, augmentation de l'effectif du corps des IA, calcul des soldes de pension pour ceux ayant été en poste à l'extérieur de la DGA, le nécessaire passage des IA à l'extérieur de la DGA sur au moins deux ans, ...) et des solutions concrètes aux problèmes ont été identifiées et doivent être mises en œuvre en coopération entre le CGArm et la DGA.

L'opération CAIA 50 : les préparatifs du cinquantième anniversaire du corps des ingénieurs de l'armement montent doucement en puissance : l'opuscule mettant en valeur le corps des IA (historique de la création du corps en 1968, les grandes figures et les grandes réalisations, enfin le corps dans le futur) ; le gala de 2018, l'exposition ; etc

Enfin, last but not least, dans cette période politique mouvementée, comment asseoir le corps des ingénieurs de l'armement auprès de nos nouveaux gouvernants : faire de la « publicité » pour le corps des IA ; placer des IA certes dans les cabinets ministériels, en particulier au ministère des armées mais voire aussi à l'Elysée et à Matignon ; faire perdurer la notoriété des IA comme corps de direction de la DGA, en particulier à sa tête, mais aussi comme de grande valeur ajoutée non seulement dans les administrations des ministères, bien au-delà du ministère des armées, mais aussi dans les organismes publics, parapublics ou privés intervenant dans l'un ou l'autre des domaines de la souveraineté de la France.

Je vous souhaite bonne lecture de ce numéro du magazine des IA, en primeur au Salon International de l'Aéronautique et de l'Espace au Bourget, dès le lundi 19 juin 2017.

Bien amicalement

IGA Philippe HERVE

Réservez dès à présent votre soirée !

VENDREDI 13 OCTOBRE 2017

Gala de l'Armement

Cocktail – Dîner – Bal



Participer au Gala de l'Armement, c'est offrir à votre entreprise, dans un cadre convivial, et en dehors de tout contexte hiérarchique, l'opportunité de :

- ÉCHANGER avec les représentants de l'administration et de l'industrie,
- RENFORCER vos contacts avec les ingénieurs de l'armement,
- ÊTRE IDENTIFIÉ par vos pairs comme acteur du monde industriel de la défense,
- MONTRER l'importance que revêt pour votre entreprise son action au profit de la défense.

- Réservez une table (8 ou 12 couverts) pour réunir les membres de votre comité exécutif, vos collaborateurs, vos clients, vos clients potentiels, vos invités partenaires et prestataires et vos contacts internationaux des pays coopérants.
- Vous souhaitez inviter des ingénieurs de l'armement à votre table ? la CAIA est à votre disposition avant et pendant toute la durée de l'événement pour vous aider à composer votre table et vous mettre en relation avec les ingénieurs de l'armement.

Renseignements et réservations par mail à : gala@caia.net

*Depuis 1969, date de la création de la CAIA, le Gala de l'armement, permet de financer la caisse de secours des ingénieurs de l'armement.
CAIA – 16 bis avenue Prieur de la Côte d'Or – 94114 Arcueil. www.caia.net . contact@caia.net*

L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE 2017 DE LA CAIA

UN MOMENT FORT DE LA VIE DE L'ASSOCIATION

Jocelyn Escourrou, IPA, Secrétaire général adjoint de la CAIA

Jalon de la vie associative, l'Assemblée Générale est l'occasion de réunir la communauté des ingénieurs de l'armement pour échanger autour du corps, de la DGA et de la défense en se tournant résolument vers l'avenir. Cette année, le discours de Laurent Giovachini, Directeur général adjoint de SOPRA STERIA et vice-président du Conseil général de l'armement fut l'occasion d'affirmer l'ambition de vocation du corps sur le domaine de la souveraineté.

Un événement annuel qui rythme la vie de l'association

L'Assemblée Générale Ordinaire 2017 de la Confédération Amicale des Ingénieurs de l'Armement s'est tenue le 21 mars dernier dans l'amphithéâtre parisien de la DGAC : elle constitue un événement important de la vie associative en plus de revêtir un caractère obligatoire et formel, prévu à l'article 8 des statuts de notre association et dont les modalités sont définies dans le règlement intérieur (documents consultables sur le site internet de la CAIA). A ce titre, le Président a partagé le rapport moral de l'association qui fait part des éléments remarquables de la vie de l'association, qu'il s'agisse de sujets traditionnels – magazine, annuaire, gala et site internet –, de sujets de « fond » – avenir du corps, relation avec l'APNM France Armement, rayonnement hors DGA et tenue du colloque « L'État a-t-il encore besoin de grands corps d'ingénieurs dans la Haute Fonction Publique ? » du 15 novembre dernier – ainsi que du projet mobilisateur pour le cinquantième anniversaire du corps des Ingénieurs de l'Armement en 2018. La trésorière a quant à elle partagé le rapport financier relatif à l'exercice 2016 et le budget 2017. Ces éléments traduisent la bonne santé financière de l'association qui affiche des comptes, un bilan et un budget équilibrés. Ces éléments ont été adoptés par l'Assemblée Générale. Les membres actifs de l'association (à jour de leur cotisation), ont également pu voter pour

le renouvellement et la nomination de membres du conseil d'administration. Le Président remercie Philippe Logak, Olivier Martin et Emmanuelle Plessiet ainsi que Pierre Bauche et Thérèse Vivier de leur action de ces dernières années et souhaite la bienvenue aux nouveaux administrateurs.

Suite à l'assemblée générale, le conseil d'administration renouvelé s'est réuni en séance le 17 avril et a notamment réélu Philippe Hervé comme Président à l'unanimité, tout comme le bureau qu'il a proposé (voir encadré).

L'intervention de Laurent Giovachini témoigne des ambitions du CGArm pour le corps des ingénieurs de l'armement

Comme à l'accoutumée, l'assemblée générale a été suivie de l'intervention d'un éminent camarade. C'est l'IGA (2s) Laurent Giovachini, directeur général adjoint de SOPRA STERIA et vice-président du Conseil général de l'armement, qui a honoré la CAIA de son intervention cette année. Nommé vice-président du CGArm en septembre 2016, il y succède à Jean-Paul Herteman. Entre autres fonctions, Laurent Giovachini a été directeur de la coopération et des affaires industrielles à la DGA, directeur des systèmes d'armes (DGA), adjoint au Délégué général pour l'armement (DGA) et secrétaire général du groupe Sopra Steria. C'est au titre de ses fonctions de vice-président du CGArm qu'il est intervenu. Il a fait part des ambitions

du CGArm pour le corps, définies en parfaite coordination avec la DGA, afin de le positionner comme acteur de référence sur les métiers de la souveraineté. A ce titre, il vante l'utilité et la légitimité des ingénieurs, dont les ingénieurs de l'armement, partout où se posent des questions de recherche et technologie, de maîtrise d'ouvrage de grands programmes ou de politique industrielle. Il évoque qu'environ 140 postes clefs de cette sphère auraient vocation à être occupés par des ingénieurs de l'armement. A ces fins, il souhaite que le corps s'affirme pour former et proposer des trajectoires de carrière permettant aux ingénieurs de l'armement d'être incontournables sur ce domaine et sur ces postes clefs. Pour cela, les membres du CGArm, dont la composition a été renouvelée en mars dernier (voir encadré), ont été convoqués le 20 avril 2017 sur un ordre du jour ambitieux, dont l'objectif est notamment de créer les conditions pour renforcer le modèle et l'attractivité du corps en menant des réflexions de fond, par exemple sur les recrutements, sur les évolutions de carrière, la mobilité ou sur les éléments de rémunération. L'intervention a été conclue par une séance de questions-réponses avec la salle, qui a été notamment l'occasion pour François Lureau, ancien DGA, de faire part de son avis tranché sur la question. Enfin, l'assemblée générale s'est clôturée par un cocktail amical. Rendez-vous en 2018 pour la prochaine assemblée générale ! ☺

LES 30 MEMBRES DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA CAIA SUITE À L'AG 2017

(*nouvellement élus, **renouvelés)

- . Bruno Bellier**,
- . Patrick Bellouard,
- . Marc Berville*,
- . Alain Bovis,
- . Bastien Busson,
- . Julie Chargelègue,
- . Jérôme de Dinechin*,
- . Jocelyn Escourrou,
- . Norbert Fargère,
- . Yann Gendry,
- . Frédéric Guir,
- . Patrick Guyonneau,
- . Lionel Henry,
- . Philippe Hervé,
- . Olivier-Pierre Jacquotte,
- . Daniel Jouan**,
- . Alain Jouanjus,
- . Xavier Lebacqz,
- . Yves Le Floch,
- . Monique Legrand-Larroche,
- . Gérard Lepeuple**,
- . Louis Le Pivain**,
- . Nicolas Maffert,
- . Xavier Maldague*,
- . Jean-François Pacault**,
- . Philippe Pujes,
- . Louis-Alain Roche,
- . Philippe Roudier*,
- . Arnaud Salomon,
- . Arnaud Vandame.

LE BUREAU DE LA CAIA SUITE AU CONSEIL D'ADMINISTRATION DU 17 AVRIL 2017

- . **Président :**
Philippe Hervé
- . **Secrétaire général :**
Alain Jouanjus
- . **Trésorier :**
Xavier Maldague
- . **Vice-président Communication :**
Louis Le Pivain
- . **Vice-président Gala :**
Frédéric Guir
- . **Secrétaire général adjoint :**
Jocelyn Escourrou
- . **Trésorière-adjointe :**
Julie Chargelègue
- . **Correspondant CFM :**
Bastien Busson
- . **Correspondant Informatique :**
Yann Gendry
- . **Relations avec le CGArm :**
Marc Berville

LES MEMBRES DU CGARM

- . **Président :**
Ministre de la Défense.
- . **Vice-Président :**
Laurent Giovachini, Directeur général adjoint de SOPRA STERIA.
- . **Membres en qualité de personnalité qualifiée :**
 - Stéphane Abrial, directeur général délégué du groupe SAFRAN.
 - Jean Belin, maître de conférences à l'Université Bordeaux 4.
 - Camille Grand, secrétaire général adjoint de l'OTAN en charge des investissements de défense.
 - Julia Maris, directrice générale adjointe de la société Défense conseil international (DCI).
 - Agnès Audier, directrice associée au Boston Consulting Group à Paris.
- . **Membres en qualité d'officier choisi parmi les personnels des corps de l'armement exerçant des fonctions à l'extérieur de la Direction générale de l'armement :**
 - Pascal Chauve, directeur du groupement interministériel de contrôle (GIC), service du Premier ministre.
 - Thomas Courbe, directeur général adjoint de la Direction générale du Trésor, service du ministère de l'Economie et des Finances.
 - Philippe Hervé, président de la CAIA.
 - Stéphane Janichewski, directeur à la société ATOS.
 - Vincenzo Salvetti, directeur au CEA.
- . **Membres en qualité d'officier en position d'activité appartenant à l'un des corps militaires de l'armement :**
 - Jean-Christophe Cardamone, IGETA, chargé d'une sous-direction à la direction internationale de la Direction générale de l'armement.
- . **Secrétaire Général :** Marc Berville

IA PAS DE GRAVITÉ !

RETOUR SUR MON VOL ZÉRO G AMÉRICAIN.

Pierre Ly, IA en formation à l'ISAE

J'ai le plaisir de partager ici mon expérience d'un vol Zéro G effectué aux Etats Unis en février, à bord d'un Boeing 727 de la compagnie Go Zéro G.

Tout a commencé par un concours organisé par HP et Nasa Tech Brief sur lequel j'étais tombé par hasard sur internet. Le concours consistait en l'imagination d'un concept innovant pour l'ISS visant à améliorer les conditions de vie des astronautes. Après une première sélection individuelle, j'apprends en octobre, avec mes coéquipiers français, la victoire de la team France face à l'Angleterre et l'Allemagne (cocorico!) : Direction Orlando pour un vol Zéro G!

Le matin du 18 février 2017, aux abords d'Orlando (Floride), j'enfile cette fameuse combinaison qui me faisait rêver depuis si longtemps! Petit drapeau américain, chaussettes logotées Zero G, badge à mon nom et à l'envers comme pour tous les bizuths expérimentant l'absence de gravité pour la première fois... Tout y est pour passer le meilleur des moments! Après une heure de briefing, le check-in symbolique et la pilule anti-nausée avalée, nous montons dans le Boeing 727 ZERO G, un peu moins large que l'A310 du camarade Jean François. L'intérieur de l'avion est totalement aménagé, un premier quart comprend des sièges pour le décollage et l'atterrissage et les trois quarts restant sont capitonnés, afin de s'épanouir sans bobos en apesanteur. Nous décollons et patientons un quart d'heure afin d'arriver au-dessus de la zone aérienne militaire réservée par la compagnie pour effectuer son vol acrobatique. Ce quart d'heure, long, est celui des interrogations : Quelles seront les sensations ? Vais-je vomir en apesanteur ? Courrons-nous un risque de crash de l'avion, celui-ci effectuant de raides paraboles pour simuler l'apesanteur ?

Un gros bip sonne, nous pouvons nous lever! La première parabole,



Une partie de la team France et moi-même flottant dans l'avion

de type martienne (1/3 du poids sur Terre) débutera dans 10 minutes. Notre chef de zone (l'avant de l'avion) nous fait un dernier briefing, puis nous nous allongeons. En effet, la première phase d'une parabole consiste en une accélération à 1.8G pendant 22 secondes et il est recommandé de rester allongé, afin de ne pas trop en subir les effets. Cette accélération terminée, une étrange sensation de légèreté nous prend! Un membre de l'équipe m'ayant défié à un salto arrière, je tente la manœuvre sans succès et me prend le plafond en pleine face. Il semblerait que le pilote ait effectué une parabole de type zéro gravité plutôt que martienne ce qui pourrait expliquer mon échec acrobatique et mon impact plafonnique. J'essaye de retrouver mes sensations de nageur en brassant de l'air avec mes bras, en battant des pieds mais rien n'y fait. Je ne contrôle plus rien et suis réduit à la condition d'objet mobile en chute libre. Impossible de me stabiliser avec ce $-g \cdot t^2/2$ qui nous est si familier. Après une trentaine de secondes, une alarme sonne, nous indiquant de placer les pieds vers le sol afin d'encaisser l'accélération de 1.8G qui suit. Le choc

est brutal, je suis lourd, une simple pompe est quasi-impossible!

Cette première parabole Zéro G, aux sensations extraordinaires, laisse place à deux paraboles de type lunaire (1/6 du poids sur Terre) où nous parvenons cette fois à effectuer des pompes à un doigt et autres pirouettes extra-terrestres. La suite du programme est tout aussi excitante: 5 paraboles Zéro G, une pause le temps que l'avion fasse demi-tour puis de nouveau 7 paraboles en apesanteur. Les premières sont l'occasion d'améliorer nos « weightless moving skills ». Les suivantes rendent l'expérience « astronaute » plus authentique encore :

- on nous fait faire « la machine à laver » en tourbillonnant sur soi-même,
- on nous offre quelques bonbons à se lancer les uns aux autres,
- on nous lance de l'eau que nous gobons approximativement, nos trajectoires demeurant toujours un peu hasardeuse.

Il s'agit probablement d'une des plus incroyables expériences que j'ai été amené à vivre à ce jour. Toujours en quête de ce type de sensations fortes, j'ai envoyé mon CV à Elon. J'attends sa réponse... ☺

4 MOIS AU 93^{ème} RÉGIMENT D'ARTILLERIE DE MONTAGNE

UN STAGE DE CONNAISSANCE DU MILIEU OPÉRATIONNEL

Lucien Masson, IA, Stagiaire FAMIA

Depuis plusieurs années la Formation Administrative et Militaire des Ingénieurs de l'Armement (FAMIA) comporte un stage de connaissance du milieu opérationnel. Ce stage de 4 mois a pour objectif de faire connaître aux jeunes IA la réalité des armes et peut être effectué dans n'importe quelle unité ou organisme du ministère de la Défense. Cette année les stages choisis sont variés : DRM, forces spéciales, STAT, gendarmerie aériennes et régiments de l'armée de Terre.

Un stage au régiment de roc et de feu

N'ayant pas effectué de stage militaire à l'X il me semblait utile de passer ces 4 mois dans un environnement militaire « chimiquement pur ». Quoi de mieux que l'armée de Terre pour cela ? Après quelques discussions avec des officiers terriens, je demande un régiment de montagne et la DRHAT m'envoie au 93^{ème} Régiment d'Artillerie de Montagne, basé en périphérie de Grenoble. Ce choix s'est avéré judicieux puisqu'en plus de sa spécificité montagne, ce régiment est équipé d'une grande variété de matériels d'artillerie, du rustique au sophistiqué : mortiers de 120 mm, missiles Mistral, canons automoteurs CAESAR... L'occasion d'entendre l'avis des opérationnels sur l'utilisation et la maintenance de leur matériel.

Un IA chez les artilleurs de montagne

La position de stagiaire de la DGA en régiment est insolite puisqu'on arrive avec l'équivalent d'un grade de capitaine. Cela est utile pour se joindre aux diverses activités du régiment et avoir accès à presque tous ses personnels. L'inconvénient de ce statut est que l'on s'attend à ce qu'un capitaine ait une certaine expérience et une bonne connaissance des pratiques militaires. Il s'ensuit quelques situations cocasses comme lors d'une séance de tir quand j'explique au sergent directeur de tir que je n'ai pas touché un Famas depuis plusieurs années et qu'une séance de rattrapage est nécessaire. Coaché par les autres

capitaines, on me fait participer aux activités qui rythment la vie du régiment. J'ai la chance de passer deux semaines en campagne à Canjuers avec les CAESAR du 93. Ce sera l'occasion de tirer plusieurs obus et de ressentir physiquement la puissance d'un tel système d'arme. Viennent ensuite les semaines de vie au quartier, ponctuées par les séances de sport, les cérémonies et l'entraînement au tir ou au corps à corps. Je suis ensuite détaché pour quelques semaines à Grenoble pour l'opération Sentinelle où je découvre comment s'organise l'armée pour protéger et rassurer les Français, en coordination avec les forces de sécurité intérieure. Viendra enfin une période de montagne estivale consacrée à la pratique de l'alpinisme qui a pour fonctions d'endurcir les hommes et de les préparer à une éventuelle intervention en milieu montagnard. Le régiment étant sur le point de partir en OPEX sur plusieurs points chauds, j'assiste aussi pendant tout ce stage à la préparation d'une projection.

Enseignements

Au cours de ces 4 mois, j'ai passé du temps dans presque toutes les batteries du régiment et ai pu discuter avec beaucoup de soldats du 93. J'ai noté que les sous officiers et les militaires du rang expérimentés sont souvent les plus intéressés lorsque la DGA et mon statut d'IA sont mentionnés. Ces personnels ont généralement beaucoup de choses à dire sur leur équipement : du gilet pare-éclats à l'ergonomie du CAESAR en passant par les rayures



L'aventure, au pied du mur.

du canon du Famas, tout y passe. Souvent critiques mais reconnaissant aussi les progrès réalisés, je constate chez ceux qui constituent le gros du régiment un besoin de donner leur avis et d'être entendus. Les discussions avec ces hommes finissent souvent comme les présentations faites à l'ENSTA lors de la FAMIA : « Vous qui êtes à la DGA, n'oubliez pas que vous travaillez in fine pour l'homme qui sur le terrain utilise l'équipement et risque sa vie ». Bien que j'ai beaucoup appris sur la vie dans l'armée de Terre et le travail effectué par les soldats, il me semble que le principal apport de ce stage pour les jeunes IA est d'avoir côtoyé ceux pour qui nous travaillons et d'avoir bien compris qu'ils comptent sur nous pour leur fournir le matériel dont ils ont besoin chaque jour. ☺

ETIENNE OEHMICHEN (1884-1955)

INVENTEUR DE L'HÉLICOPTÈRE

Richard Finck, ICA

Fils d'officier d'artillerie, centralien, sous-directeur chez Peugeot et professeur au Collège de France, Etienne Oehmichen, inventeur exceptionnel, fut le premier au monde à réaliser un vol libre et monté en hélicoptère, le 4 mai 1924.

Né le 15 octobre 1884 à Châlons-en-Champagne d'un père colonel, directeur de l'école d'application de l'artillerie et d'une mère fille de pasteur, Etienne Oehmichen perd son père à l'âge de huit ans. Sa mère déménage à Lyon pour se rapprocher de sa famille et c'est un vol en ballon captif, offert par l'un de ses oncles pendant l'exposition internationale de 1894, qui suscite chez Etienne un profond intérêt pour l'aéronautique.

Sa famille s'installe dans le Pays de Montbéliard (Doubs) en 1897. Etienne Oehmichen sort diplômé de l'Ecole centrale Paris en 1908. Il reste l'un des trois « pistons » les plus célèbres de l'aéronautique avec Rozanof (le pilote d'essai) et Bréguet (le premier à avoir traversé la Manche en avion). Il rejoint en 1909 à Belfort la société alsacienne de constructions mécaniques, aujourd'hui connue sous le nom d'Alstom, puis entre comme sous-directeur chez Peugeot en 1911, à Valentigney (Doubs).

Entre 1912 et 1914, Etienne Oehmichen dépose pas moins de douze brevets. Il a le premier l'idée, pour éviter l'éblouissement des conducteurs croisés sur la route, de munir les phares d'une ampoule excentrée ou encore de doter l'ampoule d'un second filament. Hélas, l'idée n'est pas retenue par Peugeot et c'est une autre firme qui dépose, plus tard, le brevet des « feux de croisement ».

Récompensé pour sa conduite courageuse pendant la guerre par la Croix de Guerre et décoré de la Légion d'Honneur, il travaille vers la fin de la guerre au perfectionne-



Etienne Oehmichen disait simplement : « Je ne suis pas l'inventeur de l'hélicoptère. Le seul, c'est Léonard de Vinci, lorsqu'il dessina sa machine volante à aile tournante en 1486. »

ment des chars de combat, sous le commandement du général Estienne. Pour observer le fonctionnement des moteurs, il a l'idée de l'éclairer à intervalles réguliers avec les étincelles que produisent les bougies. Il invente ainsi le stroboscope électrique. N'en revendiquant pas la paternité, il se fait disputer celle-ci par les frères Seguin, créateurs à Gennevilliers de la société Gnome.

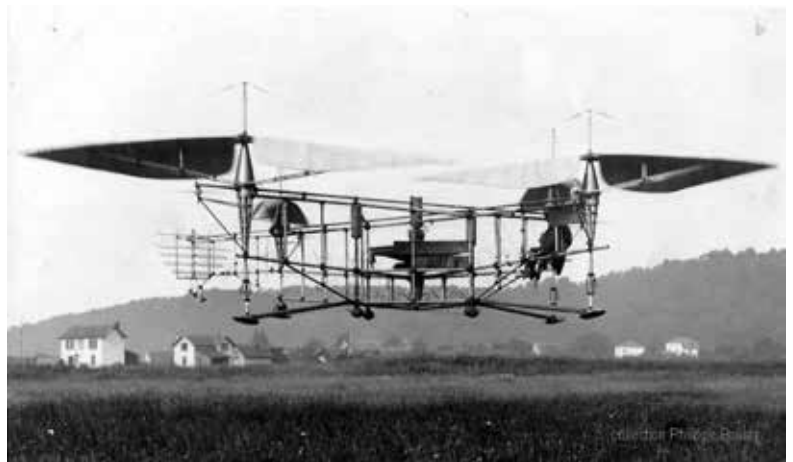
De retour chez Peugeot à Valentigney en 1918, il projette de se lancer dans le développement d'hélicoptères et quitte la société en 1920 avec un moteur qui sera monté sur les deux premiers aéronefs. Conscient de la difficulté à assurer la stabilité des hélicoptères, il explore plusieurs possibilités. Le premier modèle, réalisé en 1921, comprend deux grandes hélices contrarotatives que surmonte un ballon gonflé à l'hydrogène réalisé par Zodiac, permettant de stabiliser l'ensemble sans qu'il puisse toutefois être qualifié d'hélicoptère.

La seconde solution consiste à équiper l'appareil d'une hélice à axe horizontal, le rotor de queue, produisant un couple qui neutralise celui du rotor principal. Cette invention est brevetée et reste longtemps appelée hélice anti-couple Oehmichen. Le second exemplaire, l'« Oehmichen n°2 » est ainsi équipé de quatre hélices de grande taille, d'une petite hélice horizontale et d'un gyroscope pour en améliorer la stabilité. Pour guider cet hélicoptère, Etienne Oehmichen augmentait la vitesse de deux des hélices et réduisait celle des deux autres, ce qui penchait l'appareil et lui imprimait un mouvement horizontal, l'hélice anti-couple permettant de le diriger. Le vol inaugural a lieu le 4 mai 1924 sur le terrain d'Arbouans (aujourd'hui aérodrome de Montbéliard), en présence d'un contrôleur de l'aéronautique. Ce vol d'un kilomètre et d'une durée de quelques minutes seulement, avec retour au point de départ, permet à Etienne Oehmichen de



recevoir une subvention de 90 000 francs du Service technique de l'aéronautique (STAé) et de rembourser Peugeot pour son moteur. La réalisation de ce vol démontre que l'appareil peut tenir l'air sur cette distance, et surtout qu'on peut le piloter. Des piquets plantés dans le sol jalonnent le parcours à effectuer. Malgré la simplicité apparente du parcours, le vol est difficile, des courroies se mettent à glisser et le moteur se retrouve vite en surchauffe.

En 1928, l'ingénieur réalise l'« Oehmichen n°3 », doté d'un châssis en tubes d'aluminium et en haubans d'acier, d'un rotor unique et d'une hélice anti-couple, très proche dans son dessin des appareils modernes. Son fils raconte que son père refusait de lui donner la moindre explication au sujet de cet hélicoptère, qu'il qualifiait de « secret », mais qui malheureusement n'atteignit pas les performances attendues. Progressivement d'ailleurs, le ministère de la Défense se détourne des hélicoptères au point de considérer qu'ils n'ont pas d'avenir et interrompt le financement des travaux d'Etienne



Oehmichen, pendant que les Allemands persévèrent et prennent une avance considérable dès la fin des années 1930.

Etienne Oehmichen poursuit cependant ses travaux en les concentrant sur l'hélicostat, un type d'appareil alliant les techniques de voilure tournante et celles des dirigeables, sans parvenir à convaincre davantage le STAé. Très maniable, l'hélicostat comporte un grand ballon de 100 m³ gonflé à l'air chaud légèrement sous pression qui ne soulevait que son propre poids, dont

la force ascensionnelle équilibre le poids de la cabine. L'« Oehmichen n°6 » a pour fonction de vérifier la théorie de la stabilisation par air lié et il est expérimenté dans le hangar à dirigeable d'Orly à partir du 21 février 1935. Les essais mettent en évidence le couple statique de stabilité et accumule 3,5 minutes de vol stable non-piloté. Selon Etienne Oehmichen, l'hélicostat était la seule solution qui permette d'assurer la sécurité. L'« Oehmichen n°6 » a été remis au Musée en février 1936. ☺



ENVOYEZ LES HÉLICOS!
CARNETS DE GUERRE – CÔTE D'IVOIRE – LIBYE – MALI
Pierre Verborg – Editions du Rocher

Lors des opérations Harmattan et Serval, mais aussi en Afghanistan, en Côte d'Ivoire, en Libye, au Mali, ou au Kosovo, sur tous ces lieux d'affrontement depuis 1954, date de création de l'Aviation légère de l'armée de Terre (ALAT), la guerre a connu une évolution inattendue par certains avec la mise en oeuvre des hélicoptères militaires.

En Libye, la France est engagée depuis plusieurs semaines. L'ordre de l'Elysée transmis le 13 mai 2011, « Envoyez les hélicos ! », change le cours des choses et accélère le dénouement de la crise. Au coeur de l'action, les équipages de l'ALAT du groupement aéromobile (GAM) s'engagent derrière leur « patron », le lieutenant-colonel Pierre Verborg. Dans le conflit, l'armée de Terre dispose d'une carte maîtresse en son aviation légère. Car, si pour beaucoup, elle n'est qu'une arme d'appui et de soutien, qui coûte cher, c'est en réalité une arme d'une autre nature qui dispose entièrement des trois dimensions entre ciel, terre et mer, une arme tactique de portée stratégique. Les opérations dont nous entretient Pierre Verborg le démontrent avec précision.

Dans cet ouvrage, il nous explique sa conception du combat qu'il veut développer avec audace. Les opérations auront lieu dans l'obscurité, les hélicoptères embarqués sur le bâtiment de projection et de commandement Tonnerre décollant nuit après nuit, en mode « hibou ». L'engagement sera total, et d'une haute intensité, les hommes prêts à tout pour réussir des missions aux limites du possible avec la conscience permanente de la vulnérabilité de leurs appareils avec, au bout, le risque de mort.

Il n'ignore pas non plus l'impact de ces succès pour l'industrie. L'approche des « terriens » fait évoluer chez les marins les comportements anciens en matière d'aéromobilité et de capacité navale. La capacité démontrée de décollage du pont par nuit noire est un argument de vente percutant.

L'auteur aborde également le problème du commandement. A tort, l'ALAT n'a pas toujours eu bonne presse dans l'armée de Terre, un pilote n'étant pas considéré comme un soldat et les rapports hiérarchiques étant plus ceux qui règnent dans un aéro-club que dans l'armée traditionnelle. Il nous rapporte que le choix de l'ALAT à la sortie de Coëtquidan conduit souvent à entendre cette réponse : « Ah bon, tu veux quitter l'armée ? »

Pierre Verborg, officier de l'armée de Terre, totalise plus de 3 300 heures de vol et a participé à de très nombreuses opérations sur des théâtres variés où il a pu préciser progressivement sa conception du combat avec hélicoptères.

Un journal de guerre avec du suspense et de l'action, d'hommes confrontés aux faits réels des interventions de nos armées dans le règlement des crises récentes. A lire par les passionnés d'action militaire.

Daniel Jouan, JGA

PAR DÉCRET ET ARRÊTÉ DE FÉVRIER 2017**Sont nommés au grade d'ingénieur général de 2^{ème} classe :****Pour prendre rang du 1^{er} mars 2017**

- . L'ICA Pennanech (Pierre).
- . L'ICA Estève (Eric, Marie, Jean, Jacques, Xavier).

Fixation du nombre de postes offerts au recrutement dans le corps des IA :

Le nombre de places offertes pour le recrutement d'ingénieurs de l'armement en 2017 est fixé à :

- 18 places au titre du tableau de classement de sortie de l'Ecole Polytechnique (article 4 du décret 2008-941)
- 2 places au titre du recrutement à titre initial d'IA stagiaires par concours sur titres (article 5-2°)
- 2 places au titre du recrutement en cours de carrière par concours sur épreuves au grade d'IA (article 6-1°)
- 2 places au titre du recrutement en cours de carrière par concours sur épreuves au grade d'IPA (article 6-2°).

PAR DÉCRETS ET ARRÊTÉ DE MARS 2017**Sont nommés au Conseil général de l'Armement****En qualité de personne qualifiée :**

- . Stéphane Abrial, directeur général délégué du groupe Safran ;
- . Jean Belin, maître de conférences à l'Université Bordeaux 4 ;
- . Camille Grand, secrétaire général adjoint de l'Organisation du traité de l'Atlantique nord (OTAN) en charge des investissements de défense ;
- . Julia Maris, directrice associée au Boston Consulting Group à Paris.

En qualité d'officier choisi parmi les personnels des corps de l'armement exerçant des fonctions à l'extérieur de la Direction générale de l'armement :

- . Pascal Chauve, directeur du Groupement interministériel de contrôle (GIC), service du Premier ministre ;
- . Thomas Courbe, directeur général adjoint de la Direction générale du Trésor, service du ministère de l'Economie et des Finances ;
- . Philippe Hervé, président de la Confédération amicale des ingénieurs de l'armement ;
- . Stéphane Janichewski, directeur à la société ATOS ;
- . Vincenzo Salvetti, directeur au Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA).

En qualité d'officier en position d'activité appartenant à l'un des corps militaires de l'armement :

- . Jean-Christophe Cardamone, ingénieur général de 1^{ère} classe des études et techniques de l'armement, chargé d'une sous-direction à la direction internationale de la Direction générale de l'armement.

Sont nommés et élevés au rang et appellation d'ingénieur général hors classe :

- . L'IGA1 Argenson (Daniel, Jean), inspecteur de l'armement, chef de l'inspection (1^{er} mai 2017).
- . L'IGA1 Cousquer (Jacques), inspecteur de l'armement et inspecteur sécurité nucléaire (1^{er} mai 2017).

Est promu au grade d'ingénieur général de 1^{ère} classe :**Pour prendre rang du 1^{er} mai 2017**

- . L'IGA2 Videau (Jean-Christophe, Philippe).

Sont nommés :

- . L'IGA2 Bommelaer (Guy, Jacques, Marie), inspecteur délégué de l'armement, chargé des questions aéronautique et espace (1^{er} mai 2017).
- . L'IGA2 Wencker (Michel), directeur du centre de normalisation de défense du Service central de la modernisation et de la qualité (1^{er} mai 2017)
- . L'IGA2 Garidel-Thoron (Guillaume, Philippe, Florence, Marie), chargé de la sous-direction Asie-Pacifique de la Direction du développement international (1^{er} mai 2017).
- . L'IGA2 Pennanech (Pierre), directeur de l'unité de management Coelacanth de la Direction des opérations (1^{er} mai 2017).

Est reconduit :

- . Didier Brugère, dans ses fonctions de président du conseil d'administration de l'Ecole nationale supérieure des techniques avancées (22 mars 2017).

PAR DÉCRET D'AVRIL 2017**Sont nommés :**

- . L'IGA1 Caléca (Yves, Charles, Henri), conseiller armement auprès de la représentation permanente de la France auprès de l'Organisation du traité de l'Atlantique Nord et conseiller armement auprès de la représentation permanente de la France auprès de l'Union européenne (1^{er} juin 2017).
- . L'IGA1 Tinland (Jean-Luc, Serge), président de la section études techniques du Conseil général de l'armement (1^{er} juin 2017).
- . L'IGA2 Pichon (Stéphane, Valéry, Michel), chargé de la sous-direction Afrique et Moyen-Orient à la Direction du développement international de la DGA (1^{er} juin 2017).
- . L'IGA2 Cailliez (Yannick, Christian, Laurent), chargé de mission « sous-marins australiens » à la Direction du développement international de la DGA (1^{er} mai 2017).

MOUVEMENTS DE NOVEMBRE/DÉCEMBRE 2016

NOM	PRÉNOM	GRADE	DÉPART	ARRIVÉE
LOPEZ (1969)	Corinne	ICA	DO/UMESIO	DT/ST
LE SAINT (1975)	Laurent	ICA	DO/UMCOE	DO/S2A
SALANOVA (1968)	Jean	ICA	CGARm	Univ Toulouse
PERRIN (1970)	Jérôme	ICA	DO/SMCO	MININT industries sécurité
LECAT (1978)	Pierre-Marie	IPA	DTIP	DP/SDP
BONNEVIE (1983)	Loïc	ICA	DO/S2A	DO/UMHOR
GIBERGUES (1994)	Magalie	IA	recrutement sur titres	DRH/SDP

MOUVEMENTS DE JANVIER 2017

GUILLOU (1970)	Pascal	ICA	DT/TN/SDA	DO/SMCO
BAROUH (1971)	Alexandre	ICA	DS/SPSA	EMAA/PREPA
COLLILIEUX (1981)	Thomas	IPA	DTIP	DGA
VAILONG (1971)	Hubert	ICA	EMAA/PREPA	EMA/SEEAD
HERVE (1975)	Guillaume	ICA	DP/SDP	DGA
CHAUBARD (1980)	Laura	ICA	DS/S2IE	DP/SDP
HERMANT (1981)	Audrey	IPA	DTIP	DP/SDP
GUILLERMIN (1981)	Nicolas	IPA	MINDEF/DGA	DS/SPSA
ROMANO (1982)	Géraldine	ICA	DTIP	DGA/CAB
GAYRAUD (1980)	Lionel	IPA	DT/MI	DT/IP
VISSIERE (1985)	Nadège	IPA	DTIP	DS/S2IE
DUPIN (1986)	Nicolas	IPA	DTIP	DS/SPSA
JENNY (1992)	Maël	IA	stagiaire	DGA
RAYMOND (1990)	Christophe	IA	stagiaire	DGA
CASSOURRET (1977)	Romain	IPA	DGA	DT/IP

MOUVEMENTS DE FÉVRIER

ROUZIES (1975)	Laurent	ICA	DI/MSOE	DO/UMESIO
LAHOUSSE (1976)	Alexandre	ICA	DO/UMHMI	DS/SPSA
DESINDES (1986)	Simon	IPA	DTIP	DS/S2IE

ESCRIVA (1987)	Francois-Renaud	IPA	DT/MI	DT/IP
LETELLIER (1987)	Olivier	IA	DS/CATOD	DT/IP
BERNARD (1989)	Stéphane	IA	DTIP	CEA

MOUVEMENTS DE MARS

SIRAPIAN (1976)	Massis	ICA	aff temporaire	DS/S2IE
PERRIER (1976)	Noël	IPA	CCP	DT/IP
GUILLOU (1979)	Pierre-Nicolas	ICA	DO/UMACE	DCSIAé/AIABR
CROZES (1970)	Cyril	ICA	DI/SDEAN	DO/UMNAV
ROMAGNAN (1971)	Hélène	ICA	DO/UMHMI	DO/S2A
SALAHUN (1976)	Caroline	ICA	MINDEF/DGA	DI/SDEAN
GALLAND (1984)	Edouard	IPA	DTIP	DP/SDP
MONVILLE (1989)	Pierick	IA	DS/CATOD	DT/IP

MOUVEMENTS D'AVRIL

MORI (1974)	Jean-Louis	ICA	DO/SMCO	DT/TN
REMOND (1975)	Benjamin	IPA	DP/SDP	DO/UMHMI
BORNERT (1977)	Vincent	ICA	DCSIAé/AIACP	DO/UMHMI
CASSIER (1970)	Rémi	ICA	DT/ST	DS/SRTS
LECINQ (1971)	Xavier	ICA	DRH/SDMR	DI/SDEAN
L'EBRALY (1974)	Julie	ICA	DO/UMHMI	DRH/SDMR
DAVID (1981)	Marie	IPA	DP/SDP	DGA/CAB
MEIGNIEN (1983)	Francois	IPA	DT/EV	DT/EV
FLECKENSTEIN (1982)	Anne-Laure	IPA	DTIP	DP/SDM
DESPUJOLS (1985)	Joseph	IPA	DT/TA	DT/IP
LEMOINE (1985)	Florian	IPA	aff temp Technip	DT/IP
COSSIC (1989)	Benoît	IA	DT/EV	DT/EV

MOUVEMENTS DE MAI

GRUSELLE (1969)	Bruno	ICA	MINDEF/CAB	ENSTA Bretagne
PICART (1980)	Romain	IPA	MINDEF/CAB	DO/S2A
BLAES (1977)	Dominique	ICA	DG Budget Bercy	DO/UMESIO

ONT ÉTÉ NOMMÉS :

PELLATTIERO (1980) Nicolas, Plans Programmation et evaluation de l'EMA (01/07/2017)
GALLEZOT (1972) Benjamin, Directeur adjoint du Cabinet de la ministre des Armées (22/05/2017)
GRANDJEAN (1982) Herve, Conseiller pour les Affaires industrielles du cabinet de la Ministre des Armées (22/05/2017)
GRUSELLE (1969) Bruno, Directeur de l'ENSIETA devient ENSTA Bretagne/Direction Brest (18/05/2017)
REMONT (1969) Luc, DG opérations internationales du groupe SCHNEIDER ELECTRIC (01/04/2017)
FARGÈRE (1958) Norbert, Premier vice-président d'UNEO (01/05/2017)
SALOMON (1973) Christophe, Directeur des systèmes d'information d'EDF (24/04/2017)
ROCHE (1958) Yannick, Responsable Contrat Ravitaillement SSPP LECLERC de Nexter Systems/Roanne (01/03/2017)
COTHIER (1960) Philippe, Senior Executive Advisor de Avascent (21/03/2017)
DOUX (1965) Jean-Christophe, Partner chez THEANO ADVISOR (30/03/2017)

DEMAY (1957) Yves, Délégué Général de l'AX (31/12/2016)
BAZIRE (1955) Benoît, Senior Advisor de la financiere Monceau (16/12/2016)
WILCZYNSKI (1983) Paul, Chargé d'affaires programmes navals chez ODAS (01/11/2016)
PIVET (1967) Sylvestre, Directeur délégué aux activités nucléaires au CEA EN (01/11/2016)
RABY (1968) Damien, Directeur business unit armes sous marines de DCNS St Tropez (18/10/2016)
LAGALLE (1954) Philippe, President Directeur General SAS CYCLHAD (05/10/2016)
BAUCHE (1968) Pierre, Directeur de Junghans France (filiale de Thales et Diehl) (01/10/2016)
BARRACO (1972) Laurent, Président de Ruag Défense France (01/10/2016)
HEBERT (1972) Francois, Directeur général délégué stratégie, risques et relations extérieures à l'Etablissement Français du Sang (30/09/2016)
ADNET (1988) Guervan, Consultant au Boston consulting Group (01/09/2016)

L'A400M. RENDRE L'INACCESSIBLE ACCESSIBLE.



FLY
WE MAKE IT

Avion de transport le plus moderne au monde, l'A400M offre des capacités de transport militaire des plus novatrices. Capable de parcourir de longues distances, à grande vitesse et à haute altitude, d'atterrir sur des pistes courtes et non aménagées, il peut convoier tout type de charges, même dans les zones les plus reculées. Sa polyvalence exceptionnelle lui permet également d'accomplir un vaste éventail de missions, du transport stratégique et tactique au ravitaillement en vol.

Polyvalence. We make it fly*.

*Nous faisons voler.



**PLACEZ
L'INNOVATION AU
CŒUR DE VOTRE
MÉTIER**



Nexter recrute : **rejoignez-nous**



nexTER **K+N**
A COMPANY OF **D+S**

CRÉATEUR DE NOUVELLES RÉFÉRENCES DE DÉFENSE | WWW.NEXTER-GROUP.FR