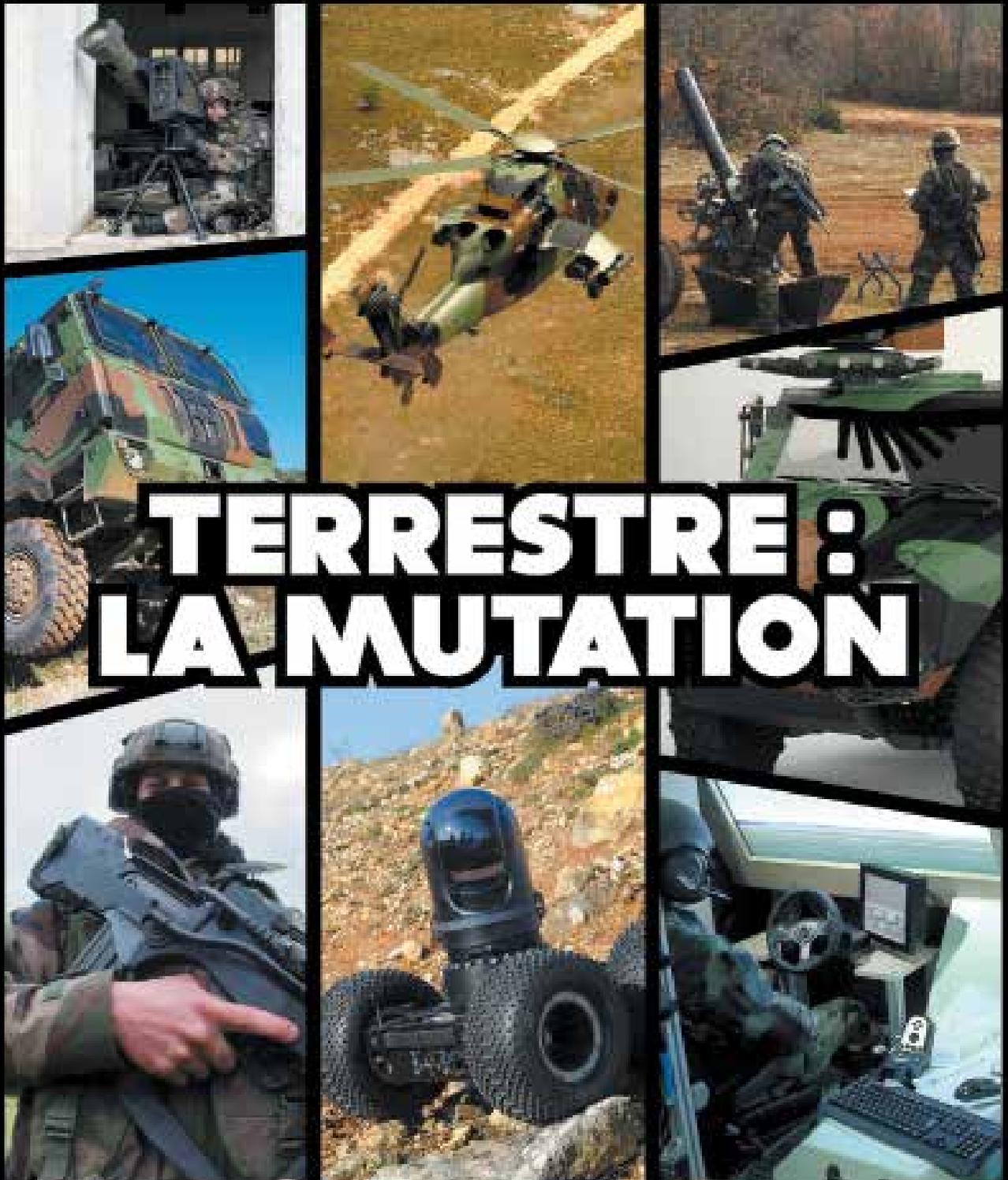




LE MAGAZINE

DES INGÉNIEURS DE L'ARMEMENT

— N° 109 - JUIN 2016 —



TERRESTRE : LA MUTATION



PRENDRE SON ENVOL

*Votre enfant débute ses études supérieures,
Unéo continue à prendre soin de lui*

**Pour vous, une tranquillité assurée. Pour lui, une protection complète.
Ensemble, choisissez la complémentaire santé adaptée à sa nouvelle vie.**

Unéo s'engage pour faciliter l'accès à des soins de qualité pour ses adhérents, tout en maîtrisant leur budget. Votre enfant commence des études supérieures, vous devez obligatoirement financer à la Sécurité sociale étudiante. Mais pour sa complémentaire santé, c'est vous et lui qui choisissez. Votre enfant peut continuer à être bien protégé par Unéo en adhérant au sein de sa famille. Avec la garantie Unéo-Utilo, pour un tarif attractif, il bénéficie en plus d'une protection adaptée à sa nouvelle vie, d'un accompagnement avec des services d'assistance à domicile et domestiques et de la transférabilité totale des remboursements même si les cotisations restent, si vous le souhaitez, à votre charge. Unéo, la protection rassurante qui vous rend fier.

Mutuelle
défense
Ministère
De la Défense

Unéo, la mutuelle
des forces armées

TERRE - MER - AIR - GENDARMERIE
DIRECTIONS & SERVICES



LA DÉPENSE DE VOTRE SANTÉ

Que restera-t-il de ce numéro une fois que vous l'aurez lu ? Une camaraderie renforcée par quelques nouvelles des uns et des autres. Un sentiment de force en considérant les armements du combat terrestre ? De modernité en voyant l'ampleur des innovations dans un domaine qui nous a habitué à de la rusticité et qui réfléchit largement en systèmes de systèmes. Peut-être enfin de la confusion devant l'avalanche de sigles qui nous a conduit à vous proposer un glossaire pour les « indispensables ».

Mais précisément, pourquoi tant d'acronymes chez les Terriens ? Pour pouvoir obéir à la lettre, ce qui va plus vite ? Pour se comprendre à demi-mot, loin du commun des mortels ? Pour donner un sens à de multiples actions concordantes ? Pour conceptualiser ce qui ne peut être nommé, et en particulier la guerre et son cortège innommable ?

En ces années du centenaire de la Grande Guerre, on gagne à visiter Verdun, avec ses forêts qui ont timidement poussé sur un sol déstructuré à perte de vue, conséquence de la puissance nouvelle des armes. Il faut voir le mémorial de Douaumont, avec ses ossements humains mélangés dans les cases correspondants aux lieux de combat. La guerre faisait 1000 morts par jour, des deux bords.

La menace a bien changé, et nous savons qu'elle est plus que jamais présente sous des formes moins palpables et en même temps plus médiatisées. Le OK (zero killed) impose des compromis toujours plus difficiles dans lesquels la force crédible demeure la brique de base. Face à l'ennemi, elle reste celle qui s'impose en frappant, mais aussi en tirant avantage de la connaissance partagée, du fonctionnement en réseau et de technologies comme la détection des tireurs par rebond d'onde. Vous trouverez ainsi dans ces pages un inventaire des programmes du domaine de l'armement terrestre rassemblés sous la houlette de François Bouchet, directeur de l'unité de management « terre » de la DGA. Nombreux, complexes et innovants, ils dessinent un virage majeur dans un contexte de réarmement mondial.

En même temps, la force fascine. Elle est à la fois terriblement refoulée de nos sociétés, qui s'indignent que l'on fasse du mal à un chat, et irrésistible si l'on en croit son omniprésence sur les écrans, qui déborde en violence cachée sur les plans physique, sentimental et moral. Ne serait-elle qu'un mal nécessaire ? Le soutien unanime que reçoivent les soldats impliqués dans l'opération « Sentinelle » semble démontrer le contraire : on n'aime pas faire usage de la force, mais on a besoin de cette force. Ainsi, les soldats que nous croisons à chaque coin de rue donnent-ils un visage à une force protectrice dont nous sentons instinctivement le besoin et renouvellent-ils le précieux lien entre armée et nation.

De même, le témoignage des « poilus » nous toucherait-il par le fait qu'ils ne remettent jamais en cause la violence qu'ils subissent et celle qu'ils emploient de toute leur intelligence ?

Dans un essai intitulé « la violence des hommes », le psychologue Jean Monbourquette explore ce domaine de la saine violence, synonyme de hardiesse, ardeur et vigueur, en soulignant que son interdiction produit de nombreuses perversions, et qu'il souhaiterait que les hommes valorisent mieux cet héritage de leur violence intérieure. N'est-ce pas ce que font les Terriens ?

Bonne lecture 📖

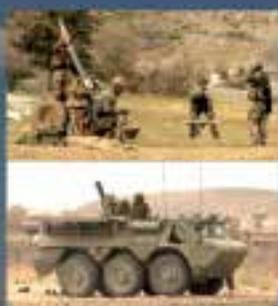
Jérôme de Dinechin
Rédacteur en chef



Au contact, dans tous les compartiments de terrain !



SYPROPE
Système de
PROtection
Érémésale



Mo 120 mm
Mortier de 120 mm
Rayé Inactif (RI)
Rayé Embarqué (RE)

MGM
Munition
Guidée de
Mortier (120 mm)



CONTRÔLE DE ZONE
Affilié en place de
dispositifs d'arrêt
de véhicules

FOB
Forward
Operating
Base

TELSON™

lance-roquettes à
induction infrarouge :
-TELSON™ 22 et 12
-Maintenabilité totale



Tir de roquette
guidée sur
véhicule
légèrement
blindé en
déplacement
ou de
roquettes
non guidées
sur objectif
statique

Tir à proximité
des troupes
amies

Tir surfacique

Bouchons



contact@tda.thalesgroup.com

www.tda-

armements.com

TDA ARMEMENTS

YOUTUBE



@TDA_ARMEMENTS

ACOLEOS™

Roquettes à induction |
-Non guidées
-Guidées laser



PROTECTIVE

PROTECTION
ACTIVE
des plateformes



Mo 81LLR

Mortier de 81 mm
léger Long
Berceau



TDA ARMEMENTS SAS est une société française spécialisée dans la protection des infrastructures de campagne et des plateformes terrestres mobiles, dans les moyens actifs de contre-mobilité et dans le traitement adapté des menaces. Elle développe des armes guidées laser dont la précision sub-métrique et la charge militaire optimisée permettront de traiter des objectifs à proximité des troupes amies et au milieu des populations.

TDA
GROUPE THALES



Jacques Gautier

Sénateur-Maire,
Vice-Président de la
Commission des Affaires
Étrangères, de la Défense
et des Forces Armées



Daniel Reiner

Sénateur de Meurthe et
Moselle, Vice-Président
de la Commission des
Affaires Étrangères, de
la Défense et des Forces
Armées

L'industrie d'armement terrestre constitue une industrie à part entière. Elle fut historiquement la raison d'être des premiers corps d'ingénieurs d'Etat, dont les ingénieurs de l'armement sont aujourd'hui les héritiers. Concentré du savoir-faire industriel et technologique français, elle diffuse auprès de nos partenaires l'excellence de nos matériels de pointe et contribue activement à nos exportations. L'alliance récente et prometteuse entre Nexter et l'allemand Krauss Maffei Wegmann est unanimement saluée comme un exemple à suivre de coopération européenne rapprochée.

Parce que l'Armée de terre est d'abord une armée d'hommes, l'industrie de défense terrestre place naturellement l'humain au cœur de ses processus. Beaucoup d'innovations récentes visent en effet à insérer le combattant dans un champ de bataille futur qui ne se limitera plus au seul environnement terrestre, mais sera étroitement connecté aux espaces aérien et maritime ainsi qu'au cyberspace. Le « Salon international de la défense terrestre et aéroterrestre » Eurosatory, qui s'ouvrira dans quelques jours, exposera certaines de ces avancées majeures dont un grand nombre d'entre elles sont directement issues de la recherche civile : robotique, réalité augmentée, exosquelette et aide à la mobilité en particulier. Comme affichée dans le Livre Blanc de la Défense et de la Sécurité Nationale de 2013 et désormais fédérée par le programme Scorpion, la modernisation de l'Armée de terre est à l'image de l'industrie de défense dans son ensemble : plus intégrée et plus interconnectée. Le présent numéro donne la parole à quelques-uns de ceux qui ont fait de l'équipement de nos forces terrestres un programme unique, cohérent et maîtrisé de bout en bout. Sans doute et comme ses homologues de l'aéronautique et du naval, l'industrie de défense terrestre doit par ailleurs s'adapter aux évolutions du contexte d'engagement des forces,

marqué notamment par une imbrication de plus en plus forte entre sécurité extérieure et sécurité intérieure. Le récent déploiement sur le territoire national est là pour le confirmer.

Rapporteurs sur l'équipement des forces pour la commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées du Sénat, à laquelle nous appartenons l'un et l'autre depuis près de dix ans, nous suivons bien entendu de près ces évolutions. Par l'étude des dossiers mais aussi et surtout par le contact permanent avec les grands décideurs politiques, militaires et industriels et par les rencontres sur le terrain avec les hommes et les femmes qui servent au quotidien au sein de nos forces.

En exerçant avec indépendance et objectivité son rôle de suivi des grands programmes d'armement, la représentation nationale contribue à assurer que les armées disposeront des équipements adéquats pour remplir leurs missions. Les connaissances détaillées que nous avons acquises dans le cadre de nos fonctions de rapporteurs, notre dialogue constant avec les différentes administrations et entreprises du secteur de l'armement, nous permettent de défendre au mieux l'intérêt des armées, sans être soumis à d'autres contraintes que celles de rendre compte fidèlement de notre mission à la Nation. Dans un contexte de resserrement croissant des ressources financières, l'expertise parlementaire peut se révéler précieuse pour éclairer des arbitrages souvent serrés.

Du fait de son rôle institutionnel de supervision des programmes d'équipement des forces armées, la DGA est naturellement notre premier interlocuteur. Puisse cette coopération mutuellement fructueuse se poursuivre longtemps encore, dans le domaine terrestre comme dans les autres domaines, où les défis militaires, technologiques et industriels ne manquent pas. 📧

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
DEFENSE



MARITIME
SUPERIORITY

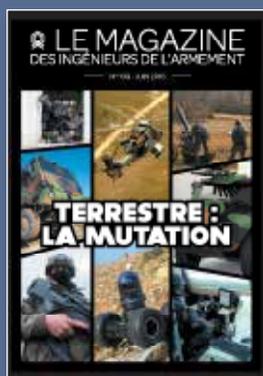


BATTLEFIELD
ENGAGEMENT



www.mbd-systems.com





Rédacteur en chef : Jérôme de Dinechin
Rédacteur en chef délégué : François Bouchet

Directeur de publication : Philippe Hervé
Comité de rédaction : Flavien Dupuis, Olivier-Pierre Jacquotte, Daniel Jouan, Jonathan Lardy, Louis Le Pivain, Dominique Luzeaux, Denis Plane, Arnaud Salomon, Frédéric Tatout

Crédits photo : DGA, NEXTER, RENAULT TRUCKS, SAGEM, SODERN, THALES

Edition et régie publicitaire :

SACOM 01 41 10 84 40,

Ineyret@la-clique.com

Création graphique : La Clique
www.agencesacom.com

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

3 Éditorial

5 Préface de Jacques Gautier, Sénateur-Maire, Vice-Président de la Commission des Affaires Étrangères, de la Défense et des Forces Armées et **Daniel Reiner**, Sénateur de Meurthe et Moselle, Vice-Président de la Commission des Affaires Étrangères, de la Défense et des Forces Armées

Terrestre : la mutation

- 8 Introduction au dossier, Le domaine terrestre : le dernier espace à conquérir ?, par *François Bouchet*
- 10 Le combat collaboratif en 2040 ?, par *Olivier Beaurenaut*
- 14 Préparation opérationnelle : les défis de Scorpion, par *Eric Pédo*
- 16 Le système de systèmes scorpion, par *Delphine Dufourd-Moretti* et *Pierre-Marie Lecat*
- 20 Contact, par *Laurent Morin* et *Christophe Groshenry*
- 22 FÉLIN évolue et s'intègre à scorpion, par *Patrick Curlier*
- 24 Intégrer les hommes pour un meilleur partage des expériences, par *Bruno Demesy*
- 26 De la maintenance curative à la maintenance prévisionnelle, par *Walter Arnaud*
- 28 Un espace aérien unique et partagé, par *Patrick Niec*
- 30 Le Tigre et les défis de la coopération : derrière la scène, par *David Colliquet* et *Cyril Goutard*
- 32 Nouveaux armements terrestres, par *Michel Fichoux*
- 34 Le MMP, une révolution opérationnelle, un exemple à suivre, par *Jacques Doumic* et *Vincent Guibout*
- 36 Le mortier de campagne, par *Bernard Amrhein*
- 38 La transition vers l'infovalorisation, par *Olivier Dal*
- 40 Les missions de DGA, Techniques Terrestres par *Stéphane Pichon*
- 42 Les industriels du GICAT « au contact » des forces terrestres avec Scorpion, par *Stefano Chmielewski*
- 44 La lutte contre les engins explosifs improvisés, par *David Foricher*
- 48 Détecter avec des neutrons les mines enterrées, par *Franck Poirrier*
- 50 Quelle part du terrestre dans la croissance de la sécurité ?, par *Jacques Roujansky*
- 53 Défense et Intérieur, par *Patrick Guyonneau*
- 56 Stage opérationnel au GIGN, par *Richard Castaing*
- 58 L'ISL : la recherche au contact, par *Christian de Villemagne*
- 60 VTCFS, par *Gregory Bonnemains*
- 62 La robotique terrestre sur le champ de bataille, par *Eric Moline* et *Arnaud Ramey*
- 64 Le froid est une sensation de civil, par *Denis Plane*
- 66 La réglementation REACH, par *Xavier Grison*
- 67 Armements de pointe, soldats au top, par *Laurent Sauriat*
- 69 L'INSEP et le suivi des sportifs de haut-niveau, par *Virginie Ujlaky*

Dossier industrie

- 71 Jacquelot PE
- 72 Continental

Vie de la CAIA

- 75** Le mot du président
- 76** La FAMIA ou le double intérêt d'une formation initiale des ingénieurs de l'armement, par *Jonathan Lardy*
- 77** La FAMIA vécue par un IA admis sur titres, par *Augustin Girard*
- 79** Remise du 43^e prix « AAT- ingénieur Général Chanson », par *Bruno Châtenet*

Histoire

- 81** L'invention du mortier d'infanterie français, par *Bernard Amrhein*
- 82** La Naissance du GIAT, par *Jean Hamiot*

85 Camarades écrivains

- L'entreprise cerveau, par *Dominique Mockly*
- Poèmes d'Europe, par *Christine Meunier*
- Start-Up, par *Hervé Lebret*

86 Nominations DGA

86 Lu au JO

86 Carnet Pro

François Bouchet, IGA

Directeur de l'unité de management « Opérations d'armement terrestres »

Le domaine terrestre : le dernier espace à conquérir ?



X86-Sup'Aéro, débute dans les missiles tactiques avant de s'orienter vers les radiocommunications. Il prend en 2000 la direction du programme PR4G. Après un poste de sous-directeur technique d'un centre d'essais aéronautique, il pilote le projet de création de l'ISAE. Il devient architecte de systèmes de forces avant de prendre en décembre 2013 la direction de l'unité de management TER, en charge des études et des acquisitions de systèmes terrestres au sein de la DGA.

La question peut paraître saugrenue ou provocatrice et pourtant... Pour avoir occupé divers postes en lien avec l'ensemble des milieux (aéronautique, naval, C4I) je peux témoigner du caractère particulièrement exigeant et stimulant que représente le domaine de l'armement terrestre. En faisant simple, tous les équipements des forces terrestres sont actuellement en cours de renouvellement ou de rénovation : les matériels qui datent pour la plupart des années 70 et 80 s'essoufflent et sont à renouveler afin d'être à la hauteur des menaces futures.

Ce mouvement ouvre des perspectives insoupçonnées il y a encore quelques années : munitions intelligentes, systèmes collaboratifs, infovalorisation de l'espace de bataille, armes laser..., ne sont plus des concepts flous et futuristes, ils sont déjà en cours de réalisation. Comme l'illustrent les articles de ce numéro, les innovations technologiques laissent entrevoir de nouvelles performances intrinsèques mais aussi une plus grande interaction entre les composantes de l'espace terrestre, une préparation opérationnelle high tech ou encore une nouvelle approche de la maintenance.

Certains considèrent encore que le domaine terrestre n'a rien de révolutionnaire, qu'il traite de matériels classiques (un volant, des roues, un canon...), que le combat terrestre demeure une affaire de blindage et de calibre et que la technologie de pointe restera tirée par le spatial et l'aéronautique. On pourra leur faire remarquer que tout combat finit à terre et qu'il est temps que le domaine terrestre bénéficie des meilleures avancées technologiques

en élargissant les capacités opérationnelles. Plus qu'une ambition, c'est une obligation dans le contexte de recrudescence des menaces et de restrictions budgétaires. On ne renouvellera pas les anciens équipements nombre pour nombre et il faudra bien assurer une adaptation de nos capacités de défense aux conflits de demain

« tout combat finit à terre »

Les défis à relever dans le milieu terrestre sont nombreux : l'environnement présente une diversité impressionnante, allant des théâtres opérationnels aux conditions climatiques hors normes jusqu'à l'intervention en zone urbaine au plus près des populations. Les menaces à traiter sont évolutives, asymétriques, multiformes. La connaissance des modes opératoires de l'adversaire, l'accélération de la manœuvre et la nécessité de préserver le potentiel le plus possible imposent des exigences très fortes sur les systèmes terrestres : il faut aller vite, loin, être très mobile tout étant fortement protégé, mener des frappes de précision, entretenir la tenue de situation amis/ennemis en temps réel pour coordonner les effets. Tout cela doit se faire dans une logique de maîtrise des coûts mais aussi de respect des normes environnementales. La protection des camps et des convois, la gestion temps réel de la disponibilité des parcs, l'optimisation de l'énergie embarquée sont aussi des défis à relever.

L'approche SCORPION déjà évoquée dans des numéros précédents mérite d'être approfondie car elle est

exemplaire de par sa cohérence. Conçu comme un véritable système de systèmes dont la DGA assure la maîtrise d'œuvre globale, SCORPION structure les besoins du combat de demain et sert de catalyseur pour l'innovation technologique. Bientôt, de nouvelles composantes seront intégrées telles que les armes à létalité réduite, les robots, les drones pour démultiplier l'efficacité au combat. En parallèle toutes les composantes contribuant à l'action terrestre passeront au standard SCORPION avec partage d'informations temps réel. Cela ne sera possible qu'en équipant l'ensemble des composantes de l'espace de bataille de systèmes d'information et de communication performants. Cela concernera tous les échelons du poste de commandement au fantassin débarqué.

Au bilan, le champ à explorer est immense et les solutions envisagées pour répondre au besoin ne peuvent se concevoir qu'en innovant. Il s'agit autant de nouvelles technologies que d'approche programmatique, d'ingénierie système et contractuelle. De nombreuses idées sont à creuser notamment dans la transposition de solutions duales. Nous ne sommes qu'à l'aube d'une refondation complète de la composante terrestre de notre outil de défense.

C'est un projet passionnant qui est porté par la DGA et dont les bénéfices sont tirés dès à présent par les forces opérationnelles. J'espère que les articles de ce magazine susciteront de l'intérêt au-delà de la communauté armement et qu'ils sauront aiguïser votre curiosité pour un domaine en pleine mutation. 📧

LE COMBAT COLLABORATIF EN 2040 ?

ENJEUX, CONSTANTES ET PERSPECTIVES

Le début de l'année 2016 a été marqué par l'approbation d'un schéma directeur, dont l'ambition est de permettre à l'ensemble des acteurs de la préparation de l'avenir de disposer d'une vision partagée à long terme des grands enjeux capacitaires, technologiques et programmatiques du combat de contact aéroterrestre et du champ des évolutions envisageables, au-delà des perspectives à moyen terme que dresse la loi de programmation militaire. Mise en perspective des principaux enseignements. Article rédigé en collaboration avec l'officier de cohérence opérationnelle du domaine pour l'Etat-Major des Armées.



par **Olivier Beurenaut**,
ICA

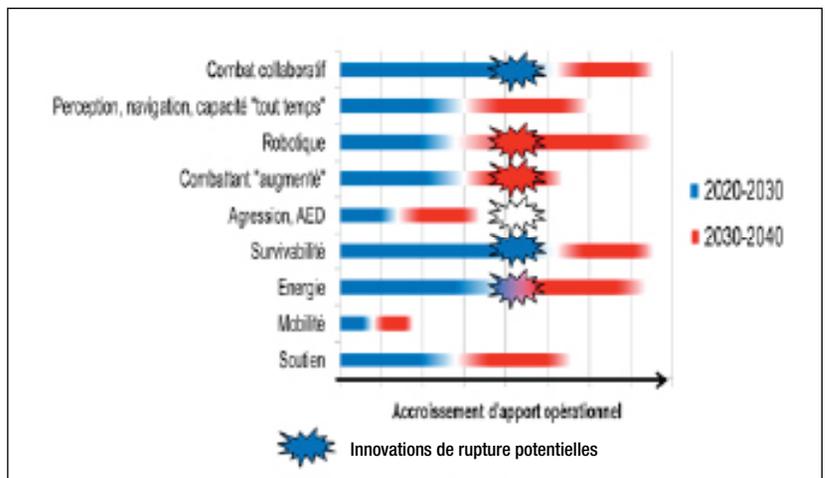
■ **Architecte de préparation des systèmes futurs, DGA**

Après la conduite de programmes de missiles air-sol, des fonctions d'encadrement au centre d'essais de missiles en Méditerranée, et enfin dans le domaine des finances à l'Etat-Major des Armées et à la DGA, l'auteur est actuellement en charge au sein du service de préparation des programmes futurs et d'architecture (SPSA) de la direction de la stratégie de la DGA d'un vaste domaine de préparation de l'avenir qui englobe l'aviation de combat, le domaine naval de surface, les équipements des forces spéciales et les systèmes terrestres.

Le combat de contact aéroterrestre est au cœur des capacités des armées et implique nombre de systèmes de combat majeurs au sein des équipements des forces. Le schéma directeur élaboré, issu d'un travail conjoint entre l'Etat-Major des armées, l'armée de Terre et la DGA permet dorénavant de disposer d'un cadre partagé pour les travaux d'études capacitaires à venir et la préparation, en stade amont, des grandes opérations d'armement que sont notamment les étapes ultérieures du programme Scorpion, les différents standards de l'hélicoptère d'attaque Tigre et ses armements, le futur hélicoptère interarmées léger ou, dans une perspective plus lointaine, la

future capacité principale de combat terrestre à l'horizon du retrait du service du char Leclerc.

Dans la conduite des opérations d'armement au sein du Ministère de la Défense, le schéma directeur précise le périmètre, le contenu et les évolutions possibles d'une capacité. Par ses orientations capacitaires, il éclaire la préparation des futurs systèmes d'arme et l'expression du besoin militaire associé. Porté par un binôme officier de cohérence opérationnel – architecte de préparation des systèmes, il matérialise un travail collégial associant dans leurs différentes composantes les armées et la direction générale de l'armement.



Facteurs d'évolutions technologiques du combat de contact aéroterrestre



Le combat de contact aéroterrestre dans son environnement (cartographie simplifiée des schémas directeurs)

Des opportunités technologiques à saisir

Si l'on appréhende les développements technologiques prévisibles en termes d'impact sur la manière de conduire le combat ou sur son efficacité, il ressort que d'ici une quinzaine d'années, la robotique et l'amélioration des capacités du combattant constitueront deux facteurs d'évolution structurants du combat aéroterrestre, au-delà de la rupture « numérique », et de l'approche collaborative du combat qui sont déjà prises en compte dans la première étape du programme Scorpion. Les progrès attendus dans le domaine de l'énergie, tirés par le marché civil, influenceront également sur le combat de contact, à une échéance néanmoins incertaine.

Les technologies sont également à appréhender en termes de menace : des systèmes d'armes robotisés, aptes à prendre une décision autonome d'engagement, sont technologiquement accessibles et pourraient d'ores et déjà apparaître sur le champ de bataille.

La robotique terrestre est déjà une réalité. En France, son emploi reste encore limité à des missions spécifiques telles que la lutte

contre les dispositifs explosifs improvisés ou comme extension des moyens de perception du combattant. Des avancées technologiques sont encore nécessaires avant d'envisager un emploi généralisé : amélioration de l'aptitude à évoluer dans un environnement terrestre très divers et hétérogène ou encore de la simplicité de mise en œuvre, notamment pour de futurs systèmes multi-robots. L'enjeu de la robotique consiste dans un premier temps au moins, à tirer parti de l'innovation très active du domaine civil par une adaptation des concepts d'emploi plutôt qu'en militarisant des systèmes.

Des atouts réels, à conforter

La force de combat terrestre, fondée sur trois composantes différenciées - « légère », « médiane » et « de décision » - lui permettant de couvrir le large spectre des engagements et des contextes d'emploi, dispose d'ores et déjà de forts atouts. Le programme Scorpion a marqué le lancement fin 2014 d'une première étape portant sur la modernisation de l'essentiel de sa composante médiane (systèmes Griffon et Jaguar) et le début de la démarche de numérisation pour disposer de premiers

services de combat collaboratif telle que la protection collective. Par exemple, un véhicule pourra détecter l'agresseur d'un autre véhicule pris à partie afin de permettre à chaque élément présent sur la zone de rallier automatiquement leur système de visualisation sur la cible, pour une riposte collective et réactive.

Quelles trajectoires possibles pour continuer à disposer de la supériorité?

La démarche du schéma directeur permet d'identifier en vue de les évaluer différentes architectures selon les critères d'efficacité que sont : dominer, résister, durer, intervenir vite et loin, connaître et interagir, s'adapter. La structure actuelle en trois composantes différenciées permet d'obtenir un niveau d'excellence et donc une supériorité sur chacun de ces axes, de manière non simultanée : la composante « légère » par exemple, très mobile et facilement projetable en opérations extérieures présente des capacités de domination de l'adversaire en combat direct limitées. Ses adhésions avec les capacités et moyens des forces spéciales sont réelles et des synergies pourraient être recherchées. Concernant la

composante « lourde », à l'horizon du retrait du service du char Leclerc, les modalités de renouvellement de la capacité de destruction « haut du spectre » qu'il représente sont ouvertes : il pourra s'agir de disposer d'un nouveau char modernisé, tant dans ses capacités d'agression qu'en termes de protection et d'agilité. Une alternative pourrait être de répartir différemment les fonctions entre les systèmes, d'une part en reportant les capacités d'agression « en temps réflexe » sur les autres acteurs du champ de bataille que sont les véhicules médians porteurs de missiles, les hélicoptères d'attaque et l'artillerie grâce à une info-valorisation plus poussée, et d'autre part en permettant la manœuvre sous protection grâce à d'autres moyens que le blindage, tels que le dérobage voire la destruction des projectiles assaillants, ce qui constitue un enjeu technologique majeur. La préparation du futur du char lourd fait l'objet d'un dialogue avec l'Allemagne qui a entamé ses propres réflexions sur le successeur du Leopard II ; il porte notamment sur l'échange des visions respectives sur les concepts de solutions et les technologies envisageables.

L'élargissement du combat de contact : du combat collaboratif à la manœuvre collaborative

Le combat de contact aéroterrestre doit tirer parti des évolutions technologiques qui vont voir le jour dans la prochaine décennie. L'arrivée de capacités de tir au-delà de la vue directe est un exemple d'élargissement escompté de la notion de contact. Confronté au duel, l'élément au contact pourra ainsi élargir la gamme des effecteurs dont il disposera. Commandée au contact, l'unité d'artillerie devra mieux intégrer le système d'information du combat de contact au même titre que le tireur de missile moyenne portée ou le Tigre de l'autre côté de la colline. Plus généralement, l'évolution attendue est un élargissement de la notion de contact du « pion » du combat terrestre constitué par le groupement tactique interarmes au système central de la manœuvre terrestre : la brigade interarmes dans son ensemble.

Disposer d'outils d'ingénierie adaptés à la complexité croissante des interfaces et relations

Les capacités aéroterrestres évoluent dans un contexte de plus en plus interarmées et interconnecté dans lequel les interpénétrations entre les milieux - terre, air, mer, espace, cyber - et entre les capacités deviennent de plus en plus importantes. Appréhender et maîtriser ces zones d'interfaces en constante évolution est une nécessité pour éclairer de manière pertinente les choix à venir sur les programmes. A l'instar de certains autres grands domaines capacitaires, les travaux de préparation de l'avenir relatifs au combat de contact aéroterrestre devront s'appuyer sur des outils à même de dompter cette complexité : modélisations, formalisation et analyse des chaînes fonctionnelles, simulations... Le combat de contact aéroterrestre se retrouve ainsi au cœur de la transformation des méthodes d'ingénierie de la DGA, étendue, au-delà de la conduite des programmes, à la préparation du futur.

Leading-edge research in defence and security
in the heart of Europe



www.isl.eu

The French-German Research Institute of Saint-Louis (ISL) is a bilingual research institute, specialized in different research domains in the field of defence and security. ISL carries out scientific research and technical studies on behalf of the French and German governments but also for industrial partners. Its activities serve Armed Forces, Special Forces, Special Forces and key actors in the security domain.

ENERGETIC AND ADVANCED PROTECTIVE MATERIALS

- Energetic materials and reactants
- Advanced protection materials
- Interior ballistics
- Detonics and shock physics



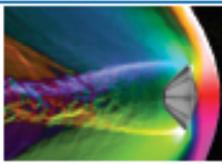
LASER AND ELECTROMAGNETIC TECHNOLOGY

- Development of new laser sources
- Pulsed power technologies
- Electromagnetic acceleration



FIBRETECHNOLOGY FOR PROJECTILES

- Acoustics and exterior ballistics
- Measurement and simulation
- Guidance, navigation, control
- Sensors, telemetry and communication



PROTECTION TECHNOLOGY, SECURITY, SITUATIONAL AWARENESS

- Acoustics and physiological protection
- Advanced vision and signal processing
- Protection against explosive charges
- Radiation-matter interaction
- Artificial intelligence on silicon



French-German Research Institute of Saint-Louis (ISL)
 5 rue du Général Cassagnou • BP 70084 • 69301 SAINT LOUIS Cedex • France
 Tel.: +33 (0)3 89 89 53 18 • Fax: +33 (0)3 89 89 58 58 • E-mail: communication@isl.eu
 ISL Business Development Office - E-mail: jean-pierre.moeglin@isl.eu



© ISL 2016

Connecting Space, Pioneering Innovation.

- Satellite C2 & Orbit Determination
- Satcom Monitoring & Interference Geolocation
- Constellation Gateways
- Earth Observation Telemetry
- In-Flight Connectivity

ZODIAC DATA SYSTEMS

ZODIAC AEROSYSTEMS
Control Systems Division

<http://www.zodiacaerospace.com/fr/products-services/aircraft-systems/data-systems>

ZODIAC
AEROSPACE



contact_zds-fr@zodiacaerospace.com

GDI SIMULATION

AIRBUS
GROUP

Our Simulation, Your strength

NEWS !

DECOUVREZ SUR NOTRE SITE
LES SIMULATEURS STC ET SET MMP
A TECHNOLOGIE MIXTE (LASER ET NUMERIQUE)

DISCOVER ON OUR WEB SIMULATORS CFS
AND GTS MMP WITH MIXED TECHNOLOGIE
(LASER AND DIGITAL)

PRÉPARATION OPÉRATIONNELLE : LES DÉFIS DE SCORPION

SCORPION (Synergie du COntact Renforcé par la Polyvalence de l'infovalorisatiON) sera un bouleversement opérationnel pour les forces terrestres.

Le système de préparation opérationnelle (SPO) va se déployer dans l'ombre du programme SCORPION pour apporter les moyens techniques nécessaires à l'appropriation et l'exploitation en opération des futures capacités de l'armée de Terre.

Gâce à la qualité de sa préparation opérationnelle, notre armée a pu se déployer et combattre sans délai lors de toutes nos dernières opérations. Au combat, la préparation compte au moins autant que le blindage pour réussir la mission tout en préservant la vie des forces engagées. Formidable machine à créer de la préparation opérationnelle en masse, l'armée de Terre a organisé des parcours normés, permettant de transformer des personnels « ignorants » en personnels « aptes à l'engagement », en leur inculquant des savoir-faire techniques (pôle systèmes d'armes), puis tactiques (pôle commandement et contrôle) et enfin en les entraînant sur le terrain (pôle synthèse).

Avec la mise en service dans la prochaine décennie de nouveaux matériels, l'armée de Terre se prépare à de grands changements capacitaires. Cela concerne les systèmes d'armes (nouveau fusil d'assaut, nouvelle roquette, nouveau missile...), les véhicules de combat (Jaguar, Griffon, VBMR léger...), les moyens de commandement (nouveaux systèmes d'information, nouvelles radios...) et les capacités de combat collaboratif apportées par Scorpion. Les états-majors ont anticipé ce bouleversement en lançant l'opération SPO (système de préparation opérationnelle) au sein du programme Scorpion. Celle-ci vise à doter les forces de moyens de formation et d'entraînement leur permettant de s'approprier ces nouveaux moyens et la doctrine qui s'ensuit.

De fait, il existe aujourd'hui des moyens d'entraînement nombreux et disparates, car acquis au fil de la mise en service des moyens de combat de l'armée de Terre. La synchronisation du renouvellement d'une grande partie des moyens de l'armée de Terre ces prochaines années donne l'opportunité exceptionnelle de concevoir les moyens de préparation opérationnelle qui les accompagnent de façon globale et rationalisée. Au même titre que le programme Scorpion a permis d'apporter une cohérence opérationnelle, technique et calendaire aux différentes opérations qu'il engendre, le SPO apporte la même cohérence aux différents projets de systèmes d'entraînement.

Dans le pôle systèmes d'armes, une série de cabines de simulation sera réalisée pour permettre la formation et l'entraînement à la mise en œuvre du Jaguar, du Leclerc rénové et du Griffon, mais aussi une capacité technique nouvelle pour l'armée de Terre : la simulation

embarquée dans les véhicules. Ces cabines seront déployées dans les centres de formation et dans les régiments. Elles seront toutes basées sur un même cœur commun, permettant de mutualiser les efforts de développement et de soutien. Mais leur prix ne permet pas d'en déployer en quantité dans les régiments. L'essor des équipements informatiques et électromécaniques interconnectés (vétronique) à bord des nouveaux véhicules sera exploité par un système de simulation embarqué dans les véhicules, afin de les utiliser « comme des cabines » alors qu'ils sont au parking. Ainsi, sur chaque place de stationnement de Griffon et de Jaguar en régiment se trouvera une prise électrique et une prise réseau pour permettre aux équipements de simulation embarquée et au véhicule lui-même de plonger l'équipage dans un monde virtuel alors que le véhicule reste à l'arrêt ! Chaque opérateur met en œuvre ses organes de commande comme il le ferait sur le terrain et la simulation anime les tableaux de bord, affiche un monde virtuel dans les épiscopes, les lunettes de tir et les écrans de caméras, tout en générant une ambiance sonore réaliste.

Dans le pôle commande et contrôle, un simulateur sera réalisé pour offrir la possibilité, en centre de formation comme en régiment, d'entraîner toute la chaîne de commandement des GTIA (groupements tactiques interarmes), quel que soit le niveau hiérarchique ou le métier. Depuis quelques années, l'armée de Terre a entrepris d'équiper chacun de ses régiments d'une salle informatique permettant l'entraînement de ces chaînes de commandement. Une fois qu'il sera déployé, tout combattant pourra organiser et réaliser l'entraînement de ses subalternes sur ce nouveau simulateur. Les en-



par **Eric Pédo, ICA**

■ **Manager du Système de préparation opérationnelle**

Eric Pédo a œuvré à la DGA essentiellement au profit des programmes terrestres, tout d'abord dans la numérisation de l'espace de bataille, puis au sein de Scorpion. Il a aussi dirigé le LTO (laboratoire technico-opérationnel, le battelab de la DGA).



Cabines de char LECLERC - Vue à la première personne d'un fantassin dans un monde virtuel - Fantassin équipé de simulateur de tir (émetteur et récepteurs laser) - Groupe d'infanterie s'entraînant en zone urbaine.

traînés seront plongés dans un monde virtuel dans lequel ils pourront jouer leur propre rôle (fantassin débarqué, chef de char, opérateur de véhicule du génie, pilote d'hélicoptère, chef de rame logistique, chef d'unité, etc.), dans des scénarios crédibles et complexes. Ils pourront se déplacer à pied (ou déplacer leur véhicule, ou téléopérer leur robot, leur drone...), observer l'environnement (à l'œil nu, avec des moyens optiques ou électro-optiques), mettre en œuvre leurs armes (fusil, missile, canon d'artillerie, etc.), se protéger (fumigène, protection collaborative...), commander et communiquer (avec leur système d'information réel et les moyens de phonie). Et les acteurs du scénario qui ne sont pas pris en charge par un entraîné, seront gérés automatiquement par la simulation (ennemis, neutres, appuis, appuyés, collatéraux, supérieurs, subalternes, etc.). L'infrastructure réseau qui existe entre les différents sites du Ministère sera exploitée pour permettre des entraînements distribués entre des régiments devant agir conjointement dans des missions interarmes.

« entraîner, mais surtout contrôler le niveau d'aptitude opérationnelle »

Dans le pôle synthèse, l'ambition est de pouvoir entraîner, mais surtout contrôler le niveau d'aptitude opérationnelle des SGTIA (sous-GTIA) à la projection. Il est donc indispensable de mettre en place un nouveau système de supervision et d'enregistrement des exercices qui sont conduits au Centac (centre d'entraînement au combat) et au Cenzub (centre d'entraînement aux actions en zone urbaine), apte à suivre la mise en œuvre des nouvelles capacités Scorpion. Sur ces camps, les unités entraînées sont équipées d'émetteurs lasers (sur les canons, les lance-roquettes, etc.) et de récepteurs (fantassins, véhicules) pour que seuls les effets des munitions soit simulé de façon réaliste. Tout le reste des actions de combat et de commandement sont réalisés de façon réelle, avec les matériels en dotation face à une force adverse en chair et en os.

Le système de supervision et d'enregistrement fournit aux instructeurs les moyens de suivre l'action et de produire en peu de temps des supports audio-visuels permettant d'appuyer leur discours pédagogique, en montrant les différentes phases des exercices aux chefs d'unités.

Ainsi, en s'appuyant abondamment sur la simulation, l'armée de Terre a l'ambition de renouveler ses moyens de préparation opérationnelle pour conserver son niveau opérationnel pendant la phase de transition vers les nouvelles capacités de combat et pour être en mesure de les exploiter efficacement dès les premières projections des unités Scorpion. La DGA accompagne ce projet en mettant en place une ingénierie contractuelle, ainsi qu'une ingénierie système, permettant de garantir la cohérence et la rationalisation des différents projets du SPO et en en assurant la maîtrise d'œuvre globale. 

LE SYSTÈME DE SYSTÈMES SCORPION

COMMENT ABORDER LA COMPLEXITÉ POUR EN TIRER LE MEILLEUR AU SERVICE DES FORCES



par **Pierre-Marie Lecat**,
IPA

■ Architecte de cohérence technique (ACT) SCORPION

Après deux années dans le secteur privé, Pierre-Marie Lecat (Centrale 2001, Air et espace) intègre la DGA en 2004. D'abord directeur d'essai à Saclay, il devient architecte sur M51 puis M2000. Il est architecte de cohérence technique du programme Scorpion depuis 2014.



par **Delphine Dufourd-Moretti**, ICA

■ Manager SCORPION

Après avoir exercé des fonctions d'architecte et d'encadrement technique en robotique et en systèmes terrestres à la DGA, Delphine Dufourd-Moretti (X95, ENSTA, doctorat INPT) est depuis 2013 manager Scorpion et SIT-V1.

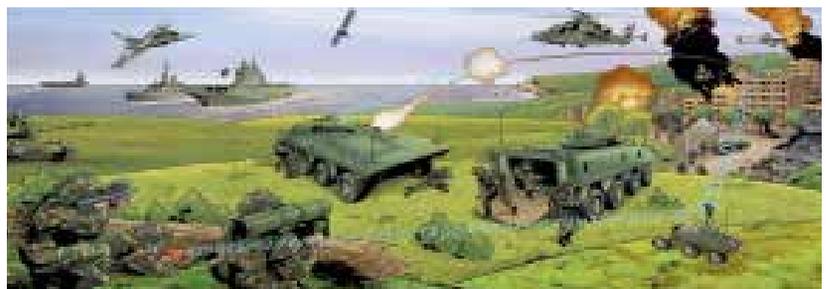
Le programme Scorpion a été lancé fin 2014 dans le but de renouveler le groupement tactique interarme (GTIA), la composante interarme de contact de l'armée de Terre. Son ambition est d'obtenir plus des systèmes d'armes déployés sur le terrain que la simple juxtaposition de leurs capacités. Cette volonté impose une approche et un niveau de maîtrise inédits. La complexité des défis à relever et la portée des enjeux ont ainsi poussé le programme Scorpion à la limite de l'état de l'art en matière d'ingénierie des Systèmes de Systèmes (SdS).

L'approche SdS (voir encadré) consiste à considérer un ensemble de systèmes déployés comme un système unique plutôt que d'étudier chaque système isolément. Cette approche seule permet de :

- concevoir des fonctionnements complexes traversant jusqu'à 15 interfaces techniques dans leur déroulement, et néanmoins fluides et efficaces ;
- rechercher des optima globaux sur la constitution des parcs de matériels ou sur le choix de responsabiliser tel système sur telle performance.

Cet angle d'attaque confronte le concepteur du SdS à un objet d'étude difficile à appréhender du fait de la combinatoire très importante de GTIA possibles, en nombre (jusqu'à 400 véhicules), en variété, en variabilité (liée aux équipements optionnels notamment) et en mobilité de ses éléments constitutifs.

Ces éléments ont conduit le programme Scorpion à s'investir dans les meilleures pratiques d'ingénierie système, aussi bien au niveau du SdS qu'à celui de ses opérations constituantes : véhicules Griffon, Jaguar, Leclerc rénové et VBMR léger, système d'information SICS et Système de Préparation Opérationnelle. Au-delà, ils l'ont poussé à adapter en profondeur le triptyque « processus – méthodes – outils » de l'ingénierie système quand il ne répondait pas aux spécificités du SdS. En effet, la plupart des passages obligés habituels au niveau système, tels la gestion de configuration, la formation et la testabilité, trouvent leur analogie au niveau SdS et doivent être traités à ce niveau, mais avec bien souvent des particularités non couvertes par l'état de l'art.



L'infovalorisation Scorpion ou l'exploitation optimale des ressources informationnelles autorisée par les nouvelles technologies de l'information et de la communication pour fluidifier le partage de l'information et accélérer le combat.

L'infovalorisation Scorpion ou l'exploitation optimale des ressources informationnelles autorisée par les nouvelles technologies de l'information et de la communication pour fluidifier le partage de l'information et accélérer le combat.

Des avancées méthodologiques

« Casser les silos »

La conception des fonctionnements collaboratifs Scorpion s'organise selon un axe orthogonal aux silos des opérations d'armement pour internaliser des séries d'interfaces habituellement négociées au mieux deux à deux : les chaînes fonctionnelles de bout en bout. Le périmètre d'une chaîne fonctionnelle doit contenir l'intégralité des fonctions s'enchaînant pour réaliser la capacité et être pilotable par un responsable unique. L'analyse fonctionnelle du SdS Scorpion a permis d'isoler 13 chaînes fonctionnelles essentiellement conformes à ces critères. Citons la « Tenue de situation AMI » pour le suivi et le partage des positions et états des éléments alliés, la « Protection collaborative » pour l'accélération de la riposte coordonnée face à une agression soudaine, ou encore la chaîne « Renseignement ». En dépit de cet effort, les périmètres retenus font apparaître des interfaces résiduelles entre chaînes que la modélisation d'architectures permet de gérer.

« S'abstraire de la combinatoire »

Concrètement, l'étude du SdS Scorpion doit permettre de définir les spécifications à imposer aux différents systèmes et d'expliquer aux forces quelles compositions de GTIA sont conformes aux contraintes techniques imposées par le niveau de performance recherché. Concevoir et exprimer l'allocation des fonctions en considérant individuellement chaque véhicule dans chacune de ses configurations est à proscrire, qualifier et décrire chaque composition possible une à une encore plus : la combinatoire est trop élevée. De plus, une majorité d'informations et d'exigences est en fait commune à plusieurs systèmes. Remonter d'un niveau en abstraction, manipuler des classes d'objets plutôt que les objets eux-mêmes est donc à la fois nécessaire et possible. Cette abstraction permet des synthèses et crée des points focaux pour un grand nombre d'échanges : de l'architecture SdS vers la spécification des systèmes, des concepteurs de la DGA vers les forces utilisatrices,

des concepteurs du SdS vers ceux qui en suivront la configuration en aval. Trois notions se dégagent :

- la notion amirale est celle des « Articles de Configuration Scorpion » ou ACS : ce sont des classes de systèmes définies par la fonction principale qui leur est allouée. Citons les systèmes d'information et de combat soles (SICS et Atlas par exemple), les radios (PR4G, Contact, RIF, etc.), les organes de géolocalisation (GPS, centrale inertielle, etc.), les grands types de véhicules porteurs, les modules de protection collaborative ;
- les fonctions allouées à ces ACS sont explicitées par des exigences qui devront être tenues par les systèmes candidats à répondre à l'ACS : les « labels ». Ceux-ci sont imposés aux systèmes par le SdS à travers les outils habituels de suivi d'interface, mais celle-ci s'avère verticale (du SdS vers le système) plutôt qu'horizontale (entre systèmes) ;
- enfin, les contraintes techniques à respecter par les forces lors de la composition d'un GTIA, qui portent généralement sur des volumes absolus ou relatifs des différents ACS, sont appelées « règles de composition ».

Ces trois éléments constituent l'essentiel de

la définition du SdS Scorpion et représentent un volume de données inférieur d'un facteur 10 voire 100 aux descriptions exhaustives des objets manipulés tels que les compositions de GTIA.

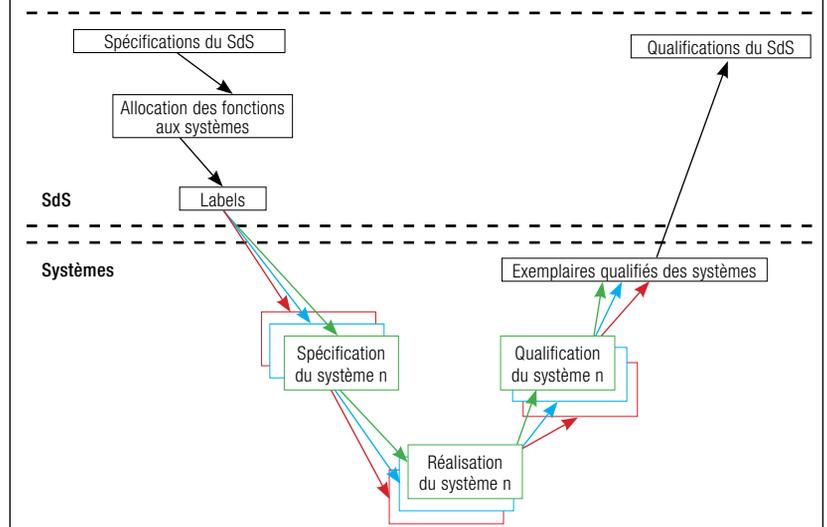
« Qualifier l'intangible »

Le SdS n'ajoute pas de système aux systèmes et on pourrait en conclure qu'il n'a pas d'existence tangible : « Personne ne s'est jamais coincé le doigt dans un système de systèmes » entend-on parfois ! Pourtant les fonctionnements collaboratifs sont bien réels et subissent des risques spécifiques qui ne sont couverts par aucune opération individuellement. Parmi la douzaine de risques identifiés sur la base du retour d'expérience des essais du programme d'études amont Bulle Opérationnelle Aéroterrestre, précurseur de Scorpion, citons par exemple le passage à l'échelle et l'émergence des comportements qui sont des caractéristiques propres des SdS. De ce fait, une stratégie de qualification a été construite au niveau SdS qui exploite le résultat des qualifications menées sur les systèmes (vérification des labels) mais aussi des moyens adaptés à ces risques. Parmi les moyens d'essais, citons des moyens de simulation, les bancs hybride

Les Systèmes de systèmes (SdS) :

La conception d'un système de systèmes (SdS) produit les exigences (les « labels ») que les différents systèmes devront tenir pour que les fonctions collaboratives se réalisent de bout en bout. Cette allocation doit donc être anticipée sur la réalisation

des systèmes. De même, la qualification du SdS est réalisée en utilisant des exemplaires systèmes qualifiés et livrés. Le cycle en V imbriqué qui en résulte est représenté schématiquement ci-dessous.



de DGA Techniques Terrestres (quelques véhicules réels plongés dans un GTIA simulé) et SIO COM² de DGA Maîtrise de l'Information (plusieurs systèmes d'information et radios mis en relation dans un environnement simulé), et la Force d'Expertise du Combat Scorpion qui réalisera en commun essais terminaux de la DGA et évaluation voire entraînement des forces, sur le terrain.

Les essais SdS permettent de qualifier chaque incrément capacitatoire du programme (les Niveaux Capacitaires Scorpion) en même temps que le premier GTIA obtenant la performance correspondante, puis de valider la non régression des fonctions collaboratives lors de l'introduction de systèmes constituants nouveaux ou modifiés, dans le cadre d'un cycle annuel dit de « labellisation » de ces systèmes : ces résultats autorisent formellement la constitution de GTIA opérationnels embarquant les systèmes labellisés. Suffisamment dense pour éviter un saut technologique trop important entre deux évaluations, ce cycle annuel libère la contrainte entre calendrier du SdS et calendriers des systèmes : il suffit que le système soit qualifié assez tôt dans le cycle pour intégrer la campagne SdS suivante.

En outre, afin de rester compatible des capacités d'essai accessibles malgré la combinatoire, une optimisation est nécessaire et passe, d'une part, par des compétences de construction de plans d'expérience, d'autre part, par une capacité de jouer des scénarios très nombreux en peu de temps pour trouver les nœuds fonctionnels à explorer en essais réels, ce qui impose de sortir l'homme de la boucle et donc de développer des outils de simulation très autonomes.

Une riche palette d'outils

« Sortir de la tour d'ivoire »

La couche SdS confronte l'équipe à un volume très important d'interfaces et produit des fonctionnements collaboratifs extrêmement imbriqués. Il n'est pas question pour autant de se réfugier derrière une architecture théorique parfaite exprimée sur des notions abstraites mais qu'aucun système réel ne permettrait de mettre en œuvre. Il y a donc un caractère itératif et incrémental fort à la fois en conception et en suivi en service du SdS Scorpion pour prendre en compte la réalité des systèmes. Ces échanges, très riches, nécessitent des outils nativement adaptés à la gestion des liens

entre données, à la traçabilité des impacts et des décisions, et à la rédaction collaborative. La spécification de Scorpion est ainsi réalisée sous DOORS³ et trace la satisfaction des besoins de leur expression par les opérationnels jusqu'à la spécification des opérations constituantes. Nous partageons de plus nos données dans deux portails outillés, IsiCO et B@RTOC©, auxquels ont accès les opérationnels. Ces portails ont vocation à évoluer en intégrant de nouvelles fonctionnalités, telles que l'aide à la génération de forces qui doit accompagner l'armée de Terre sur l'application des règles de composition technique des GTIA.

« Représenter la complexité »

Dans sa position particulière de maître d'œuvre du SdS Scorpion, la DGA utilise deux outils principaux pour le spécifier, le concevoir et le représenter : Sispeo⁴ (voir encadré) pour l'échange concret avec les opérationnels et MEGA for NAF¹ pour représenter les fonctionnements attendus sous forme de schémas et en extraire par requête les synthèses nécessaires aux divers échanges d'informations, entre pilotes (interface inter-chaînes), avec les opérations constituantes (labels) ou avec

les opérationnels (justification de la prise en compte du besoin). L'analyse des chaînes fonctionnelles Scorpion devrait même conduire à faire évoluer MEGA for NAF, afin de gérer des variantes d'architecture par exemple.

Demain, Scorpion élargira son périmètre en intégrant, entre autres, les appuis et la robotique aéroterrestre. Il visera des optimisations permanentes et encore plus précises grâce à de nouveaux outils comme la recherche opérationnelle. Son défi premier, aujourd'hui, et le nœud de son succès, est l'adhésion et l'envie de ses contributeurs et utilisateurs, dans un cadre qui se caractérise justement par l'indépendance managériale et opérationnelle des systèmes constituants. Scorpion doit convaincre d'emblée pour obtenir cet effet d'entraînement. Une conception pertinente et des démonstrations initiales convaincantes sont de ce fait le camp de base incontournable d'une longue ascension qui mène au maintien à long terme de la supériorité des soldats que la France envoie au contact direct de ses adversaires : cela vaut bien, sans doute, l'investissement intellectuel et méthodologique qu'y consacre la DGA !

Expérimentations de protection collaborative avec Sispeo

L'automatisation croissante de fonctions complexes au travers de l'infovalorisation est un défi important lancé à Scorpion, a fortiori dans un environnement terrestre hétérogène, cloisonné, incertain et très évolutif. Les aides à la décision attendues du SdS, cruciales pour accélérer des actions urgentes comme celles de la protection collaborative, nécessitent une appréhension automatisée de la situation puis une capacité de synthèse et de proposition d'action, qui paraissent le propre de l'humain. Afin de lever les principaux risques techniques associés aux nouveaux algorithmes et d'affiner les spécifications des échanges homme - machine, la DGA s'appuie sur le moyen Sispeo, un banc du Laboratoire du combat collaboratif terrestre de DGA Techniques Terrestres. Ce dernier associe deux cabines montées sur vérin et munies d'écrans, représentatives de véhicules terrestres, à un environnement de simulation du milieu physique et de l'adversité et à une direction d'exercice. Cet outil permet de dégager des lignes rouges et des invariants procéduraux et ergonomiques en plongeant les opérationnels dans un fonctionnement tout à fait représentatif des futurs systèmes, et cela très en amont de toute réalisation physique.



1) Mega est la solution logicielle retenue par la DGA pour représenter sous forme de diagrammes les architectures des Sds.
NAF : Nato Architecture Framework.

2 : SIO COM : système d'information opérationnel de commandement.

3 : DOORS, Dynamic Object-Oriented Requirements System, système de gestion des exigences.

4 : SISPEO : Simulateur d'Interfaces hommes-machines SPécialisé dans les études d'Organisation.



marrel
un réseau international
International network



Système de transport et de chargement
Load Handling equipment



Marrel inventeur du bras hydraulique Ampliroll®
Marrel is the inventor of the Ampliroll® hook lift equipment



Usine et Siège Social / *Plant and Head Office* : Rond-Point Auguste Colonna
B.P. 70056 - 42161 Andrézieux-Bouthéon Cedex - France
Site internet / *Web site* : www.marrel.com - E-mail : contact@marrel.com



VENTE
INTEGRATION
CONSEIL
ASSISTANCE



Pour des mesures de position précises et fiables....



...en toutes circonstances

Codeurs et capteurs inductifs **linéaires** ou **rotatifs** sans contact
spécialement conçus pour les environnements extrêmes



3, route de Châteaumeillant — 18270 Culan
Tel. : +33 (0) 248 566 335

contact@vicatronic.fr
www.vicatronic.fr

CONTACT

AU CŒUR DU COMBAT COLLABORATIF



CONTACT est le système de radio de combat de nouvelle génération développé pour les forces des armées de terre, de l'air et la marine.



par Laurent Morin

■ Vice-Président, Programme Contact, Thales

Après plus de dix ans chez Alcatel, Laurent Morin a rejoint Thales en 2002, où il a été directeur du programme Segment Sol Syracuse III, avant d'assurer la responsabilité de l'offre Contact dont il est directeur de programme depuis 2012.



par Christophe Groshenry, ICA

■ Vice Président, Segment Produits Radiocommunications Air et Naval, Thales

Après dix années à la DGA, Christophe Groshenry a rejoint Thales en 2005 comme directeur commercial et stratégie des systèmes ISR aéroportés, puis a dirigé les activités radar de surveillance aérienne et AirC4I chez Thales-Raytheon Systems. Il occupe son poste actuel depuis 2014.

Connaissez-vous SLACK ? Probablement si vous avez l'âme d'un Geek, ou si vous avez moins de 20 ans. C'est l'outil de collaboration de la génération Facebook et Twitter. SLACK propose une nouvelle manière de travailler en groupe... en temps réel : incontournable pour gagner la course de l'innovation dans les nouveaux services numériques. L'application est représentative du basculement de la messagerie vers les messageries instantanées et collaboratives. De la même manière, le Combat Collaboratif sera au cœur des systèmes de forces de demain dans le monde militaire. CONTACT, à la fois radio et système, porte cette transformation.

Initialement (aux Etats Unis) la radio logicielle a été développée pour gagner sur le plan de la logistique : une même radio tactique pour toutes les applications, avec à la clé un gain de poids pour les plateformes et les combattants. Puis l'idée de haut débit s'est introduite dans les nouvelles radios logicielles, offrant de nouvelles applications, telles que la vidéo, ou de nouveaux standards d'échange de données comme ESSOR.

Mais comme dans le monde des télécoms, la vraie rupture pourrait être celle de l'usage, avec l'introduction d'applications C4ISR coopératives, mieux adaptées aux nouvelles générations d'officiers à venir. Et le vrai rôle de la radio logicielle sera de supporter l'avènement du C4I collaboratif, que ce soit sur le terrestre, l'air, ou le naval, puis en mode interarmées.

En France, c'est exactement le basculement qui va se produire. CONTACT se cale pour être au rendez-vous des nouveaux systèmes de forces, à commencer par SCORPION. CONTACT va offrir un socle de communications mobiles adapté à tous les types d'échanges opérationnels de l'armée de terre que ce soit les échanges temps réel nécessaires dans SCORPION pour le Combat et la Protection collaborative, les échanges transverses comme la tenue de situation amie et ennemie ou des échanges temps différé de transit de bout en bout entre les réseaux radio élémentaires.

CONTACT offrira les capacités de flexibilité et d'allocation dynamique qui sont nécessaires pour s'adapter aux reconfigurations des déploiements

opérationnels et aux évolutions des échanges en cours de mission. Si l'on prend par exemple le cas des appuis, une compagnie du génie peut se déplacer d'un sous bataillon à une autre sous bataillon et le LEGO des réseaux Élémentaires que constitue CONTACT saura se reconfigurer pour prendre en compte cette mobilité de manière automatique.

Pour l'aéro, les plateformes comme le Tigre ou le Rafale bénéficieront bien sûr eux aussi des apports de CONTACT, mais le potentiel de connectivité ira bien au-delà. Nous connaissons tous la Liaison 16 qui autorise déjà aujourd'hui certains échanges à l'échelle d'un théâtre entre aéronefs et sur les réseaux sol/air, mais sa latence et sa messagerie très formatée n'en permettent pas l'utilisation dans tous les modes de combat. Le Rafale attend de CONTACT une capacité bien supérieure en connectivité, critique pour la conduite de ses missions : plus rapide, plus discret, à plus haut débit permettant notamment une coopération de senseurs au sein d'une patrouille. A titre d'exemple, les avions RAFALE pourront s'échanger des pistes en mode passif, c'est-à-dire sans avoir à utiliser le RADAR qui, dès qu'un avion de combat l'allume, le met en situation d'être détecté par des Systèmes d'armes au sol ou par d'autres aéronefs ennemis. Ainsi, dans les années 2020, il y aura deux niveaux de combat : les plates-formes modernes, dotées de radios CONTACT et capables de mettre en œuvre la guerre en réseau collaboratif et interopérable, et les autres plates-formes. Avec CONTACT, la France se dote d'un système avancé qui marquera les programmes SDR émergents à l'international, et qui sera un soutien précieux à l'exportation des plates-formes françaises.

• L'étape 1 du programme a été notifiée en 2012. D'un montant total de plus de 800 M€, elle comprend le développement d'une première version du système, des postes véhicules, portatifs et aéro, ainsi que la production de série des 4 400 premiers postes radio.

PROJECTION & PROTECTION



Naval and Land Force Projection



Cyber Intelligence & Security



Surveillance & CBRN Detection

Photo Credit: Ministère de la Défense, Chain, Geall Technologies, stock



www.bertin-technologies.com



Innovate and Act

www.enim.com



DESIGN
FOURNITURE
SUPPORT LOGISTIQUE
SERVICE & MAINTENANCE

POSTES DE COMMANDEMENT
HANGARS DE STOCKAGE & MAINTENANCE
PROTECTIONS COLLECTIVES NRBC
BASES VIE EQUIPEES
APPLICATIONS SPECIALES
(CAMOUFLAGES & PROTECTIONS BALISTIQUES)

LOSBERGER RDS
RAPID DEPLOYMENT SYSTEMS

382 RUE DU DEPOSES DES BRUES
75013 PARIS - FRANCE
tel : 33 1 46 77 47 49
fax : 33 1 46 80 48 40
INFO@LOSBERGER-RDS.COM

WWW.LOSBERGER-RDS.COM



FÉLIN* ÉVOLUE ET S'INTÈGRE À SCORPION

PLUS DE CAPACITÉS POUR MOINS DE CHARGE

Capitalisant sur le retour d'expérience Félin et s'appuyant sur les besoins d'interfaces avec les nouveaux programmes, Sagem fait évoluer son offre pour intégrer Félin dans le GTIA Scorpion. Félin évolue pour prendre en compte le retour d'expérience des Forces qui demande plus de mobilité en maintenant un haut niveau de protection et d'avantage de modularité pour mieux répondre au rapport mobilité vs capacité opérationnelle. Cette évolution est en adhérence forte avec Scorpion et les opérations constituantes SICS et Jaguar et Griffon. Félin doit également interfacier Contact et les nouveaux armements des combattants débarqués qui seront déployés dans les années à venir avec en particulier ; le MMP (Missile Moyenne Portée, remplaçant le Milan), la Roquette NG (remplaçant l'AT4CS) et l'AIF (Arme Individuelle Future, remplaçante du FAMAS).



Félin 1.3 montrant la nouvelle tenue intégrée et équipé d'une jumelle Sagem JIM LR et d'une arme Famas équipé FIR



par **Patrick Curlier**

**■ Directeur Commercial
Département numérisation
aéroterrestre et drones**

Après 15 ans d'activité dans les groupes Intertechnique et Thomson CSF, rejoint Sagem en 1999 à la direction du développement. En 2003, nommé Directeur Business Development puis Directeur Commercial au sein de la Division Optronique et Défense de Sagem.

Allègement significatif de la charge du Félin

Pour répondre à une demande forte des utilisateurs d'allègement de la charge de Félin, Sagem a développé une structure de portage et de protection de dernière génération « concept tout en un » avec un gain significatif allant jusqu'à 40% du poids de la dotation spécifique Félin. La protection excessive des fantassins équipés Félin lors du conflit Afghan avait eu un effet sur l'acceptation du système du combattant Félin qu'il fallait absolument améliorer. Cette nouvelle structure sera déployée pour la première fois en opération extérieure dans le cadre de l'opération Barkane.

Sur décision de l'État-major des Armées, cette nouvelle tenue sera également proposée aux combattants non « félinisés » en devenant ainsi une référence dans la Force Opérationnelle Terrestre.

Amélioration de la modularité du système Félin

Répondant à une demande explicite de l'Armée de Terre pour plus de modularité, Sagem fournira des « kits capacitaires » Félin pour mieux l'adapter aux différents profils opérationnels, en particulier pour les missions très dynamiques. Ces kits concernent en particulier; un kit RIF NG autonome (réseau de communication de la section Félin), un kit de vision pour le tir déporté associant une lunette de tir Félin avec l'équipement de tête Jour/Nuit monté sur casque, et un kit pour le fonctionnement, en autonome, de la tablette tactique SIT COMDE.

Ces kits capacitaires pourront équiper le complément de la FOT « Force Opérationnelle Terrestre » décidé par le gouvernement suite aux récents attentats (11 000 hommes supplémentaires) pour garantir notamment les missions de sécurité intérieure.



Félin 1.3 équipé d'une tablette SIT COMDE / ALICS

Intégration du SICS au SIT COMDE de Félin

Le SICS « Système d'Information au Contact de Scorpion » rationalise le réseau d'information du niveau tactique. Sagem développe un nouveau SIT COMDE en dotation à partir de 2018 intégrant sur une tablette de dernière génération les fonctions métiers propres à la section Félin au contact tout en dotant la section de combat Félin de la capacité « SICS débarqué ». Par ailleurs cette tablette SIT COMDE a pour vocation d'équiper les chefs dans les autres Armes non félinisées.

Développement de fonctions collaboratives entre Félin et les plateformes de Scorpion

Le réseau de communication Félin tire maintenant profit des performances du RIF NG, développé pour répondre à l'obligation de vente des fréquences militaires. Pour l'occasion, Sagem a amélioré les portées grâce à diverses optimisations techniques et la mise en œuvre d'une technologie innovante de relayage dynamique associée à une communication sécurisée.

Les relais radio RIF NG en cours d'installation dans les véhicules VBCI et VAB Ultima sont reconduits dans les véhicules Jaguar et Griffon. Grâce à ces relais qui placent les véhicules de la section Félin dans le réseau RIF NG, Sagem proposera des services collaboratifs exploitant les métiers d'une section de combat.

Ces services compléteront les fonctions collaboratives attendues au niveau du GTIA Scorpion qui s'appuieront sur le SICS embarqué, le SIT COMDE portant les fonctions métiers Félin et le SICS débarqué, le RIF NG et CONTACT.

Félin interfacera les nouveaux armements en dotation

Le FAMAS sera remplacé par le produit issu du marché AIF dont la sélection sera annoncée cette année. Pour la mise en œuvre de cette nouvelle arme, Sagem propose un kit d'interface dédié, sans régression par rapport aux fonctionnalités Félin, qui prend la forme d'une poignée communicante montée sous canon à l'avant de l'arme permettant de commander la radio et les fonctions de la lunette d'arme.

Concernant l'arrivée des Roquettes NG, Sagem équipera leur poste de tir d'un kit d'interface Félin qui consiste à utiliser les lunettes FIR en dotation pour le tir de nuit, courte portée, des roquettes.

Le programme MMP verra la livraison en série des premiers postes de tir et missiles à partir de 2017. Sagem qui fournit à MBDA France les moyens optroniques du poste de tir débarqué s'est assuré que le système d'arme est compatible de Félin s'intégrant dans le réseau RIF NG et utilisant certaines de ses interfaces et équipements.

Félin s'interfacera avec la radio CONTACT portable

Dans le cadre de la « Contactisation » de la Force Opérationnelle Terrestre, les chefs Félin disposeront du poste radio CONTACT portatif. Pour garantir l'acceptation de cette intégration, Sagem travaille actuellement sur une architecture système optimisée de Félin sans régression sur les fonctionnalités actuelles tout en ne pénalisant pas le niveau de mobilité des combattants.

Félin dans Scorpion étape 2 passe par le projet Panthères**

Des études amont majeures consacrées à la préparation de Scorpion étape 2 seront lancées prochainement dans le cadre du projet Panthères.

Félin tirera sans doute profit des technologies de rupture issues en particulier du programme « combattant augmenté » sur lesquelles Sagem est très actif en particulier les structures « dermo-squelettiques » modulaires qui ont déjà fait l'objet de premières évaluations par les opérationnels et les équipements de tête de nouvelle génération à interfaces multimodales qui mettent en avant notamment de la réalité augmentée.



Famas « Félinisé » présentant une poignée communicante avec interfaces et fonctionnalités Félin identiques à celles du Famas.

* FELIN : Fantassin à Équipements et Liaisons Intégrés

** Préparation de Nouvelles Technologies pour les Évolutions Scorpion

INTÉGRER LES HOMMES POUR UN MEILLEUR PARTAGE DES EXPÉRIENCES

L'IMPORTANCE DES ÉQUIPES DE PROGRAMMES INTÉGRÉES

La formalisation du Retex dans l'armée de Terre date d'octobre 2005, faisant suite à la série d'engagements très différents mais quasi simultanés d'opérations au Kosovo au titre de l'OTAN, en RCI dans le cadre national et en Afghanistan dans une coalition ad hoc sous égide de l'ONU et soutien de l'OTAN. Trois opérations différentes dans trois continents différents : Europe centrale, Afrique tropicale et Asie centrale. Quand le général d'armée Irastorza publie la directive pour le Retex en juin 2009, une année ne s'est pas encore écoulée depuis la tragédie de la vallée d'Uzbin. L'objectif qu'il fixe au Retex est de procéder aux ajustements estimés nécessaires, d'éclairer les décisions et d'alimenter la réflexion prospective dans les principaux domaines suivants : doctrine d'emploi des forces [...], formation et préparation à l'engagement des forces [...], matériels et équipements. [Le] champ d'application [...du] Retex s'applique principalement aux opérations et aux exercices auxquels participent les forces terrestres françaises.



par **Bruno Demesy,**
Colonel

■ Responsable du Retex à la STAT

Saint-Cyrien de la promotion général Monclar (84-87). Affecté au 13^e RDP en 1988, il continue sa carrière dans le domaine du renseignement en état-major et à la DRM. Il est responsable du Retex à la STAT depuis 2015 et à ce titre veille à l'adéquation des capacités et des besoins en OPEX et tente d'identifier les menaces futures.

Dans l'esprit de la directive permanente de 2009, le Retex a un but d'action à court terme, celui de l'adaptation réactive, et un but de capitalisation de l'expérience à long terme sans finalité d'action immédiate mais de préparation des décisions. Ces deux aspects, bien que compris dans la même directive, n'ont pas les mêmes implications dans le fonctionnement des deux grands acteurs du domaine capacitair que sont la STAT et la DGA bien que les mêmes hommes traitent ces questions dans le même temps au sein des EDPI (équipes de programme intégrées).

Le Retex pour d'abord protéger les soldats

L'adaptation réactive est la conséquence la plus simple du Retex en ce qu'elle ne se fonde que sur les faits dûment constatés par les troupes françaises déployées en opérations extérieures. Le processus d'analyse est alors interne à l'armée de Terre et vise essentiellement à réagir à la menace. En 2015, par exemple, l'armée de Terre, hors les forces du

COS (Commandement des opérations spéciales) investissait 88 millions d'euros dans les urgences opérationnelles au titre des programmes 146 et 178. Dans cette somme, les fonctions de protection et de logistique représentaient respectivement 42% et 39% quand la fonction agression ne représentait que 1% ; le reste servait à la fonction commandement. Il s'agit donc bien, dans l'urgence, de protéger d'abord nos hommes et de leur permettre de s'installer et vivre après l'ouverture d'un nouveau théâtre, comme Barkhane dans ce cas. Cependant, les contradictions sont nombreuses et pas toujours là où on peut initialement les imaginer. L'armée de Terre sait qu'il faut aller vite mais hésite toujours à aller trop vite, ne voulant pas se fier à une seule perception issue de l'opération d'un seul mandat conduit par une seule troupe. D'autre part, on sait que le délai imparti ne permettra pas de développement et que les équipements qui seront fournis existent déjà et qu'il faut les acquérir rapidement pour prendre le temps juste nécessaire à les adapter localement. La com-



L'alerteur radar GA10 en essais à DGA TT

plémentarité et l'intégration des équipes DGA et STAT permettent un accord de fond. L'OER, opération d'expérimentation réactive, justifie alors son qualificatif et permet dans l'urgence à la DGA de proposer un produit qui pourrait répondre au besoin formulé, ou en cours de formulation. Ce fut le cas remarquable d'un alerteur radar qui permettait d'alerter le personnel d'une FOB en Afghanistan de l'impact imminent d'une roquette. Cet exemple montre l'importance de la protection du personnel dans l'urgence opérationnelle et la synchronisation fondamentale naturelle des membres formant EDPI.

Ouvrir des perspectives et canaliser l'imagination par l'OER

Mais le Retex étend son champ d'action aussi à la prospective. Le champ d'étude porte alors sur toutes les capacités qu'une armée de Terre peut et doit déployer en cas de conflit. L'urgence n'étant plus de mise, le temps peut être consacré aux expérimentations prospectives fondées sur des démonstrateurs. Les OER et études amont développées par la DGA reflètent plusieurs intérêts pour la STAT. En premier lieu, très prosaïquement, la STAT se constitue un Retex propre comme dans le domaine de la vision nocturne : l'accumulation d'expériences et d'enseignements permet d'accroître la connaissance et de mieux sérier

le besoin et les possibilités, et ultérieurement évaluer les produits proposés. La qualité des FCM (fiche de caractéristiques militaires) s'en ressent et tous les travaux qui en découleront seront alors facilités. Le deuxième intérêt de ces études prospectives sur démonstrateur consiste en la capacité de la STAT, en coordination avec la DGA, à écarter des solutions initialement séduisantes mais qui n'entraîneraient pas dans le champ d'application des forces terrestres. Pendant vingt ans l'armée de Terre a utilisé le SDTI, drone tactique et intérimaire. Cette période a permis de mieux cerner le besoin tactique et la notion « d'intérimaire » aurait pu ouvrir le champ à des drones à voilure tournante. La conclusion des OER sur les voilures tournantes a été d'écarter cette motorisation pour les drones tactiques de l'armée de Terre et de conserver la voilure fixe comme celle du Patroller. Mais cette OER sur les voilures tournantes a servi, par effet de bande, à la Marine qui se tourne vers cette technologie. Enfin, l'emploi de démonstrateurs permet lorsque les technologies sont assez prometteuses de libeller de nouveaux besoins comme des désignateurs laser sur des équipements à venir.

Faire sienne l'expérience qu'on n'a pas vécue

Enfin, le dernier cas intéressant du Retex est celui des conflits où la France n'intervient

pas. Stricto sensu, le Retex devrait cantonner l'expérience aux opérations extérieures françaises ; et effectivement les Comités d'Identification des Enseignements (COMIDENTIF) limitent le champ d'investigation à l'expérience acquise et constatée par les forces françaises. Cependant, entendue au sens large, le Retex s'intéresse aussi aux conflits où la France n'est pas engagée. On peut se souvenir des regrets exprimés après la guerre de 1870 : pourquoi n'avait-on pas mieux étudié la guerre de Sécession quelques années plus tôt ? Cependant, que sait-on vraiment du conflit au Yémen où tant d'équipements français sont engagés ? Que nous enseigne le retour d'expérience du conflit russo-ukrainien ? Qui peut décrire l'engagement de robots en Syrie et témoigner de leur efficacité si tant est que tout soit vrai ? Sur quel rapport fiable peut-on se fonder ? Or ces théâtres ont vu l'engagement de masses blindées importantes dans des affrontements longs et de haute intensité. L'expérience manquant de facto à l'armée de Terre, le Retex ne peut être alors obtenu que par deux moyens : la simulation informatique ou le recourt à des démonstrateurs. Dans tous les cas, les caractéristiques des équipements ne peuvent qu'être que conjecturées, les mises en situation opérationnelles que l'objet des plus grandes précautions et les résultats reçus avec le plus grand scepticisme.

L'adaptation des équipements déployés sur les théâtres d'opération bénéficie donc de processus bien encadrés et bien rodés depuis la fin des opérations en ex Yougoslavie : directives sur le Retex, instruction générale 125/1516, instructions sur l'urgence opérationnelle. Ce cadre réglementaire permet de définir les rôles de chacun mais surtout pose l'EDPI comme la solution de coordination entre Armée de Terre et DGA par l'intégration physique des hommes dans des structures pérennes. Pérennes car liés à des programmes d'armement existants. Cette même structure permet l'élaboration du besoin prospectif toujours dans le cadre de programmes d'armement à venir et intègre les nouveaux enseignements grâce aux conclusions tirées des OER. Enfin, le Retex des conflits étrangers devient un objet d'attention dans un monde où les conflits gagnent en intensité et s'accumulent proportionnellement aux budgets militaires des grandes puissances. ☒

DE LA MAINTENANCE CURATIVE À LA MAINTENANCE PRÉVISIONNELLE

DES DISPOSITIFS DE SURVEILLANCE INTÉGRÉS : LES HUMS

L'armée de Terre est toujours soumise à plus d'opérations, intérieures et extérieures, souvent dans des conditions sévères, ceci dans un contexte de tension budgétaire. Cet état de fait impose donc des moyens humains, matériels et financiers contraints. Pour maintenir la capacité opérationnelle des unités, la maintenance curative ou préventive est nécessaire, mais plus suffisante : il faut innover. La capacité à anticiper, optimiser et espacer les actes de maintenance est l'une des plus sérieuses pistes étudiées. Pour répondre à cet objectif, l'ETO Prophète¹ vise à démontrer la pertinence des HUMS issue du monde civil appliquée à la maintenance prévisionnelle.



par **Walter Arnaud**, ICA

■ **Chef du département SMCO/SYTER**

Diplômé de l'ENSIETA, et docteur en traitement du signal, l'ICA Arnaud a servi à DGA/MI, à l'état-major des armées, et à l'ambassade de France en Irak. Il est actuellement chef du département « systèmes terrestres » au sein du service du maintien en condition opérationnelle (SMCO) de la DGA.

avec le concours de :

Christophe Grandemange, ICA

Marc Jaylet, Colonel

Nicolas Massieu, ICT

Loïc Boué, Colonel

Patrice Janvier, Colonel

Philippe Dagail, ICETA

Contexte et enjeux

En vue de se préparer au système Scorpion en 2025, mais aussi pour répondre à ses nombreux engagements (Barkhane, Sentinelle, ...), l'armée de Terre a initié en 2015 un vaste plan de transformation de la maintenance, « MCO² 2025 », organisé autour de deux piliers : la maintenance opérationnelle (MO) qui répare, et la maintenance industrielle qui régénère. Au travers des stratégies d'acquisition du soutien, le service SMCO de la DGA, l'EMAT et la SIMMT déterminent les stratégies les plus pertinentes et innovantes pour le soutien logistique intégré (SLI) et le MCO des nouveaux équipements de l'armée de Terre, au regard du ratio efficacité / coût (global). Parmi les innovations étudiées, les HUMS (*Health and Usage Monitoring System*) - déjà utilisés dans le monde civil - apparaissent comme une piste prometteuse pour :

- permettre le suivi au plus juste des potentiels ;
- optimiser et anticiper la maintenance ;
- améliorer la disponibilité technique opérationnelle ;
- élargir les contributions à la préparation opérationnelle.

Bien que disponible, cette technologie n'est pas directement applicable aux forces armées

en raison des contraintes opérationnelles. L'ETO Prophète a vocation à évaluer la faisabilité et les impacts de cette technologie et à proposer la feuille de route idoine pour l'intégrer dans l'outil militaire.

Les HUMS, qu'est-ce au juste ?

Les HUMS désignent des capteurs - dispositifs permettant de suivre en temps réel ou différé l'état de santé, de performance et de potentiel d'un système. Ces capteurs ont commencé à être déployés au début des années 1990, et leur origine est souvent présentée comme étant due au crash d'un hélicoptère Chinook le 6 novembre 1986 en mer du Nord. Un défaut de maintenance ayant conduit à une panne de rotor, le constructeur a proposé d'installer un capteur de suivi du rotor afin de réaliser les opérations de maintenance préventives. Ce principe a progressivement été étendu au domaine aéronautique.

L'ETO Prophète

Cette étude technico-opérationnelle, lancée en 2014, doit évaluer l'intérêt des HUMS selon trois axes d'application : maintenance, emploi (optimisation de l'emploi de la flotte en fonction de la disponibilité prévisionnelle, informations aux forces sur les limites d'usage, etc.),

¹) PROPHETE = étude pour l'évaluation expérimentale des techniques HUMS (Health & Usage Monitoring System) pour la maintenance des véhicules terrestres

²) MCO : maintien en condition opérationnelle

et spécification des systèmes de la génération suivante.

L'étude concerne l'applicabilité de l'exploitation des HUMS principalement à des fins de maintenance prévisionnelle (MP). Cette étude confrontant visions théorique et expérimentale doit permettre de :

- déterminer dans quelles mesures et à quelles conditions la MP peut ainsi contribuer à réduire le coût de soutien ;
- améliorer le Retex sur l'emploi des véhicules terrestres en opération ;
- envisager leur conception et leur maintenance au juste besoin ;
- évaluer l'apport des HUMS sur les opérations de maintenance, l'emploi et la conception des futurs véhicules ;
- estimer le bilan financier entre la réduction du coût induite par l'exploitation des HUMS au regard des coûts générés par leur acquisition, leur installation et leur exploitation ;
- identifier les conditions de retour sur investissement.

Après une phase théorique, l'ETO conduit actuellement une expérimentation basée sur l'instrumentation de 4 véhicules (VBCI, PVP, AMX 10 RCR et VAB TOP) dans des parcs d'entraînement. Les premiers résultats récemment obtenus permettent d'étalonner le dispositif d'expérimentation.

Ils ouvrent aussi la voie vers l'identification fine d'organes ou de fonctions préférentiels à instrumenter. Cette expérimentation cible entre autres la qualité de l'huile du moteur, le niveau des batteries et les chocs tourelle des véhicules cités.

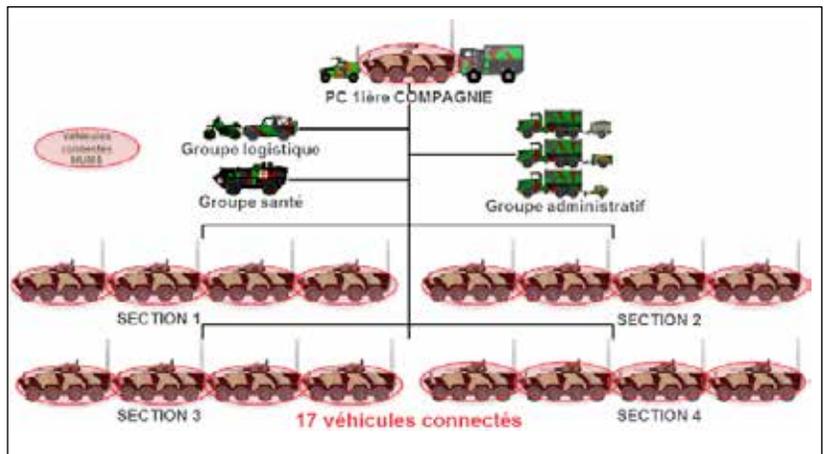


VBCI instrumenté avec des HUMS

Les perspectives au-delà de l'ETO Prophète

Via l'acquisition d'une meilleure connaissance de l'état des matériels, les HUMS participent à l'optimisation de la MP et autorisent :

- une gestion plus fine des stocks, notamment de rechanges ;
- une meilleure utilisation des ressources en



Expérimentation sur une unité VBCI (image : source Renault Truck Defense)

moyens (gestion des parcs, pour l'OPEX notamment) et en personnels ;

- et donc une optimisation du coût de soutien. La MP a pour but d'agir sur l'élément défaillant au plus près de sa période de dysfonctionnement. Cela permet de réduire le nombre de pannes tout en espaçant la fréquence des interventions préventives.

La suite de l'ETO Prophète laisse entrevoir des actions concrètes :

- dans un premier temps, l'appropriation de cette technologie par les forces et son intégration dans l'organisation de la maintenance doivent faire l'objet d'une attention particulière. Cela justifierait une expérimentation sur un micro-parc de VBCI (cf. schéma ci-dessus). Les conditions de sa mise en place sont actuellement à l'étude notamment chez les industriels ;
- à moyen terme, l'intégration d'un premier niveau de maintenance à base de HUMS pourrait être réalisée dans l'environnement Scorpion. Le Griffon pourrait être ciblé.

Pour ce programme, la maintenance étant forfaitaire, la pertinence d'implémenter des capteurs HUMS est laissée à l'appréciation de l'industriel dans une optique de réduction des coûts. Ces données ont vocation à alimenter SIM@T et plus globalement, tout système d'informations permettant à la SIMMT et aux industriels de préparer et d'optimiser leurs plans de maintenances.

Une autre possibilité serait de prendre en compte, dès la contractualisation, une baisse des coûts de soutien contre un financement du développement de la MP.

Quoi qu'il en soit, la mise en œuvre de la MP offre l'opportunité de prendre du recul sur les



Le Griffon

traditionnels modes contractuels pour s'orienter vers un portage plus innovant.

L'ETO Prophète produit des résultats intéressants et montre toute la potentialité de la MP à base de HUMS, en vue d'améliorer la DTO et de mieux planifier les opérations de maintenance au juste besoin.

Prometteuse, l'ETO se poursuit en 2016. Cette technologie HUMS innovante – notamment par son association avec les SIL - devrait apporter des réponses aux enjeux de maintenance face à la multiplication des opérations. Sa mise en œuvre constitue donc un investissement pour l'avenir. Elle rentre d'une part, dans le champ de la conception réglée qui repose sur l'optimisation i.e. le retour sur investissement et la rentabilité (pas forcément en termes financiers) et d'autre part, dans celui de l'innovation de concept sans obligatoirement s'appuyer sur de nouvelles technologies, les HUMS ayant désormais acquis une TRL acceptable au regard des utilisations effectuées.

Les préoccupations liées à toute innovation, comme la maîtrise et la propriété des données et de l'information, la SSI (éviter que les HUMS puissent être vecteurs de vulnérabilités), le dimensionnement des flux de données, etc., seront analysées dans le cadre des étapes complémentaires. 

UN ESPACE AÉRIEN UNIQUE ET PARTAGÉ

L'IRRUPTION DE LA TROISIÈME DIMENSION DANS LE COMBAT TERRESTRE

Sur le champ de bataille, de nombreux aéronefs et projectiles amis ou ennemis circulent au-dessus des têtes des combattants au sol. Comment s'organiser pour éviter les interférences tout en permettant les initiatives locales ? Une coordination au travers d'une organisation s'appuyant sur des moyens techniques est indispensable. Elle doit cependant encore progresser vers une véritable intégration de l'ensemble des mobiles de la 3^e dimension dans la manœuvre globale.

Aujourd'hui, toute opération est par essence interarmées, et généralement réalisée dans un cadre international. Ainsi, elle exploite la troisième dimension pour la projection des forces, du renseignement, des actions de défense aérienne, d'appui aux forces au sol... Potentiellement, un nombre important de vecteurs des différentes composantes de la force interarmées évoluent dans l'espace aérien. Une coordination entre ces vecteurs, appelés les intervenants de la troisième dimension (I3D), doit donc être mise en

place. Moyens de l'armée de Terre, de l'armée de l'air, de la marine nationale ou des forces spéciales, ce sont des hélicoptères d'attaque et de manœuvre, des drones de tous types, mais aussi des obus d'artillerie (mortiers, Caesar), des roquettes (LRU), des missiles de croisière, anti-aériens, des avions de combat et de guet aérien...

Cette coordination (CI3D) se doit d'être globale tout en préservant la liberté d'action du niveau tactique, au contact sur le terrain. En planification et en conduite, ses objectifs principaux sont de :

- renforcer l'efficacité globale des actions militaires conduites depuis et dans le milieu aérien,
- minimiser les risques d'actions fratricides liés à l'utilisation de cet espace (dommages aux forces au sol ou aux moyens aériens amis).

hauteur et réparties par tranches temporelles, elles sont assorties de règles d'utilisation permissives ou contraignantes suivant le cas. Par exemple, sur un théâtre demeuré ouvert au trafic civil, un plafond pour les tirs d'artillerie pourra être fixé pour permettre à l'aviation civile de survoler la zone en sécurité, mais limitera d'autant la portée de l'artillerie.

Pour l'armée de Terre, les cellules d'appui 3D, réparties aux différents niveaux d'exécution, coordonnent l'activité des I3D terrestres dans les zones allouées. Cependant, comme tout ne peut pas être prévu en planification, en fonction de l'évolution de la situation, il faut adapter en conduite et de façon réactive le dispositif. Des zones peuvent être activées ou désactivées, des appuis aériens au profit de forces au sol au contact demandés. Mixant alors les activités des composantes terrestre et aérienne, un dialogue serré et une étroite coordination entre les intervenants des différentes chaînes opérationnelles sont impératifs et rendus plus efficaces s'il existe en temps réel une vision commune de l'occupation de l'espace aérien et de la situation tactique. Celle-ci nécessite l'acquisition et le partage d'une multitude d'informations issues des moyens de détection s'il y en a, des radars notamment, voire des vecteurs aériens eux-mêmes s'ils sont équipés de liaison de données tactiques (principalement la L16), et des moyens de synthèse et d'exploitation pour les traiter. Ce partage automatique est rendu possible par la construction d'un réseau numérique reliant l'ensemble des éléments cités. Il permet d'avoir une visualisation de la situation aérienne générale commune du niveau opératif (interarmées)

Une doctrine et des moyens nécessaires

La responsabilité de l'organisation et de la gestion de l'espace aérien relève du commandant de la force, responsabilité normalement déléguée au commandant de la composante aérienne. La doctrine interarmées 3.3.5 publiée par le Centre Interarmées de Concepts, Doctrines et Expérimentations (CICDE) en décrit les principes. La compréhension mutuelle pour éviter les divergences d'interprétation entre des armées aux cultures différentes y joue un rôle important.

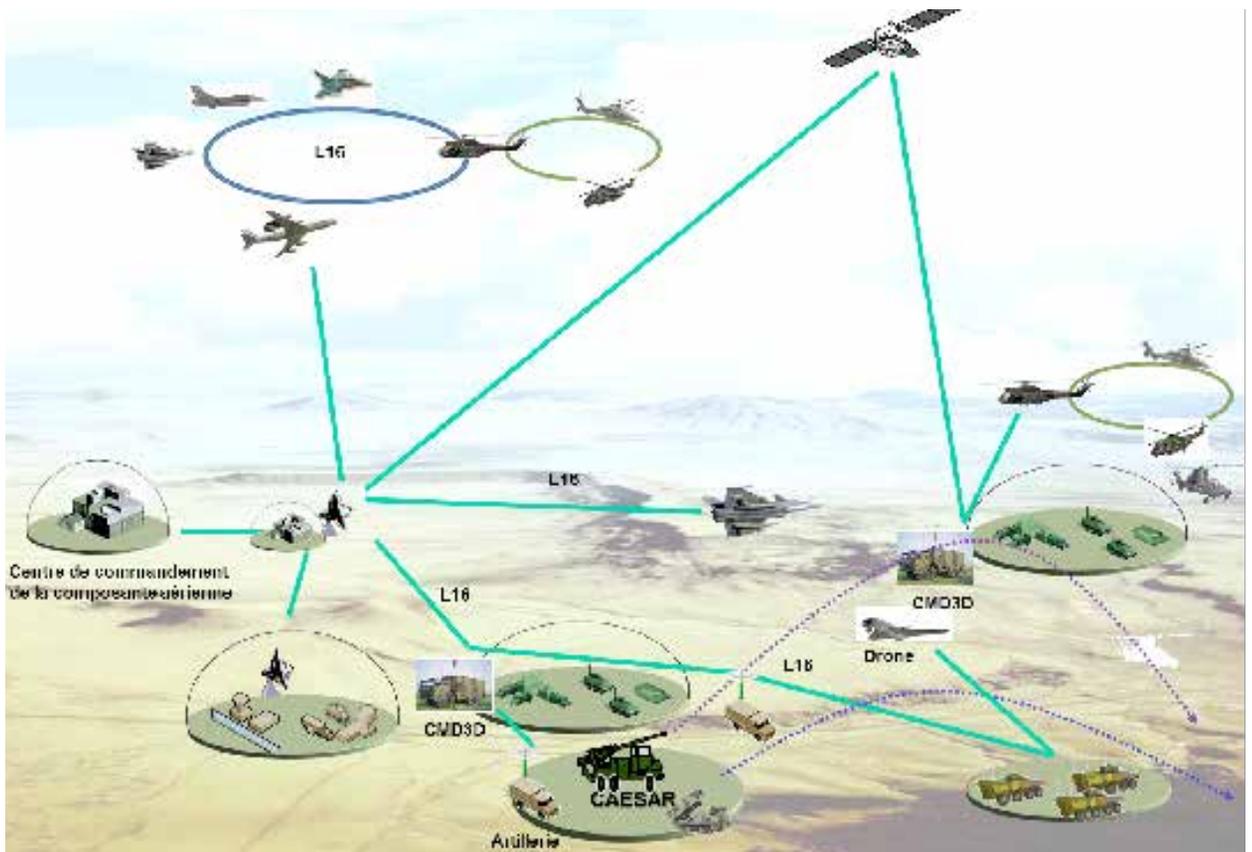
En planification, les composantes font remonter leurs besoins des niveaux inférieurs vers le niveau opératif en fonction des actions qu'elles prévoient. A l'issue de la planification et après d'éventuels arbitrages, un ordre de coordination de l'espace aérien alloue des zones aux acteurs. Délimitées géographiquement, en altitude ou



par **Patrick Niec**, IGA

■ **Directeur adjoint du CICDE**

Après un parcours aéronautique (centre d'essais en vol, responsable de l'intégration des armements air-sol, puis des programmes des avions de combat de l'armée de l'air), il a élargi sa vision en devenant le 1^{er} architecte du système de forces Engagement Combat et enfin directeur de deux centres techniques de la DGA du domaine naval à Toulon et à Brest.



Pour évoluer en toute sécurité dans la 3^e dimension, il faut vite percuter (au sens figuré bien sûr) !

au niveau tactique terrestre et donc de pouvoir adapter le dispositif opérationnel. Ainsi, le Centre de Management de la Défense dans la 3^e Dimension (CMD3D), développé initialement dans le programme Martha puis fusionné avec SCCOA¹, assure un rôle de synthèse important vis-à-vis des I3D de l'armée de Terre. Il est interopérable avec le système ATLAS de l'artillerie, SICF, SCV (Système de Commandement en Vol) et Sitalat (Système d'Information Terminal de l'ALAT). Il dispose d'une liaison directe avec les stations sol des drones et surtout d'une capacité L16 lui permettant d'envoyer la situation locale et de recevoir les informations de l'autorité de gestion de l'espace aérien.

La définition et la construction de ce réseau global, du tactique à l'opératif, sont des phases complexes car elles doivent prendre en compte l'ensemble des configurations possibles du point de vue technique (multiplicité des acteurs et des équipements, cas de panne) et du point de vue du déploiement opérationnel (spécificités géographiques et étendue de la zone d'opération nécessitant d'éventuels relais satellites, répartition morcelée des moyens...)

De plus, il y a des interactions entre cette architecture et l'organisation associée du commandement. C'est pourquoi, la méthode de développement principalement employée a été celle des Laboratoires Technico Opérationnels (LTO). Ils regroupent en un même lieu, les acteurs opérationnels et industriels travaillant à partir de scénarios plus ou moins complexes, avec des simulations de moyens pouvant aller jusqu'à des simulations hybrides. Ce travail se poursuit aujourd'hui, afin d'intégrer l'arrivée progressive des différents équipements.

On peut faire encore mieux

Même si la CI3D est une réalité depuis longtemps, son optimisation reste une problématique d'actualité, en France comme chez nos alliés. C'est ainsi que CICDE et CPOIA (commandement pour les opérations interarmées) viennent d'être chargés de rédiger une publication interarmées traitant spécifiquement de ce sujet. Y sera développée la notion d'« Air Land Integration » (ALI), définie comme « l'ensemble des processus mis en œuvre au niveau tactique, en planification comme en conduite, pour combiner

les activités des forces aériennes et des forces terrestres (conventionnelles et spéciales) en vue d'optimiser la manœuvre interarmées ». Il s'agit là d'améliorer la synergie entre forces terrestres et aériennes voire maritimes (on parle alors d'Air Surface Integration/ASI) en substituant à la simple coordination entre composantes, une véritable intégration de leurs manœuvres respectives, pour une meilleure efficacité globale et une utilisation optimisée et nécessairement partagée de l'espace aérien. Le retour d'expérience des engagements actuels montrant la nécessité d'accélérer le tempo des opérations, en particulier dans un contexte de menaces asymétriques, et les nouvelles possibilités offertes par la technologie, poussent vers cette intégration nécessaire à l'optimisation des effets. Les contraintes budgétaires réduisant les formats rendent également cette démarche impérative mais crispent aussi les discussions entre les armées. Cela permettra peut-être d'identifier de nouveaux modes d'actions réactifs, en limitant le mode d'utilisation des moyens sous l'angle « propriétaire » d'une composante et en étudiant toutes les opportunités offertes par les équipements. □

¹ Système de Commandement et de Conduite des Opérations Aériennes

LE TIGRE ET LES DÉFIS DE LA COOPÉRATION : DERRIÈRE LA SCÈNE



par **David Colliquet**, ICA

■ **Coach (CODA Coach)**

David Colliquet (X 94, ENSTA 97) a exercé des fonctions dans les programmes d'armement, d'abord à la DGA (domaine missiles et drones) puis à l'OCCAR, comme directeur du programme Tigre jusqu'en 2015. Il a créé en 2016 le cabinet CODA Coach, basé à Bonn (Allemagne), spécialisé en coaching, formation et conseil en gestion de projets.



par **Cyril Goutard**, ICA

■ **Tiger Programme Manager (OCCAR)**

Cyril Goutard (X97, Supaéro) a commencé sa carrière au SIAé, en 2002 (modernisation Mirage III Egypte à Clermont-Ferrand) puis a été chef de la division maintenance SEM/ATL2/E2C à Cuers. Après avoir été architecte de cohérence technique du programme Tigre, il rejoint l'OCCAR, comme responsable support Tigre puis, en 2015, devient programme manager Tigre.

Afghanistan, août 2009. Le Tigre réalise sa première mission au feu : le début d'une carrière opérationnelle exemplaire forte de déjà plus de 10 000 heures en OPEX à ce jour dont près de 8 500 pour la France seule, et l'aboutissement de plusieurs décennies de coopération. Mais quelles leçons peut-on tirer de l'histoire si particulière de ce formidable hélicoptère de combat, emblème à sa façon du partenariat franco-allemand ?



Le Tigre en version HAP - Hélicoptère Appui Protection lors d'un tir de roquettes. A terme, 40 appareils équiperont les forces terrestres et spéciales de l'armée de Terre.

Noyau dur

La forte adhérence du Tigre avec la coopération franco-allemande est indéniable, et ce dès les premières études au milieu des années 1970. Le sociologue Ulrich Krotz y consacre même un livre, *Flying Tigers*¹, avançant l'hypothèse que l'hélicoptère de combat, concentré de haute technologie made in Europe, a activement développé la relation franco-allemande. Quoi qu'il en soit, l'histoire du Tigre démontre qu'un couple de coopérants soudé politiquement est nécessaire pour résister aux tempêtes frappant inévitablement tout programme d'armement ambitieux et complexe – en témoigne la sortie du programme du Royaume-Uni au profit de l'Apache en 1995, malgré la

forte implication personnelle du Président Chirac auprès de John Major.

Les acteurs étatiques et industriels du programme ont toujours fortement senti le poids du partenariat franco-allemand. Les symboles sont nombreux, telles les écoles bilatérales de formation des pilotes en France et des « maintenanciers » en Allemagne. Parfois perçu comme un frein à l'avancement du programme, le « noyau fondateur » sera pourtant un stabilisateur dans les moments difficiles. Ainsi, lors de la qualification finale en 2008, tandis que la France pousse pour finaliser le développement et permettre un déploiement en Afghanistan, les opérationnels allemands sont réticents. Le partenaire allemand saura

1) 2011, éditions OUP USA

cependant vaincre ses réticences internes pour ne pas bloquer la France. Récemment aussi, alors que l'intégration de l'Australie aux travaux de rénovation à mi-vie (« Tiger Mk3 ») traverse une forte zone de turbulence, le socle franco-allemand permet de stabiliser le « pendule de la coopération », et de pérenniser une modernisation nécessaire pour relever les défis opérationnels à venir.

Aux programmes naissants tentés par une coopération la plus large possible, l'exemple du Tigre rappelle donc qu'il faut aussi disposer d'un petit noyau de coopérants solides pour emmener le projet durablement.

C'est quoi, une intégration industrielle ?

L'intégration industrielle de l'hélicoptère Tigre existe *ipso facto*, puisqu'Aérospatiale et MBB ont fusionné en 1992 pour créer Eurocopter, dont le premier produit (et au début, le seul !) sera l'EC 665 Tigre. Il serait exagéré d'affirmer que l'intégration industrielle s'est faite sans heurts ; ainsi la production, basée sur l'assemblage de trois tronçons principaux français, allemand et espagnol, traversera plusieurs phases avant d'atteindre la maturité. Néanmoins, l'hélicoptériste est véritablement européen, et joue son rôle d'« Airbus des voilures tournantes ». Corrélativement, la logique Tigre de partage industriel, consolidée dans les années 1980, entraînera la création de consortiums pour certains équipements, le plus important étant le moteur MTR 390. Ce moteur est conçu et produit par une joint-venture à quatre participants (MTU, Turboméca, Rolls-Royce, ITP) et bien que ses performances soient indéniables, il représente un très gros défi en matière de gouvernance, parfois à la limite du gérable. Le rachat en 2013 par Turboméca des parts de Rolls-Royce dans le consortium RTM 322 (motorisation Lynx, NH 90 et Apache), est un exemple à méditer : pour tout nouveau programme en coopération, la simplicité du montage industriel et la robustesse de son intégration est cruciale – ses effets seront perceptibles y compris jusqu'en phase de soutien en service.

Noyau politique dur et base industrielle intégrée sont ainsi des facteurs *sine qua non* de réussite pour tout programme d'armement en coopération qui est soumis par nature à des forces centrifuges. Ces dernières poussent les Etats vers un repli national, notamment en

Les EMAR, base de certification militaire commune

La recherche de réglementation européenne de certification a été longue car il s'agissait d'harmoniser des processus de certification nationaux distincts. Les pays européens se sont ainsi dotés ces dernières années, sous l'impulsion de l'EDA (European Defense Agency) d'une base réglementaire commune, les EMAR (European Military Airworthiness Regulations). Ces textes doivent néanmoins être implémentés dans le corpus réglementaire de chacun des pays pour faire force de loi. Pour les futurs programmes aéronautiques, cette base commune de certification sera source de gains financiers et calendaires.

phase d'utilisation, où les Nations, après avoir focalisé leurs efforts sur un partage des coûts de développement, s'attèlent principalement à optimiser la disponibilité des flottes nationales.

Tous d'accord pour avancer ?

Le premier élément d'instabilité d'un programme en coopération est son processus décisionnel, trop souvent marqué par le sceau de l'unanimité. Ainsi, même emmené par un duo moteur, un programme peut se retrouver ralenti dans ses prises de décision, situation qui in fine, peut se répercuter au niveau utilisateurs par des retards de capacités opérationnelles. De manière similaire, la recherche du maintien de la communalité à tout prix entre les différentes variantes nationales, pour assurer le partage des coûts de développement et optimiser les coûts de soutien futurs, se traduit par des phases d'harmonisation technique, budgétaire et calendaire entre les nations partenaires : des délais supplémentaires qui peuvent légitimement frustrer les utilisateurs, et incitent clairement à simplifier le processus décisionnel, notamment en phase d'utilisation et maintien en service.

Se séparer pour mieux se retrouver...

Tout comme dans un système mécanique hyperstatique sans degré de liberté, l'introduction de degrés de liberté (par exemple l'acceptation de particularités nationales quant au choix de certains systèmes) dans un programme d'armement est un gage de stabilité, de mobilité et de flexibilité pour le futur. En effet, bien que les variantes allemande et française du Tigre soient très différentes au niveau de leur système d'armes, chacun des pays ayant choisi une palette d'armement et de visionneuse différente (et donc des industriels différents), elles partagent néanmoins une base commune

très forte (structure, système électrique, hydraulique, carburant, conditionnement...) qui représente plus de la moitié des coûts de soutien. Mais ces différences, tant qu'elles ne sont pas excessives (les contre-exemples existent...) laissent ainsi le champ libre aux évolutions nationales liées à l'armement et diminuent les tensions possibles entre partenaires. Un élément crucial en coopération, bien qu'à l'encontre de la tendance à spécifier un unique produit « *one size fits all* ».

Un autre facteur majeur d'instabilité d'un programme en coopération, qui nuit à son efficacité, est l'absence de standards structurants communs. Par exemple, la certification est une contrainte spécifique aux programmes aéronautiques qui doivent démontrer, en plus de la démonstration des performances spécifiées (qualification), que l'appareil peut voler en toute sécurité. Notre expérience sur le programme Tigre nous a montré que l'absence initiale de base de certification harmonisée rend aujourd'hui urgente l'implémentation des standards EMAR (voir encadré). Cela représente un enjeu majeur dans le cadre de la rénovation à mi-vie du Tigre (2023) mais aussi pour son soutien en service.

Tigre Mk3 : le retour

Ulrich Krotz a finalement peut-être raison : le Tigre n'est pas qu'une machine fantastique, mais aussi un objet d'études fascinant, permettant en matière de coopération européenne de voir ce qu'il convient de faire... ou d'améliorer ! La rénovation à mi-vie vers le standard Mk3 va constituer un nouveau test pour ce programme hors du commun. D'ici à son entrée en service dans la prochaine décennie, le Tigre devrait encore largement être présent sur de nombreux théâtres opérationnels, au côté des troupes au sol. 🇫🇷

NOUVEAUX ARMEMENTS TERRESTRES

DES BESOINS DE FORMATION EN SIMULATION IMMERSIVE

Les nouveaux systèmes pour le fantassin ont fait évoluer les besoins de formation, de la balle à blanc vers l'environnement 3D. Cela a été l'occasion de développer des solutions simulées qui sont aujourd'hui en plein boom technologique et accompagnent au plus près le déroulement des programmes. Illustration avec le simulateur MMP de GDI SIMULATION.

La formation des années 1960 s'effectuait, au pas de tir, à balle réelle ou tir réduit ; l'entraînement au combat utilisait balles à blanc et grenades à plâtre.

Dans les années 1970, l'avènement du numérique, des simulateurs laser et des moyens d'enregistrement facilitèrent les exercices et permirent le rejeu et l'examen critique des exercices. Ce fut là un facteur de motivation des instructeurs et des élèves car l'évaluation « objective » permettait de meilleurs progrès, voire des progrès plus rapides. Par la suite, la création de bases de données virtuelles réalistes utilisables sur des machines portables contribuèrent significativement au développement de la simulation immersive, système de formation très efficient.

Aujourd'hui, le fantassin sert toujours de nombreuses armes : le fusil Famas (ou futur AIF) mais également tous types de mitrailleuses, de tourelleaux simples ou télé-opérés sur véhicules de combat d'infanterie, la roquette, le missile Eryx, le missile Milan. Des simu-



SET MMP

lateurs ont été mis au point progressivement pour chaque type d'armement.

Mais nous vivons un changement majeur, car le fantassin est devenu le lien entre son armement et les systèmes de plus en plus complexes sur lesquels il opère, comme nous le voyons avec Félin.

Par ailleurs, les « systèmes d'armes fantassins » et leurs simulateurs sont, en toute logique, fortement contraints (volume/poids, réseaux radios nombreux etc.) ; la simulation doit accompagner ce mouvement. GDI réalise ainsi, la conception des simulateurs MMP (Missile successeur du Milan) pour l'instruction au tir ou l'entraînement au combat. Cela nécessite tout d'abord la compréhension fine du fonctionnement du système d'arme et en particulier de l'ensemble de ses modes opératoires et de ses interfaces, de plus en plus nombreuses. Afin d'éviter toute contre-instruction, il faut respecter l'ergonomie du système réel (poids, volume, qualité des optiques, loi de guidage, effets de départ, délestage, etc.) ; et ceci à un coût acceptable par le client.

Une relation de proximité et de grande confiance est établie avec le systémier d'arme pour parler son langage et protéger ses informations. Les informations sensibles sont parfois transmises sous forme d'une boîte noire.

Pour être efficaces, les simulateurs sont développés en même temps que les systèmes d'armes. Ainsi, les premiers démonstrateurs fonctionnels suivent, en matériel et logiciel, les évolutions du système d'arme. Ils sont parfois même utilisés, à certaines étapes du programme, pour effectuer des choix ergonomiques...

Les logiciels de simulation sont choisis en fonction des exigences du niveau de simulation et des performances du système d'arme (performance de ses capteurs IR par exemple). Très tôt dans le déroulé du programme, les Interfaces Hommes Machine des postes instructeurs et l'ergonomie des faux postes de tir sont examinés et « amendés » par les opérationnels et les ergonomes.

Les itérations entre le système opérationnel et son simulateur s'accéléreront à l'approche de l'échéance de livraison ce qui permettra, entre autres, alors que le système d'arme terminera sa validation, de débiter la livraison des simulateurs qui permettra l'instruction des premiers tireurs.

Le système de simulation doit également permettre, au delà de l'instruction, d'entraîner et d'évaluer les GTIA dans les centres d'entraînement au combat (ouvert de Mailly et urbain de Sisonnes). C'est l'objet du Simulateur de Tir de Combat (STC) MMP, qui présentera les mêmes contraintes d'ergonomie, de poids, de volume que les simulateurs d'instruction. Le STC reproduira en outre la fonction Tir Au Delà de la Vision Directe (TAVD) du système d'arme. Renseigné par la SITAC (situation tactique), le tireur MMP pourra engager une cible qu'il ne verra pas. À la mise de feu, l'image virtuelle du « point de vue du missile » apparaîtra dans le viseur. En fonction des éléments du tir qui lui seront communiqués, le Centre Opérationnel décidera de la destruction ou non de la cible. Dans les instants qui suivront, après le délai de rechargement d'un nouveau missile, le tireur prendra à partie en mode laser cette fois une cible du domaine visible. Ce STC sera le premier simulateur bi mode, laser et numérique.

Dans le cadre de la préparation opérationnelle SCORPION, GDI SIMULATION est chargé des simulateurs de formation et d'entraînement, outils qui accompagnent au plus près les programmes et sont élaborés avec un haut niveau de technicité. Ils seront prochainement intégrés, en liaison étroite avec les maîtres d'œuvres, dans le système de simulation sur les véhicules, Griffon et Jaguar.



par **Michel Fichoux**

■ **Consultant Business Développement pour DDI Simulation**

Michel FICHOUX a occupé successivement divers postes à la DAT Programme Antichar puis directeur commercial et directeur du Business Development chez GDI SIMULATION. Il est actuellement Consultant Business Development pour DDI SIMULATION AIRBUS Group.

electropoli

GROUP

SPECIALISTE DU TRAITEMENT DE SURFACE

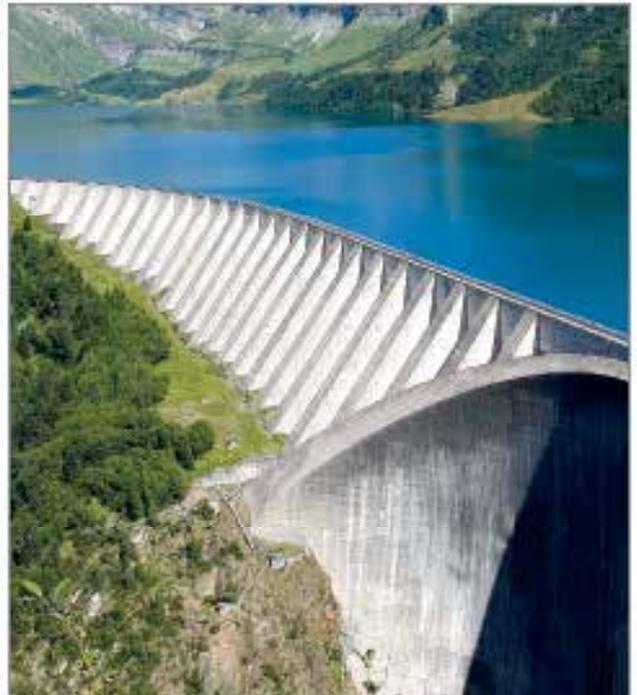
- TRAITEMENTS ELECTROLYTIQUES
Zinc et Zinc-Nickel (passivation trivalente)
- CATAPHORESE
(Magnésium et Aluminium)
- PEINTURE LIQUIDE
- NICKEL CHIMIQUE
- ANODISATION (OAS, TSA)



Ils nous font confiance :

**MBDA - NEXTER MUNITION
CTA INTERNATIONAL**

www.electropoli.com - communication@electropoli.com



La force de l'étanchéité

www.staubli.com

**Raccords rapides sans égariture
pour thermal management**

Conçus pour répondre aux exigences du refroidissement de l'électronique les raccords Stäubli sont compacts, fiables et légers. La technologie à faces planes garantit une étanchéité parfaite en fonctionnement et aux moments de la connexion et de la déconnexion.

Avec les solutions Stäubli, vos applications de thermal management gagnent en performance.

Découvrez l'offre Stäubli
sur www.staubli.com



EUROSTAT
13 - 17 mai 2016 / PARIS

Hall 5 - Stand J 977



STÄUBLI

Stäubli Record France
Tél. : +33 (0)4 80 98 26 00 - Email : contact@staubli.com

A. COSTE S.A.S.

CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

MICRO Soudure LIQUIDE

CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

MICRO

Soudure LIQUIDE

CHAUDRONNERIE INDUSTRIELLE

- GAZ
- Air
- Soudure au métal
- Soudure
- Soudabilité
- Produits aux applications divers

MICRO Soudure LIQUIDE

Avec un fil de 0,2mm à 0,4mm en Electrode Microfil
- Les 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6, 0,8, 1,0, 1,2, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0, 4,5, 5,0, 5,5, 6,0, 6,5, 7,0, 7,5, 8,0, 8,5, 9,0, 9,5, 10,0, 10,5, 11,0, 11,5, 12,0, 12,5, 13,0, 13,5, 14,0, 14,5, 15,0, 15,5, 16,0, 16,5, 17,0, 17,5, 18,0, 18,5, 19,0, 19,5, 20,0, 20,5, 21,0, 21,5, 22,0, 22,5, 23,0, 23,5, 24,0, 24,5, 25,0, 25,5, 26,0, 26,5, 27,0, 27,5, 28,0, 28,5, 29,0, 29,5, 30,0, 30,5, 31,0, 31,5, 32,0, 32,5, 33,0, 33,5, 34,0, 34,5, 35,0, 35,5, 36,0, 36,5, 37,0, 37,5, 38,0, 38,5, 39,0, 39,5, 40,0, 40,5, 41,0, 41,5, 42,0, 42,5, 43,0, 43,5, 44,0, 44,5, 45,0, 45,5, 46,0, 46,5, 47,0, 47,5, 48,0, 48,5, 49,0, 49,5, 50,0, 50,5, 51,0, 51,5, 52,0, 52,5, 53,0, 53,5, 54,0, 54,5, 55,0, 55,5, 56,0, 56,5, 57,0, 57,5, 58,0, 58,5, 59,0, 59,5, 60,0, 60,5, 61,0, 61,5, 62,0, 62,5, 63,0, 63,5, 64,0, 64,5, 65,0, 65,5, 66,0, 66,5, 67,0, 67,5, 68,0, 68,5, 69,0, 69,5, 70,0, 70,5, 71,0, 71,5, 72,0, 72,5, 73,0, 73,5, 74,0, 74,5, 75,0, 75,5, 76,0, 76,5, 77,0, 77,5, 78,0, 78,5, 79,0, 79,5, 80,0, 80,5, 81,0, 81,5, 82,0, 82,5, 83,0, 83,5, 84,0, 84,5, 85,0, 85,5, 86,0, 86,5, 87,0, 87,5, 88,0, 88,5, 89,0, 89,5, 90,0, 90,5, 91,0, 91,5, 92,0, 92,5, 93,0, 93,5, 94,0, 94,5, 95,0, 95,5, 96,0, 96,5, 97,0, 97,5, 98,0, 98,5, 99,0, 99,5, 100,0, 100,5, 101,0, 101,5, 102,0, 102,5, 103,0, 103,5, 104,0, 104,5, 105,0, 105,5, 106,0, 106,5, 107,0, 107,5, 108,0, 108,5, 109,0, 109,5, 110,0, 110,5, 111,0, 111,5, 112,0, 112,5, 113,0, 113,5, 114,0, 114,5, 115,0, 115,5, 116,0, 116,5, 117,0, 117,5, 118,0, 118,5, 119,0, 119,5, 120,0, 120,5, 121,0, 121,5, 122,0, 122,5, 123,0, 123,5, 124,0, 124,5, 125,0, 125,5, 126,0, 126,5, 127,0, 127,5, 128,0, 128,5, 129,0, 129,5, 130,0, 130,5, 131,0, 131,5, 132,0, 132,5, 133,0, 133,5, 134,0, 134,5, 135,0, 135,5, 136,0, 136,5, 137,0, 137,5, 138,0, 138,5, 139,0, 139,5, 140,0, 140,5, 141,0, 141,5, 142,0, 142,5, 143,0, 143,5, 144,0, 144,5, 145,0, 145,5, 146,0, 146,5, 147,0, 147,5, 148,0, 148,5, 149,0, 149,5, 150,0, 150,5, 151,0, 151,5, 152,0, 152,5, 153,0, 153,5, 154,0, 154,5, 155,0, 155,5, 156,0, 156,5, 157,0, 157,5, 158,0, 158,5, 159,0, 159,5, 160,0, 160,5, 161,0, 161,5, 162,0, 162,5, 163,0, 163,5, 164,0, 164,5, 165,0, 165,5, 166,0, 166,5, 167,0, 167,5, 168,0, 168,5, 169,0, 169,5, 170,0, 170,5, 171,0, 171,5, 172,0, 172,5, 173,0, 173,5, 174,0, 174,5, 175,0, 175,5, 176,0, 176,5, 177,0, 177,5, 178,0, 178,5, 179,0, 179,5, 180,0, 180,5, 181,0, 181,5, 182,0, 182,5, 183,0, 183,5, 184,0, 184,5, 185,0, 185,5, 186,0, 186,5, 187,0, 187,5, 188,0, 188,5, 189,0, 189,5, 190,0, 190,5, 191,0, 191,5, 192,0, 192,5, 193,0, 193,5, 194,0, 194,5, 195,0, 195,5, 196,0, 196,5, 197,0, 197,5, 198,0, 198,5, 199,0, 199,5, 200,0, 200,5, 201,0, 201,5, 202,0, 202,5, 203,0, 203,5, 204,0, 204,5, 205,0, 205,5, 206,0, 206,5, 207,0, 207,5, 208,0, 208,5, 209,0, 209,5, 210,0, 210,5, 211,0, 211,5, 212,0, 212,5, 213,0, 213,5, 214,0, 214,5, 215,0, 215,5, 216,0, 216,5, 217,0, 217,5, 218,0, 218,5, 219,0, 219,5, 220,0, 220,5, 221,0, 221,5, 222,0, 222,5, 223,0, 223,5, 224,0, 224,5, 225,0, 225,5, 226,0, 226,5, 227,0, 227,5, 228,0, 228,5, 229,0, 229,5, 230,0, 230,5, 231,0, 231,5, 232,0, 232,5, 233,0, 233,5, 234,0, 234,5, 235,0, 235,5, 236,0, 236,5, 237,0, 237,5, 238,0, 238,5, 239,0, 239,5, 240,0, 240,5, 241,0, 241,5, 242,0, 242,5, 243,0, 243,5, 244,0, 244,5, 245,0, 245,5, 246,0, 246,5, 247,0, 247,5, 248,0, 248,5, 249,0, 249,5, 250,0, 250,5, 251,0, 251,5, 252,0, 252,5, 253,0, 253,5, 254,0, 254,5, 255,0, 255,5, 256,0, 256,5, 257,0, 257,5, 258,0, 258,5, 259,0, 259,5, 260,0, 260,5, 261,0, 261,5, 262,0, 262,5, 263,0, 263,5, 264,0, 264,5, 265,0, 265,5, 266,0, 266,5, 267,0, 267,5, 268,0, 268,5, 269,0, 269,5, 270,0, 270,5, 271,0, 271,5, 272,0, 272,5, 273,0, 273,5, 274,0, 274,5, 275,0, 275,5, 276,0, 276,5, 277,0, 277,5, 278,0, 278,5, 279,0, 279,5, 280,0, 280,5, 281,0, 281,5, 282,0, 282,5, 283,0, 283,5, 284,0, 284,5, 285,0, 285,5, 286,0, 286,5, 287,0, 287,5, 288,0, 288,5, 289,0, 289,5, 290,0, 290,5, 291,0, 291,5, 292,0, 292,5, 293,0, 293,5, 294,0, 294,5, 295,0, 295,5, 296,0, 296,5, 297,0, 297,5, 298,0, 298,5, 299,0, 299,5, 300,0, 300,5, 301,0, 301,5, 302,0, 302,5, 303,0, 303,5, 304,0, 304,5, 305,0, 305,5, 306,0, 306,5, 307,0, 307,5, 308,0, 308,5, 309,0, 309,5, 310,0, 310,5, 311,0, 311,5, 312,0, 312,5, 313,0, 313,5, 314,0, 314,5, 315,0, 315,5, 316,0, 316,5, 317,0, 317,5, 318,0, 318,5, 319,0, 319,5, 320,0, 320,5, 321,0, 321,5, 322,0, 322,5, 323,0, 323,5, 324,0, 324,5, 325,0, 325,5, 326,0, 326,5, 327,0, 327,5, 328,0, 328,5, 329,0, 329,5, 330,0, 330,5, 331,0, 331,5, 332,0, 332,5, 333,0, 333,5, 334,0, 334,5, 335,0, 335,5, 336,0, 336,5, 337,0, 337,5, 338,0, 338,5, 339,0, 339,5, 340,0, 340,5, 341,0, 341,5, 342,0, 342,5, 343,0, 343,5, 344,0, 344,5, 345,0, 345,5, 346,0, 346,5, 347,0, 347,5, 348,0, 348,5, 349,0, 349,5, 350,0, 350,5, 351,0, 351,5, 352,0, 352,5, 353,0, 353,5, 354,0, 354,5, 355,0, 355,5, 356,0, 356,5, 357,0, 357,5, 358,0, 358,5, 359,0, 359,5, 360,0, 360,5, 361,0, 361,5, 362,0, 362,5, 363,0, 363,5, 364,0, 364,5, 365,0, 365,5, 366,0, 366,5, 367,0, 367,5, 368,0, 368,5, 369,0, 369,5, 370,0, 370,5, 371,0, 371,5, 372,0, 372,5, 373,0, 373,5, 374,0, 374,5, 375,0, 375,5, 376,0, 376,5, 377,0, 377,5, 378,0, 378,5, 379,0, 379,5, 380,0, 380,5, 381,0, 381,5, 382,0, 382,5, 383,0, 383,5, 384,0, 384,5, 385,0, 385,5, 386,0, 386,5, 387,0, 387,5, 388,0, 388,5, 389,0, 389,5, 390,0, 390,5, 391,0, 391,5, 392,0, 392,5, 393,0, 393,5, 394,0, 394,5, 395,0, 395,5, 396,0, 396,5, 397,0, 397,5, 398,0, 398,5, 399,0, 399,5, 400,0, 400,5, 401,0, 401,5, 402,0, 402,5, 403,0, 403,5, 404,0, 404,5, 405,0, 405,5, 406,0, 406,5, 407,0, 407,5, 408,0, 408,5, 409,0, 409,5, 410,0, 410,5, 411,0, 411,5, 412,0, 412,5, 413,0, 413,5, 414,0, 414,5, 415,0, 415,5, 416,0, 416,5, 417,0, 417,5, 418,0, 418,5, 419,0, 419,5, 420,0, 420,5, 421,0, 421,5, 422,0, 422,5, 423,0, 423,5, 424,0, 424,5, 425,0, 425,5, 426,0, 426,5, 427,0, 427,5, 428,0, 428,5, 429,0, 429,5, 430,0, 430,5, 431,0, 431,5, 432,0, 432,5, 433,0, 433,5, 434,0, 434,5, 435,0, 435,5, 436,0, 436,5, 437,0, 437,5, 438,0, 438,5, 439,0, 439,5, 440,0, 440,5, 441,0, 441,5, 442,0, 442,5, 443,0, 443,5, 444,0, 444,5, 445,0, 445,5, 446,0, 446,5, 447,0, 447,5, 448,0, 448,5, 449,0, 449,5, 450,0, 450,5, 451,0, 451,5, 452,0, 452,5, 453,0, 453,5, 454,0, 454,5, 455,0, 455,5, 456,0, 456,5, 457,0, 457,5, 458,0, 458,5, 459,0, 459,5, 460,0, 460,5, 461,0, 461,5, 462,0, 462,5, 463,0, 463,5, 464,0, 464,5, 465,0, 465,5, 466,0, 466,5, 467,0, 467,5, 468,0, 468,5, 469,0, 469,5, 470,0, 470,5, 471,0, 471,5, 472,0, 472,5, 473,0, 473,5, 474,0, 474,5, 475,0, 475,5, 476,0, 476,5, 477,0, 477,5, 478,0, 478,5, 479,0, 479,5, 480,0, 480,5, 481,0, 481,5, 482,0, 482,5, 483,0, 483,5, 484,0, 484,5, 485,0, 485,5, 486,0, 486,5, 487,0, 487,5, 488,0, 488,5, 489,0, 489,5, 490,0, 490,5, 491,0, 491,5, 492,0, 492,5, 493,0, 493,5, 494,0, 494,5, 495,0, 495,5, 496,0, 496,5, 497,0, 497,5, 498,0, 498,5, 499,0, 499,5, 500,0, 500,5, 501,0, 501,5, 502,0, 502,5, 503,0, 503,5, 504,0, 504,5, 505,0, 505,5, 506,0, 506,5, 507,0, 507,5, 508,0, 508,5, 509,0, 509,5, 510,0, 510,5, 511,0, 511,5, 512,0, 512,5, 513,0, 513,5, 514,0, 514,5, 515,0, 515,5, 516,0, 516,5, 517,0, 517,5, 518,0, 518,5, 519,0, 519,5, 520,0, 520,5, 521,0, 521,5, 522,0, 522,5, 523,0, 523,5, 524,0, 524,5, 525,0, 525,5, 526,0, 526,5, 527,0, 527,5, 528,0, 528,5, 529,0, 529,5, 530,0, 530,5, 531,0, 531,5, 532,0, 532,5, 533,0, 533,5, 534,0, 534,5, 535,0, 535,5, 536,0, 536,5, 537,0, 537,5, 538,0, 538,5, 539,0, 539,5, 540,0, 540,5, 541,0, 541,5, 542,0, 542,5, 543,0, 543,5, 544,0, 544,5, 545,0, 545,5, 546,0, 546,5, 547,0, 547,5, 548,0, 548,5, 549,0, 549,5, 550,0, 550,5, 551,0, 551,5, 552,0, 552,5, 553,0, 553,5, 554,0, 554,5, 555,0, 555,5, 556,0, 556,5, 557,0, 557,5, 558,0, 558,5, 559,0, 559,5, 560,0, 560,5, 561,0, 561,5, 562,0, 562,5, 563,0, 563,5, 564,0, 564,5, 565,0, 565,5, 566,0, 566,5, 567,0, 567,5, 568,0, 568,5, 569,0, 569,5, 570,0, 570,5, 571,0, 571,5, 572,0, 572,5, 573,0, 573,5, 574,0, 574,5, 575,0, 575,5, 576,0, 576,5, 577,0, 577,5, 578,0, 578,5, 579,0, 579,5, 580,0, 580,5, 581,0, 581,5, 582,0, 582,5, 583,0, 583,5, 584,0, 584,5, 585,0, 585,5, 586,0, 586,5, 587,0, 587,5, 588,0, 588,5, 589,0, 589,5, 590,0, 590,5, 591,0, 591,5, 592,0, 592,5, 593,0, 593,5, 594,0, 594,5, 595,0, 595,5, 596,0, 596,5, 597,0, 597,5, 598,0, 598,5, 599,0, 599,5, 600,0, 600,5, 601,0, 601,5, 602,0, 602,5, 603,0, 603,5, 604,0, 604,5, 605,0, 605,5, 606,0, 606,5, 607,0, 607,5, 608,0, 608,5, 609,0, 609,5, 610,0, 610,5, 611,0, 611,5, 612,0, 612,5, 613,0, 613,5, 614,0, 614,5, 615,0, 615,5, 616,0, 616,5, 617,0, 617,5, 618,0, 618,5, 619,0, 619,5, 620,0, 620,5, 621,0, 621,5, 622,0, 622,5, 623,0, 623,5, 624,0, 624,5, 625,0, 625,5, 626,0, 626,5, 627,0, 627,5, 628,0, 628,5, 629,0, 629,5, 630,0, 630,5, 631,0, 631,5, 632,0, 632,5, 633,0, 633,5, 634,0, 634,5, 635,0, 635,5, 636,0, 636,5, 637,0, 637,5, 638,0, 638,5, 639,0, 639,5, 640,0, 640,5, 641,0, 641,5, 642,0, 642,5, 643,0, 643,5, 644,0, 644,5, 645,0, 645,5, 646,0, 646,5, 647,0, 647,5, 648,0, 648,5, 649,0, 649,5, 650,0, 650,5, 651,0, 651,5, 652,0, 652,5, 653,0, 653,5, 654,0, 654,5, 655,0, 655,5, 656,0, 656,5, 657,0, 657,5, 658,0, 658,5, 659,0, 659,5, 660,0, 660,5, 661,0, 661,5, 662,0, 662,5, 663,0, 663,5, 664,0, 664,5, 665,0, 665,5, 666,0, 666,5, 667,0, 667,5, 668,0, 668,5, 669,0, 669,5, 670,0, 670,5, 671,0, 671,5, 672,0, 672,5, 673,0, 673,5, 674,0, 674,5, 675,0, 675,5, 676,0, 676,5, 677,0, 677,5, 678,0, 678,5, 679,0, 679,5, 680,0, 680,5, 681,0, 681,5, 682,0, 682,5, 683,0, 683,5, 684,0, 684,5, 685,0, 685,5, 686,0, 686,5, 687,0, 687,5, 688,0, 688,5, 689,0, 689,5, 690,0, 690,5, 691,0, 691,5, 692,0, 692,5, 693,0, 693,5, 694,0, 694,5, 695,0, 695,5, 696,0, 696,5, 697,0, 697,5, 698,0, 698,5, 699,0, 699,5, 700,0, 700,5, 701,0, 701,5, 702,0, 702,5, 703,0, 703,5, 704,0, 704,5, 705,0, 705,5, 706,0, 706,5, 707,0, 707,5, 708,0, 708,5, 709,0, 709,5, 710,0, 710,5, 711,0, 711,5, 712,0, 712,5, 713,0, 713,5, 714,0, 714,5, 715,0, 715,5, 716,0, 716,5, 717,0, 717,5, 718,0, 718,5, 719,0, 719,5, 720,0, 720,5, 721,0, 721,5, 722,0, 722,5, 723,0, 723,5, 724,0, 724,5, 725,0, 725,5, 726,0, 726,5, 727,0, 727,5, 728,0, 728,5, 729,0, 729,5, 730,0, 730,5, 731,0, 731,5, 732,0, 732,5, 733,0, 733,5, 734,0, 734,5, 735,0, 735,5, 736,0, 736,5, 737,0, 737,5, 738,0, 738,5, 739,0, 739,5, 740,0, 740,5, 741,0, 741,5, 742,0, 742,5, 743,0, 743,5, 744,0, 744,5, 745,0, 745,5, 746,0, 746,5, 747,0, 747,5, 748,0, 748,5, 749,0, 749,5, 750,0, 750,5, 751,0, 751,5, 752,0, 752,5, 753,0, 753,5, 754,0, 754,5, 755,0, 755,5, 756,0, 756,5, 757,0, 757,5, 758,0, 758,5, 759,0, 759,5, 760,0, 760,5, 761,0, 761,5, 762,0, 762,5, 763,0, 763,5, 764,0, 764,5, 765,0, 765,5, 766,0, 766,5, 767,0, 767,5, 768,0, 768,5, 769,0, 769,5, 770,0, 770,5, 771,0, 771,5, 772,0, 772,5, 773,0, 773,5, 774,0, 774,5, 775,0, 775,5, 776,0

LE MMP, UNE RÉVOLUTION OPÉRATIONNELLE, UN EXEMPLE À SUIVRE

Le programme Missile à Moyenne Portée (MMP) concentre tout ce qui fait la réussite d'un programme d'armement : capacités opérationnelles exceptionnelles grâce à des technologies innovantes, satisfaction pleine et entière des besoins militaires et souplesse d'emploi, excellente interaction entre les différentes parties prenantes, coûts maîtrisés, respect des délais ... et bien sûr maîtrise d'œuvre efficace ! Ne reste qu'à lui souhaiter un succès à l'exportation similaire à celui qu'ont connu ses prédécesseurs Milan, Hot et Eryx.



par **Jacques Doumic**,
ICA (e.r.)

■ **MBDA/Business Development international**

Après une première carrière de quinze ans au sein du ministère de la Défense (DGA et forces armées), Jacques Doumic a rejoint MBDA en 2009, où il est responsable au sein du Business Development du secteur Anti-Surface.



par **Vincent Guibout**

■ **MBDA/Directeur du Programme MMP**

Diplômé de l'Ecole Polytechnique et titulaire d'un PhD en mécanique spatiale aux États-Unis, Vincent Guibout a rejoint MBDA en 2004. Il y a été responsable d'un département franco-britannique au sein de la Direction des Systèmes Futurs, avant de prendre en 2010 la tête du programme MMP.

Depuis les années 1950, l'histoire des missiles français du combat terrestre a été marquée de nombreux succès, parmi lesquels la triade Milan, Hot et Eryx, Le Milan, d'une portée de 2000 m, a donné toute satisfaction pendant de nombreuses années, sur des caractéristiques simples : complète efficacité antichar et guidage en alignement, le tireur positionnant sa ligne de mire sur la cible jusqu'à l'impact. Cette solution technique bénéficiait d'un avantage économique : toute l'intelligence est placée dans le poste de tir, et la munition reste ainsi rustique, avec un prix modéré. Et puis le contexte opérationnel a évolué. Le MMP est né de ce constat et a bénéficié des dernières technologies, avec l'ambition de sauter d'un coup plusieurs générations.

En termes de portée, il fallait atteindre les 4 000 m. En termes de létalité, il fallait ouvrir vers des charges polyvalentes. Il fallait pouvoir

tirer en espace confiné. En termes de guidage, il fallait d'abord sortir de la contrainte « homme dans la boucle en permanence », et proposer un missile avec une capacité « tir et oublie », pour garantir au fantassin la possibilité de se dégager immédiatement après le tir. Le MMP est équipé d'un autoguidage bi-mode, visible et infrarouge, qui assure en toute circonstance des capacités d'accrochage inégalées, même en zone désertique où la cible et son environnement sont pratiquement à la même température. Mais il fallait aller au-delà du mode « tir et oublie », qui ne permet d'engager que les cibles que l'on voit. Il fallait permettre au fantassin d'engager des cibles masquées, que la cible ait été vue et se soit esquivée ou protégée derrière un obstacle, ou que sa position approximative ait été fournie par un tiers. Il fallait également pouvoir contrôler le missile jusqu'à son impact pour éviter tout risque de dommage collatéral. Pour répondre



Une cible générique



Une capacité de tir en espace confiné

à ce besoin, le MMP intègre une capacité de « retour image » : une fibre optique renvoie en temps réel vers le tireur les images vues par l'autodirecteur ; tout au long du vol, le tireur bénéficie ainsi d'une vue de la cible et de son environnement ; il peut changer de cible s'il découvre une cible de plus haute valeur (véhicule de commandement, par exemple) ; il peut préciser son point de frappe (fenêtre par laquelle entrer dans un bâtiment) ; il peut 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 oublie » et d'un mode de contrôle jusqu'à la destruction de la cible. La performance opérationnelle d'un missile avec « homme au-dessus de la boucle » repose sur les bons choix à faire en termes de courbure de la trajectoire, de vitesse du missile, de champ de l'autodirecteur et d'ergonomie du poste de tir. Dans ce domaine, la coopération avec la STAT s'est trouvée d'une valeur inestimable. Du point de vue plus technologique, l'équipe MMP s'est montrée remarquablement innovante. Des MEMS permettent d'améliorer les performances de la centrale inertielle. Un

calculateur unique permet de traiter les images et de faire tourner les autres algorithmes (guidage, etc.). Le capteur infrarouge est du type micro-bolomètre « non-refroidi » ; cela évite la présence d'un système cryogénique qu'il faut percuter plusieurs secondes avant le tir, et cela repousse jusqu'à la dernière limite les actions irréversibles de la séquence de tir. Pour les tirs à vue directe, le missile corrèle l'image que voit l'autodirecteur à celle que voit le poste de tir, dont la résolution est évidemment supérieure : ceci assure un accrochage parfait à portée maximale. Avec ceci, le programme a recouru massivement à la simulation : dès son origine, avec les battle lab qui ont permis de confirmer les besoins clefs ; au cours de son développement, avec la mobilisation des moyens de simulation numérique au cœur des développements MBDA ; et aujourd'hui avec un ensemble de démonstrateurs et de simulateurs qui permettent au combattant de se familiariser progressivement avec son système d'arme, d'acquiescer les gestes réflexes et de conserver des compétences opérationnelles au meilleur niveau pour un coût contrôlé. Le résultat est là : les capacités opérationnelles de l'infanterie vont se trouver démultipliées. Le missile aura été développé en un temps record, grâce à une démarche extrêmement

volontariste de MBDA et à un soutien très fort de la direction de programme DGA : la conception a commencé en 2010, les premiers essais de mise au point datent de 2011. Le contrat de développement a été notifié par la DGA fin 2013, voici moins de trois ans. Les essais de la chaîne létale ont été menés en 2013-2014. Les premiers tirs en vol ont eu lieu à l'été 2014, suivis d'un tir à 4 100 m de portée en février 2015 à DGA Techniques terrestres. La qualification du missile par la DGA est en cours et les premières livraisons de série des postes de tir, munitions et simulateurs d'entraînement auront lieu en 2017.

Les travaux d'intégration du MMP au Jaguar sont déjà lancés, et l'arme blindée disposera ainsi d'un véhicule de reconnaissance et de combat doté à la fois d'une capacité de tir direct contre les cibles légères ou moyennement durcies avec sa tourelle de 40 mm, et d'une capacité de destruction de cibles très dures (char, infrastructure...) à vue directe mais aussi au-delà de la vue directe.

Le MMP va maintenant commencer sa carrière à l'export, une carrière que l'on peut espérer aussi pleine de succès que celle des précédents missiles du combat terrestre développés par MBDA. Le MMP a permis de développer des technologies tout à fait innovantes tant dans le domaine de la chaîne de guidage que celui de la létalité. Celles-ci vont être réutilisées pour d'autres programmes du domaine de l'attaque de surface, que ce soit en national ou en coopération internationale, conduisant à la naissance d'une famille de produit autour du MMP : portée accrue, insertion dans un réseau, plateformes aériennes... Décidément, l'histoire est devant nous !

Le général Beaudouin, Directeur de la Section Technique de l'Armée de Terre (STAT), déclarait récemment devant la représentation nationale : « Le missile moyenne portée de MBDA ne sera mis en service qu'en 2018 mais nous le connaissons parfaitement parce que nous avons participé à la définition de ses interfaces homme-machine. Nous avons vraiment un partenariat – il faut bien l'entendre de cette façon – entre l'industriel retenu, la DGA et les armées » (Audition du 17 février 2016). C'est la plus belle récompense que puisse recevoir un industriel, pour une histoire déjà riche et qui ne fait que débiter. ☺

LE MORTIER DE CAMPAGNE

PERSPECTIVES D'UNE ARME DÉSORMAIS CENTENAIRE

C'est sur le front et dans la boue des tranchées qu'Edgar William Brandt esquisse, en 1915, les plans d'un obusier léger et mobile destiné à l'appui au contact de l'infanterie de ligne. Depuis lors, l'armée de Terre a toujours eu recours au mortier de campagne, une arme sans cesse renouvelée et promise à un nouvel avenir.

Le mortier Rayé/Tracté (RT)

Inventé en 1961 et mis au point par l'ingénieur Roger Crépin et son équipe, le mortier de 120 mm Rayé/Tracté Hotchkiss-Brandt est toujours unique dans son genre. Considéré par certains comme le meilleur mortier du monde, il est en service dans vingt-cinq pays, dont cinq nations de l'OTAN, et constitue l'échelon d'intervention d'urgence en appuis - feux par excellence. Éminemment projetable par diverses méthodes, il est particulièrement robuste et tire un panel de cinq types de munitions particulièrement efficaces. Doté d'un tube réputé inusable, le Mo 120 RT est aussi un lanceur parfait, et indémodable.



Mo 120RT en position - Canjuers, le lundi 14 mars 2016 - Crédit photo : Bernard AMRHEIN (TDA)



par **Bernard Amrhein,**
Général

■ **Conseiller opérationnel
TDA ARMEMENTS SAS**

Saint-Cyrien, le Général Bernard Amrhein est artilleur de montagne et officier breveté de la FührungsAkademie der Bundeswehr. Après une carrière essentiellement opérationnelle, il rejoint TDA Armements SAS en juin 2013 comme conseiller opérationnel et devient Conseiller communication, chargé de la politique sociétale de l'entreprise en janvier 2015.

Mieux vaut donc perfectionner la véritable arme de l'artilleur qu'est la munition. C'est pourquoi TDA a entrepris, sous l'égide de la DGA, de transformer les projectiles existants, de 81 comme de 120 mm, afin de les rendre insensibles, en particulier aux agressions et de les doter de fusées à double - sécurité. Il s'agit d'élever le niveau de sécurité des servants, tout en conservant des performances nominales. Ce chantier a aussi été mis à profit pour affiner le design des munitions de mortiers afin de réduire la portée minimale à 900 mètres, et d'augmenter la portée maximale à 8 600 mètres.

Enfin, dans le cadre de la lutte contre le gaspillage et afin de gagner du temps dans les phases de déconditionnement et de reconditionnement, TDA a complètement repensé l'emballage des munitions de mortiers. À très court terme, les caisses en bois seront remplacées par des conteneurs individuels en plastique rigide s'emboîtant les uns dans les autres et palettisés. Ainsi, là où il fallait près de quarante-cinq secondes pour accéder à une

munition prête au tir, il n'en faudra plus que trois, sans génération d'un quelconque déchet tandis que transports logistiques et manutention seront allégés.

Le mortier Rayé/Embarqué (RE)

Lancée en 1993, la version embarquée du Mo 120 RT est développée et mise au point par TDA, sur fonds propres. Il s'agit essentiellement d'adapter le tube rayé sur un affût capable d'encaisser le recul au moment du tir, d'utiliser toute la gamme des munitions pré-existantes, et d'intégrer ce nouveau système d'arme sur le véhicule blindé 6 x 6 ou 8 x 8 sélectionné par le client final. Aujourd'hui, cette arme équipe l'Arabie saoudite, l'Italie, la Malaisie et le Sultanat d'Oman. Au fil des ans, le concept s'affine et de nouvelles fonctionnalités permettent d'envisager un emploi tactique très dynamique.

Dès réception d'un ordre de tir via un système de gestion des feux performant, le véhicule ouvre les deux trappes de toit tout en rejoignant une position de tir de circonstance.



Mortier de 120 rayé (2R2M) à OMAN - Crédit photo : TDA ARMEMENTS SAS

Une fois à l'arrêt, la pièce rallie automatiquement les éléments de tir, l'artificier - chargeur dépose le premier projectile sur un berceau, qui le déplace vers l'avant du tube, où un dispositif de chargement agrippe le projectile pour l'introduire dans la bouche à feu. La pièce peut tirer jusqu'à dix coups en une minute, puis sort de batterie tout en ramenant la pièce en position de route et en refermant ses trappes.

Cela signifie que la pièce a quitté sa position avant même que le premier coup n'atteigne son objectif, ce qui rend techniquement impossible tout tir de contrebatterie. Pouvant effectuer des tirs d'efficacité d'emblée en section ou en solo, le Mo 120 RE offre une précision deux fois supérieure à celle du système de 120 mm rayé et la mobilité d'un véhicule blindé assurant la protection d'un équipage réduit à quatre membres. Capable d'emporter de quarante à quatre-vingt projectiles prêts au tir, il est donc particulièrement autonome et opérationnel pendant les phases de combat de haute intensité.

Vers le « tir au but »

Aujourd'hui, il reste nécessaire de tirer en salves ou en rafales pour encadrer l'objectif et garantir un effet militaire de destruction

ou de neutralisation par recoupement de plusieurs rayons de létalité d'une cinquantaine de mètres environ. Les combats modernes ayant de grandes chances de se dérouler dans des zones urbanisées, il devient nécessaire, voire indispensable, d'adopter une munition guidée de mortier (MGM) arrivant sur objectif avec une précision théorique inférieure au mètre et emportant une charge militaire optimisée pour ne produire que des effets collatéraux extrêmement réduits.

Les unités d'infanterie déployées en Afghanistan ont toutes été accrochées à l'abord d'un hameau ou d'un village, ce qui interdisait l'emploi des projectiles de mortier ou d'artillerie à trajectoire balistique à forte dispersion et aux effets particulièrement létaux. Avec la MGM, il deviendra possible de détruire une cible à haute valeur ajoutée (High Value Target [HWT]) retranchée dans une maison, de traiter un élément embusqué juste avant un assaut par les troupes amies chargées de le réduire, voire de suivre la progression d'un élément (ou d'un véhicule) se déplaçant à très faible allure.

Pour l'heure, l'artillerie effective du tir sur pôle(s), un pôle correspondant à une section d'infanterie ou de trois véhicules disséminés sur le terrain. Le traitement d'un pôle nécessite le tir de six à huit projectiles selon que la section d'artillerie dispose de trois ou de quatre mortiers. De nombreux objectif pouvant être traités, à l'avenir, par une MGM, le poids logistique des unités d'appuis - feux pourra être réduit de manière drastique.

Héritière de l'esprit d'innovation d'Edgar Brandt, TDA Armements continue d'améliorer la sécurité et la précision de ses systèmes d'armes. Implantée à la Ferté-Saint-Aubin (Loiret), elle est dirigée par l'ICA Pierre Bernard, qui anime également la *Business Line* Armements et Véhicules Protégés du groupe Thales. ☒



Munition guidée de mortier (MGM) - Crédit photo : TDA ARMEMENTS SAS

LA TRANSITION VERS L'INFOVALORISATION UN ENJEU MAJEUR DE LA PROCHAINE DÉCENNIE

L'arrivée dans les prochaines années de Scorpion et d'une nouvelle génération de systèmes d'information et de communication marquera, pour l'armée de Terre, l'entrée dans l'ère de « l'infovalorisation », du partage de l'information entre l'ensemble des combattants. Quels sont les enjeux de ce défi majeur et comment se prépare-t-il ?

De nouveaux systèmes porteurs de profonds changements arriveront dans l'armée de Terre dans les prochaines années : à partir de 2019, le programme SCORPION permettra le renouvellement des équipements majeurs du groupe tactique interarmes (GTIA). L'engin blindé de reconnaissance et de combat Jaguar et le véhicule blindé multi-rôle Griffon remplaceront les AMX10RC et une partie des véhicules de l'avant blindés (VAB) ; le char Leclerc sera ré-

nové. En même temps, le déploiement du système d'information du combat Scorpion (SICS) et des radios Contact permettra de renouveler les principaux systèmes d'information et de communication (SIC) du niveau tactique. L'objectif est d'être en mesure de déployer en opérations un GTIA SCORPION dès 2021 et la première brigade interarmes Scorpion dès 2023. Avec ces nouveaux systèmes, la numérisation des forces terrestres franchira une nouvelle étape. Le déploiement du SICS à tous les niveaux tactiques permettra une meilleure circulation des informations tactiques. Il apportera surtout de nouvelles capacités opérationnelles, au fur et à mesure de ses versions et du déploiement des radios Contact : « *blue force tracking* », combat collaboratif, réalité augmentée. Cette entrée dans l'ère de « l'infovalorisation », c'est-à-dire des nouvelles capaci-

tés apportées par le partage de l'information, du poste de commandement du GTIA jusqu'au combattant débarqué, induit une nouvelle façon d'envisager le combat interarmes et une évolution majeure de la préparation opérationnelle.

Ce changement profond a été initié, dès les années 2000, par de nombreuses études, notamment sur le concept de la Bulle Opérationnelle Aéroterrestre (BOA) qui visait à étudier le système de combat de contact futur de l'armée de Terre. Le programme d'études amont « Démonstrateur de la BOA » a permis à partir de 2005 de préparer le programme Scorpion en évaluant des concepts et technologies liées à l'infovalorisation.

Ce changement se prépare au plan technique, dans le cadre de la réalisation des opérations d'armement concernées. Les essais de qualifi-

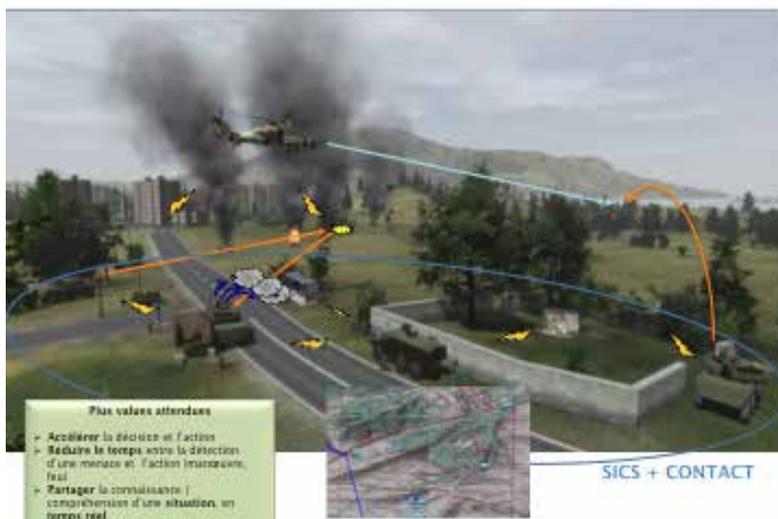


par **François-Olivier Dal**,
IGA

■ Adjoint au sous-chef plans programmes de l'Etat-major de l'armée de Terre

François-Olivier Dal (X86 – ENSAE) a commencé sa carrière dans les missiles tactiques, puis le renseignement d'origine électromagnétique et les systèmes d'information. En 2006 il est nommé directeur de programme FREMM. En 2010, il rejoint le SSF Toulon comme directeur adjoint. En 2013, il est nommé sous-directeur des méthodes et du management des projets à la DGA/DP. Il a rejoint l'EMAT en mars 2015.

LE COMBAT COLLABORATIF INFOVALORISÉ



Dans le cadre de SCORPION, la modernisation des systèmes d'armes et de commandement du GTIA générera des gains opérationnels majeurs et de nouveaux procédés de combat comme le combat collaboratif infovalorisé. Le partage et le traitement pertinent de l'information représentent donc un enjeu fondamental pour le GTIA Scorpion.

La force interarmes SCORPION dans le nouveau modèle de l'armée de Terre



Le combat collaboratif SCORPION revêt plusieurs aspects.

cation puis les évaluations et expérimentations technico-opérationnelles auront pour enjeu majeur de vérifier les performances et les apports au plan tactique du système de systèmes constitué par les plates-formes Scorpion, SICS et les moyens radios. Il faudra en particulier valider les performances opérationnelles à l'échelle du GTIA. En parallèle de la préparation des essais de qualification par la DGA, l'armée de Terre met en place une organisation spécifique, la force d'expertise du combat Scorpion, pour appuyer cette transformation. Cette structure, qui sera pleinement opérationnelle dès 2019, conduira les évaluations technico-opérationnelles et les expérimentations tactiques des constituants puis du système de systèmes SCORPION, dès leur qualification, aux différents niveaux d'intégration : systèmes unitaires (véhicule, SICS), section, sous-GTIA puis GTIA Scorpion.

Ce changement se prépare également au plan organisationnel. L'armée de Terre fait de la force interarmes Scorpion un des piliers de sa nouvelle organisation « Au contact ». Structuré autour de deux divisions, créées à l'été 2016, qui couvrent le spectre « blindé lourd – médian – léger », ce corps de bataille interarmes représente la majeure partie de la force opérationnelle terrestre (FOT).

Les travaux d'élaboration de la doctrine d'emploi Scorpion ont commencé, notamment en simulation, avec un premier objectif de disposer d'une doctrine provisoire pour les expérimentations par la force d'expertise du combat Scorpion. L'impact de l'infovalorisation sur le combat interarmes concerne les modes d'action, l'organisation et le fonctionnement du GTIA, ainsi que la structure des postes de commandement. La préparation opérationnelle devra également évoluer ; elle bénéficiera pour cela de nouvelles capacités d'entraînement en simulation, avec le système de préparation opérationnelle Scorpion (qui inclura de la simulation embarquée dans les véhicules), et la modernisation des moyens des centres d'entraînement de Sissonne et Mailly.

La transition vers l'infovalorisation s'étalera sur de nombreuses années, au rythme de la livraison des nouveaux systèmes. Les parcs anciens coexisteront de façon durable au sein des unités avec les nouveaux systèmes. Par exemple, les véhicules Scorpion cohabiteront au-delà de 2025 avec les VAB et AMX10RCR dont les premiers exemplaires furent livrés vers 1980. Il faudra assurer le tuilage entre les matériels actuels et leurs remplaçants, en assurant le maintien en condition opérationnelle et la régénération des parcs en service.

Il faudra surtout, pour généraliser au sein de la force opérationnelle terrestre le déploiement de SICS et de Contact, en équiper les parcs existants et destinés à durer. C'est-à-dire mettre à hauteur les moyens radios et informatiques de milliers d'engins.

L'enjeu principal sera de maintenir, sur la durée de ce déploiement progressif, l'interopérabilité entre les unités équipées des nouveaux systèmes et celles qui ne le seront pas encore, afin de préserver la capacité à constituer et déployer des forces interarmes.

Les interfaces entre les systèmes d'information et de communication, nouveaux et anciens, équipant la FOT devront pour cela être maîtrisées. L'expérimentation technico-opérationnelle des SIC constituant le cœur de la fédération Terre, prévue en 2019, constitue un premier jalon majeur vers l'atteinte de cet objectif.

Il faut également définir la stratégie de migration vers l'architecture SIC du GTIA et de la brigade interarmes Scorpion à terminaison. Organiser le remplacement progressif des radios tactiques actuelles par Contact, en conservant le bon fonctionnement des chaînes de commandement et de coordination au sein de la force interarmes, y compris avec les appuis (artillerie, hélicoptères...), est au cœur de cette problématique. Cette stratégie de migration prendra en compte les contraintes d'interopérabilité, le rythme d'évolution technique des systèmes et de livraison des nouveaux équipements, mais aussi les contraintes organisationnelles : la gestion des parcs et de leur mise à hauteur, la structure et l'équipement des unités, ainsi que le cycle de formation et d'entraînement à l'utilisation des nouveaux systèmes en préalable à toute projection opérationnelle.

En synthèse, la transition vers l'infovalorisation est un défi majeur de la prochaine décennie pour l'armée de Terre et la DGA. La réussir nécessite d'en coordonner tous les aspects : ceux relatifs aux programmes (aspects techniques, calendaires et financiers, interfaces) et ceux du domaine organisationnel (gestion des équipements, doctrine, formation, entraînement...). Pour relever ce défi, une coordination de l'ensemble des parties prenantes - organismes de l'armée de Terre, unités de management concernées de la DGA, état-major des armées - a été mise en place. ■

LES MISSIONS DE DGA TECHNIQUES TERRESTRES

DANS LE CONTEXTE DE L'ÉVOLUTION DU COMBAT TERRESTRE ET DES PROGRAMMES D'ARMEMENT ASSOCIÉS

Si les missions fondamentales de DGA Techniques terrestres (DGA TT) restent inchangées, l'évolution du combat terrestre nous incite à ne pas rester immobiles pour nous adapter au contexte et aux contraintes, dans un environnement aujourd'hui non stabilisé. Nous devons donc faire évoluer notre organisation et nos méthodes tout en renforçant le dialogue avec nos clients pour adapter la charge à notre capacité de production. Pour cette ambitieuse transformation qui est en marche, tout est une question d'état d'esprit et de valeurs partagées : travail en équipe, innovation et solidarité sont les principes qui gouvernent notre réflexion et notre action.

Les missions de DGA TT ...

DGA Techniques terrestres, avec ses 2 sites de Bourges et d'Angers, c'est une belle histoire qui a commencé en 1872 à Bourges dans le domaine des armes et des munitions et en 1950 à Angers dans le domaine du génie puis, plus globalement, de la mobilité des véhicules et de la sécurité de leur comportement. C'est aujourd'hui un centre reconnu et cohérent qui a su relever les nombreux défis liés au regroupement



SISPEO salle de supervision



par **Stéphane Pichon**, IGA

■ **Directeur de DGA Techniques terrestres**

Stéphane Pichon (Ecole Nationale Supérieure des télécommunications de Paris) ingénieur de l'armement depuis 1993 a réalisé son parcours professionnel au sein de la DGA, avant de devenir directeur de DGA Techniques terrestres en septembre 2013.

de l'expertise technique du secteur terrestre de la DGA.

Je résumerai les missions de DGA Techniques terrestres à son rôle fondamental de garant de la crédibilité technique, dans son domaine de compétence, d'une DGA maître d'ouvrage des opérations d'armement et maître d'œuvre du système de défense. DGA TT contribue ainsi pleinement aux missions de la DGA au travers de ses activités techniques d'architecture et ingénierie, d'expertise, de simulation et d'essais dans le domaine des systèmes terrestres de Défense (incluant les missiles terrestres, la robotique et les mini et micro-drones, et les armes et munitions de toutes les armées).

L'histoire de la DGA, nous la poursuivons en relevant les défis que notre environnement en constante évolution nous impose pour maintenir

le niveau d'excellence de nos activités et pour adapter et développer notre socle de compétences techniques et nos moyens. L'enjeu principal réside dans notre capacité à maintenir nos compétences « historiques » qui demeurent indispensables à la conduite de nos missions tout en investissant dans l'avenir pour qu'*in fine* les armées disposent des équipements leur permettant de faire face dans la durée à l'ensemble de leurs engagements opérationnels sur les théâtres d'opérations extérieures comme sur le territoire national.

Ces missions s'inscrivent par ailleurs dans un contexte plus global d'enjeux liés aux exportations, à la nécessaire optimisation de l'outil de défense, à l'innovation technologique, et à la maîtrise de l'environnement numérique dans lequel nous devons nous inscrire résolument.

Quelques grandes caractéristiques du secteur terrestre aujourd'hui ...

Pour bien comprendre les enjeux, il me paraît important de rappeler que le secteur terrestre est caractérisé par une très grande diversité de systèmes et d'opérations, nécessitant de maintenir un très large éventail de compétences techniques. Les matériels en service et utilisés intensivement en opération génèrent une activité importante de maîtrise technique, voire d'adaptation - évolution (gestion des obsolescences, ...). Des programmes d'armement structurants ont été lancés au titre de la LPM (Scorpion, AIF, missile MMP, Véhicules des Forces Spéciales, ...) et seront complétés par d'autres programmes et opérations au titre de la future LPM.

Du fait notamment du renouvellement d'une grande partie des matériels de l'armée de terre, DGA TT doit ainsi faire face à une augmentation des demandes de prestations techniques dans un contexte de ressources budgétaires et humaines fortement contraint. La tenue des jalons calendaires sur les opérations d'armement tout en maintenant la qualité et la sécurité devient donc un véritable enjeu en évitant en particulier la saturation de nos moyens d'essais exceptionnels. DGA TT doit en outre maintenir une capacité de réponse aux demandes de prestations des industriels, elles aussi en augmentation du fait notamment des enjeux d'exportation.

Au-delà de ces éléments que je qualifierai de quantitatifs et contextuels, celui qui me paraît le plus dimensionnant est l'évolution du combat terrestre qui repose sur plusieurs facteurs économiques, technologiques, et stratégiques.

Le programme Scorpion marque à ce titre un véritable virage pour les Forces mais aussi bien évidemment pour DGA TT. Il s'agit en effet de construire le champ de bataille « 2.0 » : nouveaux

équipements, nouvelle façon de travailler, nouvelle doctrine. Pour l'armée de Terre, la DGA et les industriels concernés, Scorpion n'est pas un grand programme d'armement de plus. Il s'agit en effet de bâtir un « système de systèmes », autrement dit, de relier tous les équipements des GTIA - blindés, artillerie, radio des fantassins - au travers d'un réseau de communication unique.

Pour DGA TT, il ne s'agit plus seulement de qualifier des équipements individuels mais de qualifier également les chaînes fonctionnelles qui sont mises en œuvre par le GTIA et les effets recherchés. Il s'agit donc de travailler différemment en partenariat avec la STAT, les Forces et les industriels et bien sûr les autres centres de la DGA : vaste projet, extrêmement motivant pour les équipes et attentes fortes de nos clients et partenaires à la hauteur des enjeux que ce programme représente.

Les défis ...

Dans ce contexte, DGA TT doit relever les défis techniques émanant de la complexité croissante des systèmes d'armes et de leur interfonctionnement de plus en plus généralisé. L'adaptation à ces défis doit nous permettre de détenir des compétences au meilleur niveau pour conduire nos activités avec de hauts standards techniques et en disposant de moyens de nouvelle génération. Il s'agit de « transformer » le centre pour conserver la maîtrise de toutes nos activités d'architecture, d'ingénierie, d'expertise, de simulation et de production d'essais sur tout le périmètre indispensable à notre mission, et poursuivre une démarche d'amélioration continue en simplifiant notre processus de production, en travaillant différemment, pour répondre au juste besoin de nos clients.

Ainsi, DGA TT rationalise et modernise ses moyens, développe des compétences d'inté-

gration et de maîtrise des interfaces, assure la montée en puissance des activités robotique et mini-drones et développe ses capacités d'évaluations « systèmes de systèmes » pour être au rendez-vous du programme Scorpion. DGA TT met en œuvre les outils d'ingénierie système et accentue le développement de l'ingénierie d'essais. Les capacités de simulation sont renforcées, tant au niveau métier qu'au niveau système et DGA TT développe un laboratoire du combat collaboratif terrestre pour évaluer les fonctions collaboratives du programme Scorpion.

Les prestations techniques du centre s'appuient sur une optimisation au juste besoin des programmes de qualification (selon des critères de maîtrise des risques techniques et de la sécurité des opérations d'armement et de plus-value « étatique »), une organisation efficace de la planification et de l'ordonnancement des essais, et un schéma directeur des investissements techniques cohérent, permettant de travailler avec un « outil » moderne, efficace et pertinent.

Les méthodes de travail évoluent avec une meilleure anticipation et organisation des activités de production. Les ressources humaines et les compétences sont mises en adéquation avec les enjeux du centre en termes de préparation de l'avenir, de développement de l'outil de production, et d'implication sur les grands programmes de la LPM. Le travail en équipe intégrée avec nos partenaires étatiques et industriels est systématisé et les synergies avec la STAT développées. Renforcement des méthodes et ingénierie, gestion dynamique des compétences, souci permanent d'efficacité et de simplification représentent les lignes de force de l'action engagée pour faire face aux enjeux. Cela nécessite de maintenir une implication et une mobilisation de tous les personnels. 🚀



PLOG protégé



Poste de pilotage simulé du moyen d'essais SISPEO

LES INDUSTRIELS DU GICAT « AU CONTACT » DES FORCES TERRESTRES AVEC SCORPION

Intégrant les contraintes économiques et les enseignements des opérations en cours, les industries du secteur terrestre se sont mises en ordre de bataille pour répondre aux challenges du programme SCORPION, futur programme structurant des forces terrestres. La cohérence capacitaire apportée par ce programme pendant les 20 prochaines années dépend en effet en grande partie de la qualité des réponses techniques et industrielles dans un contexte budgétaire maîtrisé.



Griffon © Nexter/Renault Truck Defense Thales



Jaguar © Nexter/Renault Truck Defense Thales



par **Stefano Chmielewski**

■ **PRÉSIDENT DU GICAT**

Ingénieur diplômé de l'Ecole Polytechnique de Turin, Stefano Chmielewski a été directeur commercial du groupe Iveco, puis directeur Export et des Ventes chez Volkswagen, Président Directeur Général de Renault-Trucks (2003 à 2012), et Président Directeur Général de Renault Trucks Defense jusqu'en 2015. Il est Président du GICAT depuis 2014.

La Force Scorpion, pilier central du modèle « Armée de terre au contact »

Le programme Scorpion a pour objectifs d'une part de renouveler progressivement les moyens des « Groupement Tactique Interarmes (GTIA) » de façon cohérente et optimisée et d'y intégrer d'emblée les capacités d'infovalorisation d'autre part. A cet effet, il suit une démarche capacitaire globale, cadencée en deux étapes. L'étape 1 permet de financer 55 % des commandes - livraisons des différents blindés¹ et le système d'information et de combat commun à toutes les plates-formes, le SIC-S. A son terme (2027), s'imposera la rénovation des équipements du contact qui arriveront à mi-vie. L'étape 2, actuellement en préparation, a été initiée selon la même logique de programme d'ensemble, et devrait trouver son financement à partir de 2020. Elle sera articulée autour de la poursuite des opérations au cœur du contact, de l'élargissement du spectre des capacités du GTIA (apport des nouvelles technologies de robotique terrestre et aérienne notamment) et de l'amélioration de

l'aptitude au combat collaboratif en y intégrant les capacités d'appui et de soutien.

La cohérence globale du système Scorpion repose donc sur trois piliers à la fois capacitaires et industriels : le développement quasi simultané de deux familles de blindés polyvalents dotés de fortes communalités d'équipements, une numérisation temps réel adaptée aux exigences du combat terrestre et l'intégration progressive des nouvelles technologies. Le système Scorpion trouvera sa pleine plus-value opérationnelle au sein d'une force terrestre cohérente qui, dans toutes ses composantes, appuis (renseignement, commandement, feux, génie) et soutien (logistique, maintenance), aura infovalorisé ses capacités.

Innovation et Expérimentation pour la BOA² : un exemple de maturation d'un futur programme

Le positionnement des industriels du secteur terrestre participant à l'étape 1 est, à quelques

variantes près, une suite logique des contributions aux travaux qui ont précédé le programme Scorpion dans la phase des études de faisabilité du PEA BOA³. Jusqu'en 2012, la société Mars, associant Thales, Nexter et Sagem a assuré l'essentiel des études d'architecture, des développements exploratoires, et des expérimentations technico-opérationnelles jusqu'à la démonstration de combat collaboratif au CENZUB⁴. En parallèle, des industriels présélectionnés ont répondu aux études ciblées de levée de risques comme les démonstrateurs de technologie sur la mobilité ou sur la simulation embarquée.

La mise en ordre de bataille des industriels du secteur terrestre

À l'issue de ces expérimentations, la réponse industrielle s'est donc logiquement articulée autour des deux grandes familles d'opérations constitutives de l'étape 1, que sont les plates-formes blindées et les réseaux d'interconnexion des acteurs du combat de contact.

Concernant les plates-formes, la maîtrise d'œuvre des successeurs des blindés médians est assurée par le Groupement Momentané d'Entreprises (GME) Nexter, RTD et Thales. La rénovation du char Leclerc reste quant à elle sous la responsabilité du maître d'œuvre Nexter Systems.

Concernant la mise en réseau des acteurs du combat de contact, la maîtrise de l'information est assurée par Bull/Atos pour le système d'information et de commandement Scorpion « SICS » dans sa configuration initiale, la transmission sécurisée des données en temps quasi-réel reposant quant à elle sur les performances attendues de la radio logicielle tactique « Contact », fournie par Thales.

Pour les opérations complémentaires de l'étape 1, les maîtres d'œuvre des futures plates-formes devront détenir des compétences d'intégrateur système pour :

- le développement du VBMR léger, complément capacitaire du Griffon pour certaines composantes spécifiques (commandement renseignement par exemple, ou très contraignantes en matière d'aérotransport) ;

- les véhicules Légers Tactiques Polyvalents protégés ou non, sur la base de plates-formes existantes dans les gammes civiles existantes, le retour des menaces sur le théâtre national rendant cruciale cette étape.

L'enjeu principal de Scorpion reste la cohérence d'ensemble du système dans la durée. Au plan industriel, ce sera le principal défi de l'industriel chargé de l'architecture d'ensemble, en appui de la DGA, maître d'ouvrage de Scorpion.

La préparation de l'avenir : des opportunités technologiques pour l'étape 2 après 2025

Dans l'étape 2 de Scorpion, le positionnement des industriels pourrait être assez stable, avec quelques grandes évolutions selon les nouveaux métiers et les technologies matures à l'horizon 2025.

Pour la fin de livraison des véhicules blindés (Griffon, Jaguar, XL rénovés, VBMR Léger), les montages industriels devraient rester dans la continuité de l'étape 1. Les compétences des systémiers intégrateurs devraient également être exploitées pour les véhicules blindés d'aide à l'engagement (VBAE) devant équiper certaines unités de renseignement ou pour les nouveaux véhicules polyvalents du Génie.

Le domaine des systèmes d'information et de communication sera fortement intégré aux plates-formes de combat grâce à la vétéronique et connectés aux systèmes de simulation embarquée pour renforcer les capacités de combat collaboratif. Dans ce domaine à forte évolutivité, des nouveaux acteurs capables d'intégrer de façon cohérente des solutions numériques dans des systèmes complexes peuvent émerger à partir de leurs compétences dans le monde civil. La maîtrise du domaine cyberdéfense sera dimensionnante pour garantir la sécurité et continuité de service.

Pour les technologies non encore matures actuellement (amélioration du combat collaboratif, certaines capacités tout temps, robotique, combattant augmenté, nouvelles capacités d'agression dont le tir au-delà des vues directes, survivabilité, énergie, ...), les capacités d'innovation des industriels garantissant l'autonomie de décision, la sécurité d'approvisionnement et la capacité d'adaptation seront déterminantes pour intégrer les plus-values opérationnelles dans les systèmes en service ou en cours de livraison.

Les enjeux transverses de la maintenance

En cohérence avec le soutien de Scorpion, les industriels du secteur terrestre se sont mobilisés pour accompagner les réflexions étatiques de la réorganisation du pilier maintenance du projet « Au Contact ». Les recommandations du Gicat traitent des partenariats renforcés entre les industriels et la composante maintenance industrielle étatique avec des contrats hybrides Etat - industrie, du pilotage centralisé de la logistique de la maintenance et de la formation partagée avec les Ecoles de la Maintenance de Bourges.

Le challenge « export »

Parmi les armées les plus matures au plan technologique et les plus sollicitées au plan opérationnel, l'armée de Terre française est une des seules à avoir conduit jusqu'au bout un processus de modernisation innovant, cohérent et global. La numérisation tactique devient grâce à Scorpion une réalité qui devrait conférer aux forces terrestres une forte supériorité opérationnelle. C'est à ce titre que le programme Scorpion est très observé par les Alliés de la France et que les industriels français pourraient en faire, avec l'aide active de la DGA un vecteur efficace de développement. 



Groupement professionnel chargé de promouvoir et défendre les intérêts des industriels français du secteur défense et sécurité terrestres et aéroterrestres.

- 1/ Organiser le dialogue entre institutionnels et industriels du secteur
- 2/ Offrir des services à ses adhérents pour favoriser leur développement
- 3/ Créer un environnement favorable aux échanges entre industriels 200 adhérents dont 70% de PME, 10% de grands groupes et 20% d'ETI.

Il anime des espaces de réflexion et d'échange, édite des brochures capacitaires et organise des salons, dont EUROSATORY tous les deux ans mais aussi dans d'autres parties du monde.
Directeur Général Délégué :
Général(2S) Jean-Marc Duquesne

LA LUTTE CONTRE LES ENGIN EXPLOSIFS IMPROVISÉS

DES AXES MULTIPLES POUR UN DÉFI SANS CESSE RENOUVELÉ

L'engin explosif improvisé est une menace ancienne pour nos forces armées qui a resurgi depuis le début des années 2000 et qui, malgré son caractère souvent rudimentaire, nécessite le développement de capacités multiples et complémentaires pour s'en prémunir.

Une menace majeure

L'engin explosif improvisé, ou IED pour Improved Explosive Device, est un dispositif comprenant une charge d'explosif et un système de déclenchement, de caractère au moins partiellement artisanal. Bidon rempli d'explosif artisanal ou obus détourné de son usage, déclenchement par radiocommande de type alarme de voiture ou système à pression de fortune constitué d'une bouteille en plastique et de tiges de carbone : les IED sont multi-formes et peuvent être adaptés à chaque situation. Ce type de menace est bien connu dans le cadre des attaques terroristes, mais c'est aussi une menace majeure et persistante pour les forces armées. C'est d'abord en Irak



VAB ULTIMA de RTD, au niveau de protection élevé contre les IED, équipé d'un brouilleur (portique avec les 5 antennes)



par **David Foricher, ICA**

Après avoir exercé des fonctions d'expert en protection, de responsable d'étude sur les aides à la décision, d'architecte capacitaire et de responsable du RETEX et des urgences opérationnelles, David Foricher (X96, ENSTA) est depuis 2013 directeur de l'opération d'ensemble CARAPE et depuis 2014 directeur du segment de management Génie et Protection.

que cette menace émerge. Elle devient prégnante lors de l'intervention en Afghanistan où les IED ont provoqué de l'ordre de 30% des pertes françaises et 50% de celles de la coalition (Nota : se référer au site icasualties.org pour se faire une idée plus précise) : au pic de la menace entre 2009 et 2011, le nombre d'incidents s'élève au-dessus de 10000 par an. Pour l'armée américaine, on évalue les pertes à plus de 3000 morts et 30000 blessés depuis le début des années 2000. Cette situation n'a pas évolué avec les conflits actuels, fortement asymétriques : sur le théâtre syrien notamment, ou dans la bande sahélo-saharienne, comme l'a souligné le dramatique incident du 12 avril dernier. L'IED est encore présent car c'est un moyen d'action abordable et efficace pour des forces non conventionnelles. Pour nos forces, elle est vue essentiel-

lement comme une contrainte à leur mobilité, un moyen de harcèlement destiné à provoquer leur repli et à rendre impossible la réalisation de leurs missions.

Dès 2005, les premières acquisitions en urgence opérationnelle sont lancées pour adapter les moyens des forces françaises à cette menace. En 2007, l'EMA et la DGA décident de créer une structure, l'opération d'ensemble CARAPE, destinée à coordonner les efforts en matière d'équipement dans la lutte contre les IED. Trois axes sont alors définis : détecter et neutraliser la menace, la rendre inopérante, limiter les dommages causés.

Limitier les conséquences de l'explosion

Limitier les dommages, c'est avant tout améliorer la protection des véhicules contre les



Le véhicule de détection multifonctions de MBDA, avec ses moyens de leurrage, de détection, de brouillage et de protection

principaux types de charges explosives : ces charges sont le plus souvent des charges enterrées sous la chaussée ou bien camouflées au bord des routes. Il faut des véhicules avec une protection latérale et ventrale suffisante : l'armée française va faire le choix d'adapter la protection des véhicules existants plutôt que d'en acquérir de nouveaux. L'analyse des incidents sur le terrain s'avère une source d'informations précieuse pour identifier les points faibles des véhicules et orienter le choix des surprotections à mettre en place : c'est notamment ainsi que sont définies les surprotections pour les VAB (Véhicule de l'Avant Blindé), dont 290 exemplaires seront acquis dans le cadre de la transformation plus globale en VAB, dit « ULTIMA ». Empêcher le souffle de pénétrer dans l'habitacle ne garantit pas l'intégrité de l'équipage : dans le cas d'une charge ventrale, le véhicule va être violemment projeté en l'air avant de venir s'immobiliser au bord de la route. Cela implique des sièges spécifiques et

des repose-pieds limitant la transmission des chocs, et des ceintures évitant la projection dans l'habitacle. Ce qui est vrai pour l'équipage l'est aussi pour le matériel transporté qui doit également être solidement arrimé au risque de se transformer en projectile. De nombreux véhicules vont bénéficier de telles améliorations : les VAB, les VBL, les PVP ou encore les AMX10RC. En complément, deux parcs réduits de véhicules spécifiques sont acquis : les ARAVIS de Nexter et les Buffalo. Cependant, si la protection des véhicules représente une garantie ultime au cas où la menace ne pourrait être traitée en amont, elle s'avère coûteuse et n'empêche pas l'incident d'avoir lieu et son impact sur la mission.

Rendre inopérant

Le second axe d'effort est d'empêcher le bon fonctionnement d'un IED : il s'agit de l'empêcher de se déclencher au bon moment, soit en neutralisant le système de déclenchement, soit

en le leurrant. Dès 2005, la DGA acquiert des systèmes de brouillage destinés à empêcher le déclenchement des IED radiocommandés. Ce mode de déclenchement est largement répandu du fait de sa commodité d'emploi : mise en place rapide et capacité à choisir précisément la cible à distance. Des brouilleurs sont donc acquis pour assurer l'autoprotection des véhicules en empêchant le déclenchement d'un IED à leur proximité. Assurer une protection efficace ne se limite pas seulement à intégrer le brouilleur et ses antennes sur le véhicule, il faut que le brouillage soit efficace contre les radiocommandes utilisées. Il se trouve qu'une multitude de dispositifs sont utilisables entre 20 Mhz et 6 GHz pour en faire des radiocommandes d'IED, avec des logiques de fonctionnement tout aussi variées. La puissance d'un brouilleur est limitée et doit donc être dédiée aux menaces les plus probables : c'est un travail délicat associant le renseignement militaire et les experts de la DGA et de la STAT qui permet d'adapter en permanence les programmations des brouilleurs au spectre de menace sur chaque théâtre. Chaque année de nouveaux dispositifs sont identifiés, analysés et entraînent la production de nouvelles programmations. L'autre défi est de gérer l'intégration des brouilleurs sur tous les véhicules de l'armée de terre, notamment la compatibilité avec les moyens de communication : la problématique est bien d'interdire à l'adversaire l'utilisation du champ électromagnétique tout en en conservant l'usage.

L'autre moyen de rendre inopérante la menace est de la leurrer : c'est le moyen privilégié pour contrer les IED déclenchés par la victime, de type plateau à pression par exemple. Techniquement la solution la plus commune est une

Lutte contre les IED : une combinaison de moyens

Détection préventive	Neutralisation préventive	Protection : réduire les effets	Détection / Destruction : traiter
Temps long	Tempo opérationnel : faire passer un convoi		
Renseignement Ateliers et réseaux Anomalies des routes Prélèvement/analyse	Mécanique Ratissage Magnétique Brouillage de la cde Brouillage/mise à feu	Véhicules adaptés : Aravis, Ultima Véhicule sacrificiel Sièges / Ceintures	Optique + IR, UV Magnétique + EM Chimique Physique (contact) Nucléaire
Spécificités / Défis			
Dépollution : objectif 100%	Contre mesures possibles	Efficacité limitée	Combinaison de moyens

En gras, évoqués dans les articles de ce magazine

sorte de chariot poussé par le véhicule de tête d'un convoi. Ce chariot va reproduire les différents types de signature d'un véhicule : pression au sol, chaleur, ou encore signature magnétique. Le chariot provoquera alors le fonctionnement de l'IED au niveau du chariot plutôt que sur le véhicule : cela n'assurera pas forcément l'intégrité du véhicule mais réduira considérablement les effets. Ce type de matériel est acquis en 2009 pour équiper le contingent français en Afghanistan. Réduisant la mobilité, visible et donc contournable, cette solution n'est pas optimale d'autant qu'elle implique le déclenchement de l'IED.

Détecter et neutraliser

Enfin le troisième axe d'effort est la détection et la neutralisation. Historiquement les moyens de détection embarqués ou portables les plus communs sont les détecteurs de métaux : ils permettent de traiter une grande partie de la menace, mais rapidement en Afghanistan apparaissent des IEDs avec très peu de métal, notamment dans le cas des charges enterrées. D'autres dispositifs s'imposent comme les radars à pénétration de sol, détectant les

hétérogénéités dans le sol. Des technologies de détection des explosifs apparaissent également telle que l'interrogation neutronique (voir article). Cette activité de détection de la menace est très risquée, les dispositifs déjà cités exigeant d'être très proche de l'IED, de passer au-dessus lorsqu'il est enterré. La tendance est donc à la recherche de moyens de détection à distance des différents indices de la présence d'un IED : présence d'un dispositif électronique, de fils, traces d'explosif, traces de la mise en place de l'IED, détection déportée via un drone ou un robot. Le défi des années à venir est de faire le choix, parmi un nombre croissant de technologies, des plus complémentaires afin de détecter, en sécurité et avec le plus de fiabilité, le spectre le plus large de menaces. Ce défi est d'autant plus grand qu'il doit tenir impérativement compte des aspects « facteurs humains et ergonomie » des opérateurs et des contraintes fortes d'encombrement des véhicules.

Le complément indispensable à la détection est la neutralisation de la menace : c'est le domaine des démineurs. L'enjeu est aussi bien de réussir à neutraliser la menace sans provoquer

de dégâts que de recueillir des informations sur celle-ci afin de mieux lutter contre elle par la suite. Aujourd'hui, la DGA s'engage dans un projet de standardisation des équipements des démineurs des trois armées, pour en faire un système cohérent et projetable, comprenant notamment un robot d'intervention qui est aujourd'hui le robot terrestre le plus sophistiqué en service, devant intervenir avec des moyens disruptifs variés, charge formée à base d'eau ou encore laser, afin de neutraliser les dispositifs explosifs sans provoquer leur détonation. Voilà donc trois axes dans la lutte contre les IED, on pourrait évoquer aussi la lutte offensive qui vise à neutraliser les réseaux fabriquant et mettant en œuvre cette menace, cependant elle repose moins sur des équipements spécifiques que les trois axes présentés ici.

En conclusion, la lutte contre les EEI est un domaine passionnant et frustrant : face à une menace qui ne peut être ignorée, c'est une lutte contre l'ingéniosité des concepteurs d'IED, plus dans la réaction que l'anticipation tant le domaine des possibles est grand. 

La Direction des applications militaires du Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies alternatives assure sa mission au service de la Défense et de la sécurité nationale.

TETES NUCLEAIRES

- Garantie de la sûreté et de la fiabilité des armes en service
- Evolution en fonction des besoins de la Défense



PROPULSION NUCLEAIRE

Conception et réalisation des chaufferies nucléaires des bâtiments de la Marine Nationale et des coeurs équipant ces réacteurs embarqués



SECURITE ET NON PROLIFERATION

Appui technique aux autorités nationales et internationales sur la lutte contre la prolifération nucléaire et le terrorisme



En savoir plus : www-dam.cea.fr

CFIDEV

CROISSANCE & FINANCES



Nos compétences au service de l'Entrepreneur :

Stratégie d'acquisition, de création et de développement

Structuration financière et capitalistique

Financement des opérations de croissance organique & externe des PME et ETI

Financement des cycles d'exploitation

Financement des opérations à l'Export

DÉTECTER AVEC DES NEUTRONS LES MINES ENTERRÉES

La société Sodern, n°2 mondial des équipements d'analyse neutronique de matières (ciment, minerais), a développé un équipement d'interrogation très novateur pour détecter la présence d'explosif dans un objet suspect de façon non destructive.

La maturité de la technologie neutronique permet, aujourd'hui, d'envisager pour des applications militaires, l'utilisation d'une charge utile embarquée à bord d'un robot mobile, télécommandé, pour sécuriser un itinéraire en s'assurant de l'absence d'explosifs à l'avant du convoi.

La détection des mines est un problème technique ardu qui demeure globalement non résolu. De nombreuses pistes ont été explorées et beaucoup se sont avérées être malheureusement des impasses. Les classiques détecteurs de métaux, qui ont l'inconvénient d'un grand taux de fausses alarmes, et la sonde, simple pique pénétrant doucement le sol, manipulée par le soldat, restent souvent d'actualité.

Principe générique de la détection des mines enterrées

La spécification du principe physique pouvant conduire à la détection directe de ces objets en-

terrés est pourtant simple : le stimulus envoyé vers la mine doit traverser le sol jusqu'à elle, la pénétrer le cas échéant, créer le signal porteur partiel ou total de l'information « présence d'une mine », puis ce signal doit pouvoir parcourir le chemin inverse et fournir l'information qu'il transporte à un système de détection.

Ces trois contraintes conjuguées de premier niveau – pénétration aller, création d'un signal pertinent, pénétration retour – éliminent un très grand nombre de techniques physiques. Les quelques-unes qui réussissent ce premier examen sont ensuite jugées sur leurs capacités opérationnelles (temps de mesure/vitesse de balayage, fiabilité/fausse alarme, contraintes spécifiques d'usage,...). En pratique, on pourra avoir une certaine tolérance sur ces spécifications pour garder des techniques qui, associées, permettront d'avoir au final un système aux performances satisfaisantes.

Radar à pénétration de sol et détection des métaux

Le principe du radar à pénétration de sol ou GPR (Ground Penetrating Radar) permet un balayage à une certaine vitesse. C'est l'une des techniques qui passent les critères de premier niveau en étant tolérant sur la capacité à fournir une information pertinente sur la mine. On se contente en effet, sur cet aspect de la détection, d'une

anomalie dans la propagation d'ondes hautes fréquences, issue d'une discontinuité de la permittivité électrique du sol due à la présence de la mine. Cette anomalie peut ensuite être investiguée par un autre capteur plus précis sur l'information remontée, mais éventuellement plus lent. La technique GPR résulte d'une évolution moderne du principe ancien de la détection des métaux par induction magnétique (la célèbre « poêle à frire »), encore très utilisée. Ses deux inconvénients majeurs sur le champ de bataille sont l'éventuelle profusion des signaux positifs, résultant de la dissémination de pièces métalliques (ce qui peut constituer en soi une contre-mesure), et le fait qu'on sait faire des mines et autres IED (Improvised Explosive Devices) avec très peu de parties métalliques.

La technique neutronique

La technique de l'interrogation neutronique passe les trois critères de premier niveau. Les neutrons issus d'une source électrique – un tube neutronique – ont un pouvoir de pénétration important, même si le signal s'atténue d'un facteur 10 tous les 30 cm dans le sol en moyenne. Ils créent un signal permettant d'identifier les atomes constituant la matière de l'objet, et partant, d'identifier avec un certain niveau de confiance sa nature. Ceci constitue un avantage important par rapport aux deux techniques citées plus haut. Ce signal, sous la forme de rayonnements gamma de haute énergie, a également les capacités de pénétration lui permettant de retraverser le sol vers la surface et d'y rencontrer la partie détection de l'instrument qui s'y trouve. Pour des raisons de bilan, la mine doit être à la verticale du capteur avec une tolérance de quelques centimètres.



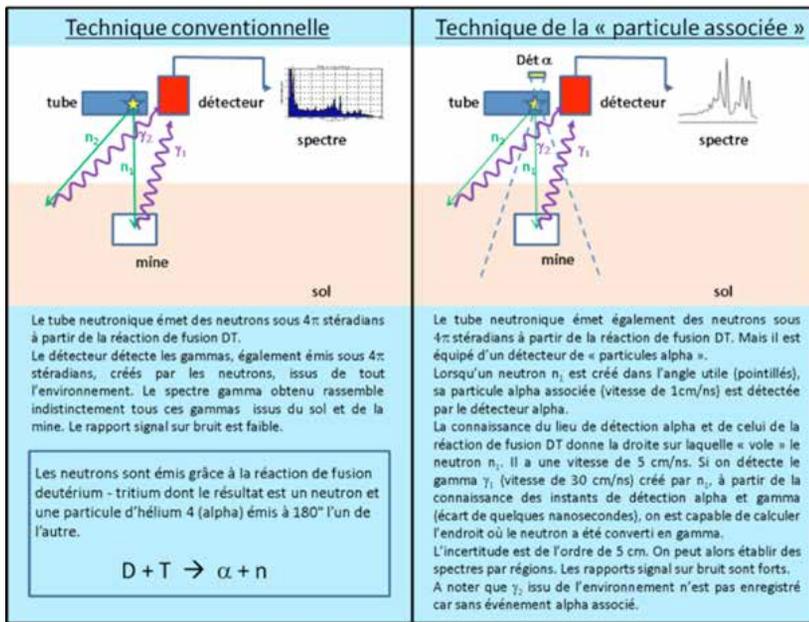
par Franck Poirrier, IGA

■ PDG de SODERN

Franck Poirrier (X 1979, Sup'Aéro 1984) a commencé sa carrière à la DGA dans le secteur des missiles puis de l'espace. En 1998, il rejoint Aerospatiale pour s'occuper des lanceurs. Il participe aux fusions industrielles jusqu'à la création du groupe EADS. Depuis 2004, il est PDG de Sodern. Il est membre du Comité de direction du GEAD du GIFAS, et représentant des équipementiers au Cospace.



Essais de SONEX-V à China Lake, Californie, Etats-Unis en janvier 2014



Tube dit à « particule associée » (TPA)

Les caractéristiques opérationnelles présentent malheureusement quelques handicaps :

- Le temps de détection, qui est le temps nécessaire pour faire l'analyse en « un point » du sol, est d'une à dix minutes. Ceci exclut la détection en mode balayage et implique d'avoir un moyen de détection d'anomalies de premier niveau, comme le GPR, la détection de métaux ou tout système de détection d'anomalie (état du terrain en visuel, analyse thermique, intuition humaine, etc...). Ainsi le capteur neutronique est-il un « capteur de confirmation ».

- Le capteur neutronique est intrinsèquement un capteur lourd. Ceci est dû au caractère pénétrant des rayons gammas en retour de l'objet. Les détecteurs des rayons gammas, qui convertissent l'énergie gamma en lumière dans un cristal scintillateur, sont d'une densité et d'une épaisseur suffisante pour arrêter les gammas. De tels détecteurs sont unitairement lourds, et il faut, pour diminuer le temps de mesure, qu'ils couvrent une surface de détection maximale au-dessus du sol. L'ensemble ainsi constitué conduit à un volume et à une masse importants.

Le capteur, de quelques dizaines de kilogrammes, doit donc être embarqué sur un robot. Une mission supplémentaire de ce capteur embarqué peut être également l'identification

d'objets inconnus (non enterrés) susceptibles de contenir des explosifs ou par exemple des armes chimiques.

L'état de l'art de la technologie neutronique

La technologie de l'interrogation neutronique a fait de gros progrès depuis vingt-cinq ans, avec le développement :

- de tubes neutroniques (comparables à des tubes à rayons X, sauf qu'ils produisent des neutrons) de plus en plus fiables et industriels ;
- de systèmes électroniques d'acquisition analogiques et numériques de plus en plus performants, permettant la mesure de signaux très faibles et le traitement en temps réel de données numériques, abondantes et bruitées.

Pour la détection d'explosifs et la détection de mines, la société Sodern a développé le tube dit à « particule associée » (TPA - voir encadré) qui ajoute à l'interrogation neutronique conventionnelle d'identification des atomes présents, une fonctionnalité de résolution spatiale. Le TPA de 2016 pèse aujourd'hui moins d'un kilogramme contre 20 kilos pour le premier en 2003, et fonctionne en régime pulsé, ce qui permet l'acquisition d'informations complémentaires générées par les neutrons, quelques dizaines de microsecondes [µs] après leur émission.

Perspectives

Une certaine maturité dans la technologie a été acquise après plusieurs projets qui se sont succédés sur le thème de la détection d'explosifs,

pour le développement de systèmes utilisables dans le cadre d'applications :

- civiles, qui n'ont pas abouti pour partie du fait des inconvénients « nucléaires » de la technologie et de certains aspects réglementaires ;
- et militaires avec la DGA (projet THOR : équipement portable de détection d'explosifs et chimiques) et aussi l'US Army.

Ces avancées permettent d'envisager la conception d'un système pour l'ouverture d'itinéraire par exemple. Le projet « mini-Sonex », aujourd'hui au stade de la pré-étude, envisage la réalisation d'une charge utile neutronique embarquée sur une plateforme de type ROBBOX conçue par la société Sera Ingénierie. L'ensemble permettrait la mise à disposition d'un robot automobile, télécommandé, explorant l'itinéraire à l'avant d'un convoi, vérifiant le contenu d'objets éventuellement présents sur le chemin ou s'assurant de l'absence d'explosifs enterrés sur des zones pré-identifiées comme suspects.

Malgré les grands progrès technologiques réalisés en électronique, en traitement du signal et dans les moyens techniques d'identification de matériaux (interactions ondes-matières, lasers, spectrométries diverses, mesures de champs électromagnétiques, moyens thermiques, etc.), la détection de mines enterrées demeure un problème non définitivement résolu.

Des solutions traditionnelles échouent pour des raisons de difficulté de mise en œuvre, ou des raisons réglementaires, de nuisances réelles ou supposées, de coût. Il est fait appel à la technologie nucléaire pour rendre un service très intéressant consistant en la détection de ces objets, voire en l'identification in situ de leur matériau de constitution. Le contexte opérationnel militaire (ouverture d'itinéraire par exemple) peut permettre l'usage de tels capteurs « nucléaires ». Dans le cas particulier de l'interrogation neutronique et des systèmes à base de tubes neutroniques, la diffusion de capteurs industriels d'analyse de la matière utilisés à poste fixe dans l'industrie du ciment, du charbon et dans l'industrie minière a contribué au développement d'une technologie tout à fait « propre » et de haut niveau technique. Ce haut niveau technique peut aujourd'hui contribuer à la résolution, au minimum partielle, d'un problème militaire aussi ancien que pleinement d'actualité que celui de la détection des mines ou de celle d'engins explosifs improvisés.

QUELLE PART DU TERRESTRE DANS LA CROISSANCE DE LA SÉCURITÉ ?

La sécurité s'affirme comme un secteur clé en forte croissance, à la pointe de la transformation de la société, des usages et du numérique, et présentant de lourds enjeux économiques et stratégiques. Parmi les trois milieux, l'armement terrestre est traditionnellement le plus présent dans ce secteur de 21 G€ (part industrielle) et affirme son ambition de rester un acteur de poids présent sur les transformations et les ruptures. Le GICAT est membre fondateur du Conseil des industries de la confiance et de la sécurité (CICS), et très présent dans les travaux de la filière des industries de sécurité (CoFIS) créée il y a deux ans. C'est un acteur clé de la synergie entre la défense et la sécurité.

La sécurité : un domaine dynamique en cours de structuration

Le monde de la sécurité vit une révolution depuis deux ans avec la création en 2013 de la filière des industries de sécurité. Cet univers éminemment fragmenté s'est doté ainsi d'une

instance de dialogue public - privé et de stratégie (le comité de filière – CoFIS, présidé par le Premier ministre) et s'est donné une chance de se fédérer pour viser la satisfaction des besoins et la compétitivité. Ce n'est pas comparable à la création du Department of Homeland Security aux États-Unis, mais c'est une vraie rupture. La filière a engagé une feuille de route ambitieuse. Une bonne nouvelle n'arrivant jamais seule, la cartographie de la filière terminée en 2015 a apporté une surprise de taille et de nombreux enseignements.

En effet, sortant du périmètre traditionnel de la sécurité publique de l'État et de la protection des infrastructures critiques, la cartographie agrège un périmètre beaucoup plus étendu et porteur d'une forte croissance, qui englobe la sécurité des entreprises et des particuliers, et toute la sécurité des transactions et du numérique avec des marchés de masse. La sécurité privée a été incluse, mais ne fait pas aujourd'hui partie de la filière, bien que la question soit désormais posée.

Ainsi défini, le secteur pèse 30 G€ (CA monde des entreprises françaises – chiffres 2013) qui se répartissent comme suit avec les taux de croissance annuelle prévisionnelle indiqués ci-dessous.



Exercice en tenue de protection

Des thèmes à la pointe de la transformation numérique et des ruptures

Outre ce nouveau périmètre, la cartographie a révélé des enjeux de transformation et de marchés formidables. Il est pertinent de prendre en compte toutes les évolutions, ruptures et nouveaux usages tels que : ville intelligente et sûre, internet des objets, sécurité des objets connectés (mobilité, industrie, ...), nouvelles formes d'identité, traçabi-



par Jacques Roujansky, IGA

Délégué général du Conseil des industries de la confiance et de la sécurité

Jacques Roujansky a commencé sa carrière à la DGA (systèmes de missile, sécurité, directeur de programme et architecte de système de force). Après 4 ans à Washington et 3 ans dans l'armée de Terre, il a rejoint le secteur privé en 2013 en tant que conseil et expert en défense et sécurité et a été nommé délégué général du CICS en 2014.

INDUSTRIE ET SERVICES ASSOCIÉS 21 Mds€			SÉCURITÉ PRIVÉE
Plateformes et protection 5,7 Mds€ ↗ 3,3% par an	Electronique et systèmes 2,4 Mds€ ↗ 6% par an	Cybersécurité 3,2 Mds€ ↗ 10,4% par an	9 Mds€ ↗ 2,3% par an

Source : Décision

lité, robotique, réalité augmentée, *big data*, *cloud*, réseaux sociaux ou encore « uberisation » de la sécurité.

Face à ces perspectives, et aux questions de maîtrise et de souveraineté associées, le pilotage stratégique de la filière prend tout son sens. Outre cette importance inattendue, d'autres enseignements clés ressortent :

- l'État est un client minoritaire (10 %), mais influence environ 45 % du marché par son rôle de prescripteur ;
- dans le nouveau périmètre, les industriels de la défense ne pèsent que 30 % du total ;
- 60 % des entreprises sont des « *pure players* » sécurité ;
- la performance export est de 50 %.

Le terrestre au cœur de la sécurité

Ceci étant posé, quelles sont la place et l'évolution de l'armement terrestre dans la sécurité ? A la différence de la défense, où les milieux aéronautiques et navals prédominent, l'espace terrestre reste premier pour la sécurité (territoires, urbain, sites, bâtiment, ...), si l'on fait abstraction de l'espace numérique de plus en plus omniprésent.

Il est vrai que beaucoup de produits et d'industriels présents sur ces sujets n'appartiennent pas à l'armement terrestre (interdiction périmètre, contrôle d'accès, identité, incendie, ...), mais il a été traditionnellement très pertinent et le reste. Il est présent sur un large champ de la sécurité (plates-formes terrestres, drones, armement, défense NRBC, équipements de l'intervenant, réseaux de capteurs, systèmes de commandement et de contrôles, communications sécurisées terrestres, renseignement, ...)

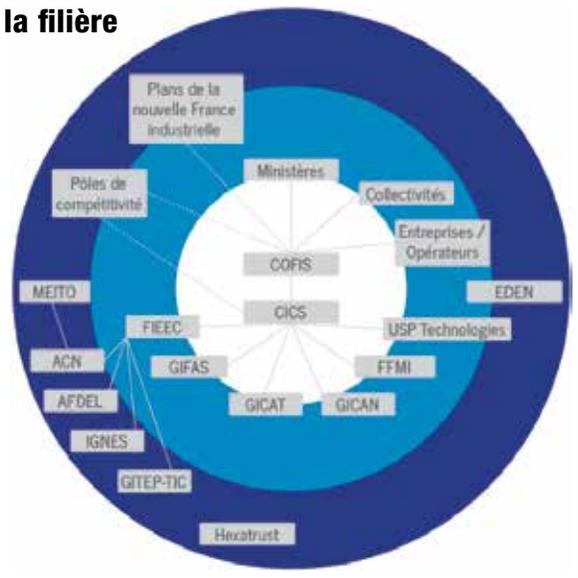
L'armement terrestre représente de l'ordre de 15 % de la filière. Les industriels du secteur sont très présents dans les 3 segments de la filière et tout particulièrement sur les missions de protection de site, de gestion des foules, de protection NRBC.

Les industriels membres du GICAT sont pertinents sur de nombreux sujets de rupture qui visent au-delà de la sphère étatique.

Une synergie avec la défense à rendre plus lisible

Vu l'importance et le potentiel de la sécurité, qui égalent voire dépassent ceux de la défense, la question se pose de leur relation : la sécurité est-elle un dérivé ou un sujet à part entière ? Qu'en est-il du continuum supposé ? Quelle synergie entre les deux secteurs ?

Organisation de la filière industrielle de sécurité



L'écosystème : industrie.

Périmètre de la sécurité



L'écosystème : acteurs et clients

Il est clair qu'il y a un continuum technologique, qui donne lieu à des applications croisées dans les deux sens : « la technologie n'a pas d'odeur ». Par exemple la PMR (professional mobile radio) développée pour les forces de sécurité a servi pour la défense au Kosovo en phase de maintien de la paix. Mais si le modèle de financement de la recherche de Défense conduit forcément à des technologies uniques très utilisées par la sécurité (tel que : observation, renseignement, produits cybersécurité « *high grade* »), les besoins de la sécurité sont bien plus étendus et l'apport des technologies financées par l'industrie civile est de plus en plus fort (vidéo, génétique, identité, transactions sécurisées, objets connectés, *big data*, communications, ...).

Au-delà de la technologie, les deux mondes sont très différents à plusieurs titres. L'utilisation s'inscrit dans des cadres et des règles « d'engagement » qui n'ont rien à voir. Les horizons de planification et de préparation des capacités sont notoirement distincts de façon générale.

Si la défense est l'affaire de quelques-uns, la sécurité en revanche est l'affaire de tous : nous sommes tous clients de sécurité (ne serait-ce qu'en tant que consommateurs et agents de transaction sécurisées). La sécurité est de plus un plus un impératif économique (protection du patrimoine social, avantage compétitif) qui s'impose à tous les acteurs, avec un volet assurantiel qui se développe. Cette universalité se

traduit en foisonnement et en des « *business models* » différant de ceux de la défense. Les réflexes et schémas « défense » ne sont pas pertinents pour la sécurité.

Du coup, quelles synergies attendre ? Au niveau institutionnel, nous constatons qu'elle n'est pas pour le moment lisible dans les objectifs et la feuille de route de la filière des industries de sécurité. Mais la synergie apparaît ailleurs à travers de très nombreux outils et instances. Nommons ainsi parmi d'autres : la stratégie nationale de sécurité du numérique ; le financement DGA de la sécurité à travers la recherche et l'innovation (notamment Rapid et programme sécurité de l'ANR) ; l'existence de communautés (par exemple sur le renseignement, sur la cybersécurité – pôle d'excellence « cyber » en Bretagne).

La sécurité : un champ d'action et de croissance pour les industriels de la défense

En conclusion, il est clair que la sécurité s'approfondit et s'élargit : elle se renforce sur son périmètre traditionnel (protection intelligente) et évolue rapidement vers de nouveaux marchés de très grande ampleur (*big data*, villes et territoires intelligents et sûrs, sécurité des objets connectés, etc.), en même temps qu'elle envahit le nouvel espace numérique.

Tout le spectre national (État, collectivités, entreprises, particuliers) est concerné. Des opportunités fortes se présentent sur ces marchés qui seront très concurrentiels mais en même temps très innovants.

Les industriels de la défense, et ceux de l'armement terrestre en particulier, ont un rôle à jouer



Visualisation par caméra thermique

en s'adaptant pour rester dans la course de l'innovation de sécurité et résister aux modifications des chaînes de valeur qu'entraînent ces transformations. ■

Opération Sentinelle

Le mercredi 7 janvier 2015 au matin, dès les premières déclarations du Premier ministre, le niveau de vigilance a été élevé au niveau en ALERTE ATTENTAT pour la région Ile-de-France. Le gouvernement a fixé les objectifs de sécurité prioritaires et le ministre de l'intérieur l'a relayé à l'ensemble des préfets. En plus de l'application du plan Vigipirate, le contrat opérationnel de protection des armées (10 000 hommes) a été mis en œuvre pour la première fois. La montée en puissance s'est faite en 4 jours et demi. L'opération a pris le nom de Sentinelle.

Le niveau ALERTE ATTENTAT a été étendu temporairement à la région Picardie, lieu de fuite des terroristes, en janvier mais également aux Alpes-Maritimes suite à l'agression de 3 militaires de l'opération Sentinelle à Nice le 3 février. De même en juin 2015, suite à l'attentat de St Quentin-Fallavier, le niveau ALERTE ATTENTAT est mis en œuvre durant 4 jours en région Rhône-Alpes.

Les sites actuellement considérés comme sensibles sont divers et

comprennent par exemple les lieux touristiques, les organes de presse, les grands magasins et centres commerciaux, les gares ferroviaires et urbaines, les lieux de culte, les bâtiments officiels, les écoles, les grands rassemblements, les sites industriels sensibles dont les sites Seveso, les ports et aéroports et les domiciles de personnalités. Ainsi, le nombre de sites surveillés sur l'ensemble du territoire national s'élève à environ 12 000 dont 1 700 sont pris en compte par les militaires (soit 14%). Parmi tous les sites surveillés, 5% font l'objet d'une garde statique. Les autres sont surveillés de manière dynamique par patrouilles dédiées et points de stationnement aux moments de plus grande vulnérabilité.

Parmi les 10 000 militaires déployés, 6 000 le sont sur Paris et l'Ile-de-France. Les autres sont répartis sur l'intégralité du territoire pour surveiller les sites sensibles mais également en renfort de certains points de contrôle frontaliers.

L'emploi des armées se fait sous réquisition des préfets qui fixent

aux chefs militaires les effets à obtenir sur le terrain. Dans ce cadre, le dialogue entre les ministères de l'Intérieur et de la Défense a lieu à plusieurs niveaux :
 – au niveau central entre les cabinets des Ministres mais aussi entre le CPCO et le Service du haut-fonctionnaire de Défense du ministère de l'Intérieur ;
 – au niveau zonal entre les préfets de zone de défense et les officiers généraux de zone de défense ;
 – au niveau départemental entre les préfets et les DMD.

Les armées ne constituent pas une 3^e force de sécurité intérieure : elles conservent leurs modes d'action, leurs formations et leur armement. Le cas d'usage des armes des armées reste la légitime défense de soi-même ou d'autrui (art 122-5 du code pénal). Elles sont donc déployées en appui des forces de sécurité intérieure et utilisées au mieux de leurs spécificités et des réflexions interministérielles sont en cours pour approfondir cet aspect.

DÉFENSE ET INTÉRIEUR : UN RAPPROCHEMENT UTILE À LA SÉCURITÉ DES CITOYENS ?

Les mondes de la sécurité et de la défense ont toujours vécu assez éloignés l'un de l'autre avec leurs codes, leurs habitudes et leurs organisations respectives. L'un sur le territoire, l'autre à l'extérieur, l'un tourné vers l'offensive, l'autre vers la défensive. Les récents événements qui ont frappé la France ont permis le rapprochement du moins opérationnel de la police, de la gendarmerie, des armées et singulièrement de l'armée de terre pour assurer aux français le maximum de sécurité.

Forces de sécurité : un engagement permanent

Pour assurer la sécurité des personnes et des biens, l'ordre et la paix publiques, les services de sécurité ont imaginé au fil du temps des organisations adaptées et les plus économes possible pour pouvoir agir dans la durée.

Face à la délinquance ou à la criminalité qui se développent et s'adaptent sans cesse, les



par **Patrick Guyonneau**,
IGA

■ Délégué ministériel adjoint aux industries de sécurité

Après un parcours au sein de services de programmes de la DGA sur des systèmes de surveillance, de renseignement et de simulation d'entraînement, Patrick Guyonneau a occupé des fonctions dans le domaine budgétaire et financier. Depuis 2005 au ministère de l'intérieur, il a contribué à créer une maîtrise d'ouvrage dans les domaines SIC et technologique avant d'être chargé de développer la politique industrielle du ministère.



Reserviste gendarmerie 2015

services de la police et de la gendarmerie nationales font figure en quelque sorte d'armées en permanence en opération de basse ou de moyenne intensité. Pour faire face à cette exigence de présence et d'occupation du terrain, et dans le respect de leurs histoires respectives, les forces ont mis en place des organisations spécifiques. La Gendarmerie nationale repose sur un maillage territorial dense lui permettant d'agir rapidement en tout point du territoire. La Police nationale déployée dans les centres urbains s'appuie sur une organisation du travail qui lui permet d'ouvrir H24 les commissariats des 450 circonscriptions pour y accueillir le public.

En plus de ces organisations qui assurent une présence forte, géographique pour l'une et temporelle pour l'autre, il existe des forces mobiles (CRS et escadrons de gendarmerie mobile) qui viennent renforcer les effectifs locaux quand l'intensité des opérations l'exige. Le dispositif

comprend en dernier lieu des directions spécialisées comme les services d'intervention (GIGN, RAID ou BRI), de renseignement, de contrôle des frontières ou d'investigation.

Les besoins des forces pour répondre aux besoins des citoyens

Si les hommes restent au cœur de la réponse sécuritaire, l'organisation ne répond pas à elle seule à l'ensemble des enjeux du quotidien. Rappelons le contexte :

Face à l'augmentation de la population, au poids croissant des procédures administratives ou judiciaires, à l'évolution des formes de délinquance et de criminalité, mais aussi pour prendre en compte les attentes des citoyens dont l'environnement évolue, le ministère de l'intérieur a souhaité en 2013 rénover certains modes d'action. En l'absence de loi de programmation, le Ministre a mis en place en



Plan vigipirate Paris

2014 un plan de modernisation de la sécurité intérieure (PMSI), plan « sécurité 3.0 », financé par des économies de fonctionnement.

Ce Plan permet de canaliser des investissements autour de cinq défis majeurs.

Le premier défi porte sur la présence renforcée des services de police et de gendarmerie dans la sphère numérique. Des nouveaux services en ligne permettent aux citoyens de saisir rapidement et simplement les services de police et de gendarmerie. Il s'agit aussi de veiller le contenu des réseaux sociaux pour éviter les cyber-escroqueries ou limiter toute sorte de dérives sectaires ou de radicalisation.

Le deuxième défi conduit à unifier les plateformes de gestion des appels d'urgence pour que pompiers, policiers et gendarmes se coordonnent pour gérer les interventions et surtout gagner un temps précieux.

Le troisième défi consiste à rapprocher progressivement les deux réseaux radio historiques (RUBIS pour la gendarmerie et ACROPOL-INPT pour la police et la sécurité civile) et les faire migrer vers les technologies issues des normes grand public 4G/5G (LTE).

Au travers du quatrième défi, la mobilité des agents est développée pour qu'ils puissent accéder sur le terrain à l'ensemble des ressources

utiles comme l'interrogation des fichiers, la messagerie tactique, la rédaction des PV ou des mains courantes, ou aux moyens de contrôle des titres d'identité. Ce projet baptisé NEO permettra de doter les policiers et gendarmes de terminaux durcis de type Smartphone ou Tablette pour réaliser le maximum de tâches sur le terrain, au plus près de la population.

Enfin, le développement de l'informatique décisionnelle est au cœur du cinquième défi. De nombreuses données sont enregistrées dans les fichiers mais ne sont pas suffisamment valorisées en particulier dans le domaine prédictif. Des algorithmes sont actuellement testés pour mieux prévenir certains crimes, comme les vols liés à l'automobile. Ces technologies de big data permettent de décloisonner les architectures en silo.

Après les attentats de 2015, une inflexion des besoins

Les attentats de 2015 ont montré le niveau de violence dont les mouvements terroristes étaient capables tant pour imposer leurs idées que pour effrayer la population par la tuerie de masse. D'aucuns pensaient encore que ce type d'attentat particulièrement meurtrier ne pouvait arriver sur le territoire national. Depuis 1995, la France avait été épargnée et nombre de réseaux avaient été démantelés de manière préventive.

L'analyse capacitaire qui a suivi ces funestes événements a conduit à deux types de mesures dans le cadre d'un plan de lutte anti-terroriste puis du Pacte de sécurité.

D'abord le rôle prépondérant de la fonction « anticipation » a été renforcé. Elle combine les différentes capacités de renseignement, de traitement des signaux faibles, de cotation et de suivi des cibles et d'accélération du temps de l'investigation.

Ensuite, l'équipement des primo-intervenants, dont l'armement et la protection des unités de terrain ou aussi d'intervention, a été renforcé pour être à la mesure de la menace. Pour réduire le temps de réponse des premières unités de terrain (brigades anti-criminalité pour la police et peloton de surveillance et d'intervention pour la gendarmerie), le maillage des forces va être modifié pour assurer un temps d'intervention réduit sur l'ensemble du territoire.

D'une manière transverse, de nombreux outils liés aux SIC seront améliorés pour gagner en puissance comme les capacités de traitement massif des données, le déploiement de bulles tactiques radio ou les moyens de contrôle des frontières en favorisant l'usage de la biométrie. En parallèle, avec la cyber-attaque de TV5 Monde, attaque à la fois simple mais très symbolique, la dimension numérique est entrée de plain-pied dans la sphère du terrorisme.

Enfin, les médias et particulièrement les chaînes d'information continue ont démontré leur rôle d'influence dans la gestion de crise. En effet, pour éviter la propagation de fausses rumeurs et préserver les opérations en cours, les autorités ont dû mettre en place une communication plus active voire en devançant les « fuites ».

Armées – Sécurité : des convergences qui n'effacent pas les divergences

N'oublions pas les autres acteurs de la sécurité au quotidien des Français qui eux-mêmes sont acteurs de leur propre sécurité. Ces acteurs publics ou privés prennent tous une place importante dans ce qu'il est convenu d'appeler la co-production de sécurité : les polices municipales, les sociétés de sécurité privée, les services des douanes et du fisc et, enfin, et c'est sans doute le plus important des acteurs, les services du ministère de la Justice avec en tout premier lieu les magistrats.

Les Armées sont aussi des acteurs de la sécurité et leur rôle volens nolens entre dans la réflexion d'ensemble sur l'organisation de la sécurité en France. Depuis quelques années avec le maintien de la posture Vigipirate, les Français et les touristes se sont habitués à voir les silhouettes en kaki sécuriser les gares et les lieux touristiques les plus symboliques. Depuis les attentats, avec l'opération Sentinelle, les armées sont plus impliquées dans les missions quotidiennes et investies dans la présence sur la voie publique permettant aussi de soulager les forces de sécurité fortement engagées par ailleurs avec la gestion de la crise migratoire ou de grands événements, tels la COP21 ou l'Euro2016. Mais seules les forces de sécurité gardent le monopole de l'usage de la violence légitime.

S'il existe indéniablement une proximité entre les deux champs de la protection de la population par les Armées et de la sécurité intérieure, la notion de continuum n'est cependant pas évidente.

Dans le domaine de la sécurité, la culture, le droit et finalement la doctrine reposent avant toute chose sur la retenue dans l'usage de la force. La violence, y compris légitime, ne s'apprécie qu'à l'aune de la proportionnalité entre la menace et la réponse. Le cadre de l'usage de la force est fondamentalement différent, au point que l'on peut voir entre la Défense et la Sécurité un point de rupture, alors que la no-

tion de continuum renverrait davantage à celles de continuité voire d'inflexion. Cette distinction fondamentale conduit à de nombreuses différences que ce soit dans l'architecture des systèmes d'information ou dans l'entraînement au tir ou le choix des armements.

Pour illustrer ce dernier point, dans le domaine de la sécurité, une seule notion conditionne l'usage de l'arme : celle de la légitime défense. La conséquence est flagrante pour la formation. Dans le domaine militaire, la formation au tir consiste à entraîner les soldats à faire un usage efficace de leur arme dans toutes les conditions, à la limite même de la portée, en sachant se camoufler et attendre que l'ennemi se dévoile. Il en va tout autrement chez les policiers et gendarmes : le cœur de leur formation porte sur les manières d'éviter de se servir de leur arme. Après l'usage de son arme de service en cas de légitime défense ou d'état de nécessité, il est toujours demandé au policier ou au gendarme s'il y avait une autre solution, si la proportionnalité de la réaction était justifiée. A tel point que longtemps le calibre de l'armement individuel ou collectif, 9 mm, était retenu pour son faible pouvoir de pénétration garantissant un risque limité pour des performances moindres.

Le domaine des SIC illustre également ce fait. Dans la Défense, ils sont appelés « systèmes d'informations », caractérisant avant tout l'objet technique et leur complexité. Le domaine de la sécurité les baptise « fichiers » renvoyant avant tout à l'objet juridique et aux contraintes afférentes. Pour le SI des Armées, l'EMA n'a pas eu besoin d'une loi et d'un avis de la CNIL pour recevoir l'autorisation de collecter, stocker et de traiter des données. Alors que pour assurer la fusion des fichiers de renseignement judiciaire de la police et la gendarmerie, il a fallu légiférer. Le respect des libertés individuelles est le postulat de départ, et qui pourrait le critiquer ?

Pour terminer sur ce point, le continuum défense – sécurité a indéniablement un sens au niveau des technologies surtout avec l'émergence du numérique dans de nombreux domaines mais il existe une rupture dans les usages.

La question est « comment mieux faire dialoguer les deux mondes pour parvenir à une fertilisation croisée des expériences et des points forts tout en préservant le respect de chacune des cultures ».

Les industries peuvent-elles permettre de (ré) concilier les deux mondes ?

En octobre 2013, suite aux conclusions du Livre

Extrait du livre blanc

« Le marché de la sécurité demeure cependant fragmenté, tant du côté de l'offre que de la demande. Les conditions propices à l'industrialisation à plus grande échelle de solutions innovantes de sécurité, accessibles au juste coût et compétitives sur les marchés exports doivent être créées. En conséquence, une politique interministérielle visant à organiser une filière industrielle de la sécurité sera mise en place. Elle sera pilotée par un comité de filière, qui associera les principales parties prenantes au développement des technologies et du marché dans ce domaine. Cette politique de filière élaborera une vision prospective des besoins qui sera régulièrement actualisée. Elle identifiera les technologies critiques et les domaines capacitaires sur lesquels faire porter les efforts. Elle organisera les différentes sources de financement de la recherche et développement pour garantir l'accompagnement des projets tout au long de leur développement. Elle mettra en place des plates-formes d'évaluation des technologies par les utilisateurs et harmonisera l'expression des besoins publics aux fins de mutualiser les achats. Enfin, elle développera une politique de soutien à l'exportation et une politique de normalisation à l'échelon national, européen et international. Elle aura vocation à s'intégrer dans les efforts conduits au niveau européen ».

Extrait du Livre blanc défense et sécurité nationale ed 2013 – Chapitre 7

blanc sur la défense et la sécurité nationale, le Premier Ministre a installé le comité de la filière industrielle de sécurité (COFIS). Cette instance de dialogue public-privé doit permettre de dynamiser cette filière forte de 125.000 emplois industriels et de 21 Mds€ de chiffres d'affaires. Environ 30% de ces industriels ont également une activité dans la Défense et singulièrement ceux du domaine terrestre, qui constitue donc un lieu sans doute propice à permettre aux deux sphères de se rencontrer et de bénéficier, l'une et l'autre, de leurs expériences complémentaires. ■

STAGE OPÉRATIONNEL AU GIGN

RETOUR D'EXPÉRIENCE ET ENJEUX À VENIR

La formation des jeunes IA comprend trois mois au sein des forces armées. Une occasion exceptionnelle pour rencontrer des opérationnels mettant en œuvre des équipements de pointe. Exemple de mon stage « OPS » au sein de l'élite de la Gendarmerie.

Sorti des bancs de l'école fin 2014 après un stage de fin d'études, je suis arrivé dans mon premier poste au CATOD début septembre 2015. Que s'est-il passé entre les deux ? L'intégration progressive dans la DGA et, plus largement dans le monde de la défense. Celle-ci s'est faite en trois étapes :

- de janvier à mars 2015 : la Formation Administrative et Militaire des Ingénieurs de l'Armement (FAMIA). Cette formation nous aide à découvrir le monde de la défense et, plus généralement, l'administration au travers de conférences et de visites ;
- de mars à juin 2015 : stage dit « opérationnel ». Nous sommes plongés au cœur des armées et nous découvrons les matériels sur lesquels nous serons amenés à travailler.
- juillet 2015 : embarquement sur un BPC pour le dernier mois de la mission Jeanne d'Arc (cf numéro 107).



La poutre, épreuve de courage à 15 m sans filet

J'ai eu la chance de faire mon stage opérationnel au GIGN, une expérience inoubliable.

Le service R&D

J'ai effectué mon stage au sein du service Recherche et Développement. Sa mission ressemble à celle de la DGA : équiper les différentes forces du groupe, tester de nouveaux matériels, étudier de nouveaux équipements. Ce n'est donc pas anodin que deux ingénieurs de la DGA travaillent dans ce service ! Deux gendarmes du groupe, anciens opérationnels, complètent le service R&D : ils apportent leur expérience du groupe et du terrain, ce qui permet de répondre au mieux au besoin.

Les équipements

Les missions du GIGN sont très diverses, dont la plus connue est l'intervention. On retrouve également la protection de personnalités (Président de la République, diplomates) et la recherche de renseignements (dans le cadre d'une opération judiciaire par exemple). Le groupe a la particularité de devoir évoluer dans tout type de milieux : sur terre, dans les airs,

dans l'eau, de jour comme de nuit, avec des contraintes NRBC, ...

Le besoin en équipements spécifiques est donc important. Les séries étant faibles et le budget fatalement limité, il est impossible de faire développer, à chaque fois, de nouveaux matériels pour répondre au besoin.

Bien souvent, le matériel existe sur étagère, moyennant quelques modifications. C'est le rôle de la cellule technique d'adaptation opérationnelle, véritable « couteau suisse » capable de travailler tous types de matériaux, de la cellule des moyens spéciaux, qui gère tous les équipements électroniques, ou encore du service auto, en charge des véhicules.

Lorsque le matériel n'existe pas, il peut être développé et fabriqué en interne, éventuellement en collaboration avec un industriel.

J'ai eu la chance de travailler sur la qualification finale d'un véhicule 4x4 de 10 tonnes surmonté d'une plateforme permettant de lancer l'assaut à grande hauteur avec une dizaine d'hommes. En cas de prise d'otages, il est par exemple possible d'atteindre le deuxième étage de l'avion A380. Cette structure a été développée en grande partie par le groupe.

Ce stage m'a également fait découvrir un monde à part avec des personnes épatantes et m'a permis de vivre des expériences uniques et inoubliables : marcher sur une poutre suspendue dans le vide, sauter d'un pont, ... Merci à toute l'équipe ! 🙌



Véhicule SHERPA en version véhicule d'assaut



par **Richard Castaing**, IA

■ **Responsable d'étude au CATOD**

X2010 - Intégration dans le corps de l'armement en septembre 2013
 Responsable d'étude Défense Aérienne Elargie au CATOD depuis septembre 2015.



NYCO
AERONAUTIQUE & ESPACE



Fournisseur de lubrifiants haute performance
pour équipements militaires terrestres, aériens et navals
Huiles, graisses, fluides et produits de spécialité

Info@nyco.fr | www.nyco.fr Retrouvez-nous à Eurosatory Hall 5-J277



VITEC
VIDEO INNOVATIONS

- Solution HD complète de capture d'images, d'enregistrement et de diffusion pour les forces armées
- Expertise STANAG 4609 et KLV
- Non sujet au contrôle d'exportation (ITAR)

Rendez-vous à Eurosatory – Hall5 #K721 | WWW.VITEC.COM

L'ISL : LA RECHERCHE AU CONTACT

L'ISL, Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis, est l'acteur prépondérant - peu connu - de la S&T (Science & Technologie) spécifique aux besoins des forces terrestres. Ses travaux irriguent de plus en plus les développements de l'industrie. Rencontrez l'ISL à Eurosatory, Hall 5 - stand H122.

Un institut pluridisciplinaire

L'armée de terre met volontiers en avant ses hommes, plus que son matériel. Néanmoins, à côté d'équipements rustiques, indispensables pour disposer d'un parc suffisant en nombre et répondre au meilleur coût à des besoins simples, elle a de plus en plus besoin de technologies. Les programmes de modernisation en cours, qui mettent en œuvre des innovations mûries il y a parfois des années, n'épuisent pas ce besoin. Des travaux plus amont sont indispensables. Le champ des recherches tirées par les besoins des forces terrestres est immense ! C'est la mission de l'ISL. Avec ses 400 personnes, l'ISL incarne, en plein accord avec la DGA, une recherche « au contact », en concertation étroite avec les opérationnels, avec un double objectif : mieux prévoir et contrôler les effets du feu en matière d'intensité et de localisation ; réduire encore la vulnérabilité des hommes, et du matériel. Le tout avec une réelle maîtrise des coûts.

En matière d'effet militaire, l'ISL imagine des solutions de rupture pour des projectiles guidés tirés par tube, ainsi que les poudres et explosifs qui leur sont nécessaires. L'ISL rend ces derniers plus sûrs pour les servants, vise à maîtriser leur vieillissement et substitue les composants actifs qui disparaissent du fait des réglementations européennes (en réalisant par exemple le premier détonateur « vert » sans plomb). L'ISL est également pionnier pour ces armes futures que pourraient être le canon électrique ou les lasers de forte puissance.

Sur le volet protection, la palette des travaux de l'ISL s'étend de la détection, localisation et identification des menaces par voie optique, acoustique ou physico-chimique, jusqu'à la protection du combattant et des véhicules (matériaux nouveaux, protection acoustique et physiologique du combattant, etc.), en passant par une expertise approfondie sur les IED.

Les nombreuses disciplines scientifiques néces-

saires, co-localisées, bénéficiant de plateformes expérimentales et de simulation uniques, se renforcent l'une l'autre. Les travaux s'étendent de la recherche de base, très connectée à la recherche académique - l'ISL a 40 doctorants - jusqu'aux démonstrateurs, pour certains quasi-opérationnels. Ces innovations sont ensuite reprises par l'industrie de défense.

La plus-value de l'ISL

Que les ingénieurs aient besoin de chercheurs dans le domaine des matériaux ou des lasers se conçoit aisément. Mais qu'attend-on de la recherche par exemple pour le développement d'une munition guidée ? Un obus classique de calibre 155 coûte de 500 à 1000 \$. Un obus guidé EXCALIBUR ou une roquette de LRU coûtent près de 100.000 \$, rendant leur emploi exceptionnel, au risque de réduire l'efficacité militaire et d'augmenter les risques de dommages collatéraux. L'ambition de l'ISL est de développer les innova-



par **Christian de Villemagne**

■ **Directeur français de l'ISL**

Après une longue expérience de coopération européenne, au sein de différents programmes d'armement et à Bruxelles à l'occasion de la création de l'Agence Européenne de Défense, Christian de Villemagne a dirigé un centre de la direction technique de la DGA. Il est actuellement Directeur français de l'ISL.

Le cœur des armes laser

Popularisées par la science-fiction, les armes laser tardent à apparaître sur le champ de bataille. Elles auraient pourtant de nombreux avantages, par exemple pour le « counter-RAM » ou la neutralisation de drones. Mais comparé aux « balles perdues » d'une arme classique, un faisceau laser peut créer des lésions irréversibles beaucoup plus loin de la cible visée, voire par réflexion diffuse, sur les forces amies. Les longueurs d'onde dites

« à sécurité oculaire », autour de 1,6 μm , permettent de réduire d'un facteur d'environ 6 les distances de danger collatéral. Les puissants lasers industriels, opérant en milieu confiné, ne sont pas à sécurité oculaire. Les démonstrateurs actuels d'arme laser utilisent tous des lasers industriels.

Pour rendre crédible l'emploi de ces armes futures, l'ISL est devenu leader mondial pour les lasers de forte puissance à sécurité oculaire. Il construit actuellement un démonstrateur de 30 kW, de conception sophistiquée mais de fabrication rustique et d'un volume réduit par rapport aux technologies concurrentes, des avantages déterminants sur le champ de bataille. De leur côté, les industriels ont montré que le faisceau pouvait être accroché et maintenu sur la cible jusqu'à sa destruction.

En complément des développements de sources, l'ISL est devenu la référence pour les travaux d'interaction laser-matière, c'est-à-dire la compréhension fine de l'effet terminal des lasers.

Parallèlement, l'ISL entretient une parité technologique avec les Américains sur le canon électrique, tandis qu'une étude technico-opérationnelle en cours explore l'implantation de cette technologie - dans un premier temps - dans une frégate future. Une technologie qui intéresse aussi le secteur terrestre.



tions qui permettront de diviser ce coût par 10, avec des performances au moins égales.

Comment ? Par une approche transgressive qui est souvent à l'origine de ruptures technologiques. Considérer ces projectiles avec une approche aéronautique, plutôt que de munitionnaire, pour optimiser leur architecture aérodynamique. Employer des capteurs très bas coût, comme on en trouve dans les téléphones portables, et les durcir aux accélérations du coup de canon avec le savoir-faire de l'ISL. Compenser la médiocrité de leurs performances par une approche très novatrice en matière d'automatique. S'inspirer des antennes conformes phasées des radaristes pour protéger un capteur GPS civil du brouillage...

Ce chemin est long, ponctué de jalons validés par la DGA et observés avec intérêt par les industriels, qui utilisent parfois des résultats intermédiaires pour apporter à court terme des solutions partielles pour leurs produits. Les travaux de l'ISL sont d'ailleurs destinés pour une grande partie à la DGA, mais aussi de plus en plus directement aux industriels. A cet égard, l'ensemble des travaux de l'ISL est éligible au Crédit Impôt Recherche.

Où se cache la plus-value ISL dans les équipements de défense ? Les industriels ne l'évoquent que rarement. Tel cet industriel, qui commercialise avec beaucoup de succès sur de nombreux marchés de défense une technologie qu'il revendique pleinement sienne, mais qui entretient depuis plus de 10 ans un partenariat approfondi avec l'ISL sur ce sujet... Aujourd'hui, l'industrie utilise des matériaux énergétiques ISL, des solutions ISL de protection physiologique du combattant ou de détection de tir, et beaucoup d'autres innovations ISL.

Au cœur de la préparation du futur des forces terrestres

Les forces terrestres recourent de manière croissante aux moyens ISTAR (Intelligence, Surveillance, Target Acquisition & Reconnaissance), aux SIC (Systèmes d'Information et de Commandement) voire à la cyber-défense.

Pour autant, la projection à distance d'une énergie de destruction maîtrisée, la protection vis-à-vis des sources adverses d'énergie de destruction et la maîtrise des coûts sont la réalité quotidienne des combats terrestres des conflits limités actuels. Ces enjeux sont au cœur des travaux de l'ISL. L'ISL représente par exemple près de la moitié des travaux de S&T financés par la DGA dans le domaine « armes & munitions ». L'ISL trace un sillon sur le long terme, à la fois apprenant des dernières opérations extérieures,

Le périscope virtuel

En combat urbain, les snipers cachés sous une fenêtre sont une menace permanente. Pourquoi ne pas regarder discrètement par la fenêtre, mais de loin ? Un laser à sécurité oculaire est pointé à travers la fenêtre et les photons réfléchis par la scène en utilisant plafond et murs comme autant de miroirs sont collectés : la réalité est bien sûr plus complexe, puisque ces surfaces créent des réflexions diffuses, c'est-à-dire une multitude de rayons réfléchis, qui réduisent l'énergie lumineuse captée et compliquent l'analyse !

Des algorithmes puissants reconstruisent la propagation de la lumière à partir des photons recueillis, préalablement amplifiés. L'ISL utilise son savoir-faire accumulé en techniques innovantes d'imagerie, en particulier d'imagerie active, où il fait référence. *In fine*, une silhouette de ce qui est caché est restituée, avec son mouvement.

Déjà, un système démonstrateur illuminateur/caméra reconstruit le mouvement d'une figurine hors du champ de vue du système, en traitant les photons réfléchis par 3 réflexions. Il reste un long chemin entre cette recherche amont et une innovation transférable à l'industrie, mais l'ISL et ses partenaires universitaires se situent dans le peloton de tête mondial pour cette technologie.



La sentinelle experte

La protection de sites ou de zones mobilise de nombreux capteurs, qui renvoient un flux incessant de données, pour l'essentiel inutiles, vers un poste de contrôle. Si la détection et l'identification des événements redoutés sont faites directement sur le capteur, les flux de données et la charge mentale du contrôleur sont allégés. L'ISL a développé un capteur abandonné, B-SAVED, qui, grâce à des séquences d'apprentissage intuitif et des classificateurs non linéaires sur puce implantés directement en aval du capteur, détecte et reconnaît par exemple un véhicule et ne transmet au PC que cette information de haut niveau.

B-SAVED est déjà en service dans plusieurs unités opérationnelles. Ses concepteurs reçoivent le prix Ingénieur Général Chanson 2016 à l'occasion d'Eurosatory 2016. Cette technologie d'assistance à l'intelligence humaine est promise à de nombreuses utilisations de défense et civiles.



et conscient que ses innovations seront utilisées dans 10 ou 20 ans dans des contextes renouvelés.

Les générations qui ont fait les coopérations franco-allemandes en matière d'armement des années 70 et 80 disparaissent, emportant avec elles toute une culture de travail en commun. L'ISL, Institut franco-allemand de Recherches de Saint-Louis, né il y a plus de 50 ans de la clairvoyance de ses concepteurs, est toujours là : il peut catalyser des coopérations nouvelles. Il vient d'ailleurs d'être chargé de l'étude technico-opérationnelle MGCS-CIFS (Main Ground Combat System – Common Indirect Fire System), visant à dessiner ce que pourrait être d'une part le système de combat terrestre futur prenant la suite

des chars Leclerc et Leopard 2, et d'autre part le système commun de feux indirects, prenant la suite des Caesar, LRU et PzH 2000.

En bref, l'ISL est une passerelle unique entre le monde de la recherche et celui de la défense, pour aider l'industrie de défense européenne à concevoir les équipements répondant à des besoins essentiels des forces terrestres, des forces spéciales et de sécurité.



VTCFS

UNE OPÉRATION D'ARMEMENT DÉDIÉE AUX FORCES SPÉCIALES ET MENÉE DE FAÇON RÉACTIVE AVEC LA DGA

L'opération VFS a pour objectif de remplacer le parc vieillissant de véhicules terrestres des unités des forces spéciales. Dans ce cadre la commande des VTCFS (véhicules tactiques de combat des FS) a été passée fin 2015 par la DGA.

Le COS et la composante « forces spéciales »

Créé en 1992, le Commandement des Opérations Spéciales (COS) est constitué d'un état-major opérationnel et des unités de forces spéciales des trois armées mises sous son commandement pour les opérations ou les entraînements. L'équipement des unités FS relève quant à lui de leur armée respective, le COS veillant à l'interopérabilité des unités entre elles.

Comme indiqué en 2013 dans le livre blanc sur la défense et la sécurité intérieur, toutes les opérations récentes ont démontré que l'outil « Forces spéciales » était une capacité de premier plan, particulièrement adaptée au besoin de réaction dans l'urgence, en souplesse et dans la profondeur contre un dispositif hostile ou complexe.

Aujourd'hui, la composante « forces spéciales » a ainsi franchi une étape en s'imposant comme un élément indispensable aux succès des opérations extérieures en particulier dans la lutte contre les réseaux terroristes.



VFS en opérations

Genèse du programme véhicule des forces spéciales (VFS)

Le COS a entrepris depuis 2011 une démarche structurante d'homogénéisation du parc des véhicules de combat et d'appui utilisés par les unités des forces spéciales (FS).

Appuyés par l'Etat-Major des Armées dont dépend le COS, les travaux menés avec la STAT et la DGA ont permis d'aboutir à la création d'une opération d'armement dédiée au renouvellement de toute la flotte hétérogène des véhicules employés actuellement : P4, VLRA véhicules anciens d'une part et véhicules de patrouilles spéciales (VPS type Panhard et Land Rover) d'autre part.

Les forces spéciales et les programmes d'armement

Pour se mettre en ordre de bataille en réponse à cet enjeu, le COS a entrepris de professionnaliser ses compétences dans le domaine capacitaire pour peser dans les expressions de besoins. Il s'agit que les équipements qui intéressent les forces spéciales soient nativement conçus pour répondre aux besoins spécifiques des opérations spéciales. Dans ce contexte, le rôle de l'officier de liaison de la DGA a été déterminant, notamment en veillant à la fluidification des échanges entre les différents acteurs COS, EMA et bien entendu DGA.

Ainsi, dans le cas du programme VFS et plus particulièrement du contrat VTCFS notifié à

RTD fin 2015 par la DGA pour la fourniture des VLFS (véhicule léger des forces spéciales) et PLFS (poids lourd des forces spéciales), la concertation a été menée tout au long de l'année 2015 de façon très réactive et a permis de trouver la bonne solution pour fournir aux forces spéciales les premiers véhicules dans des délais très courts. Cela s'est traduit par la définition d'un premier standard de PLFS compatible d'une livraison de 25 véhicules dès 2016 soit en moins de douze mois après notification.

Perspectives

2016 est donc une année charnière avec la livraison des premiers PLFS ainsi que les premiers prototypes VLFS qui débiteront les essais de qualification.

Cette opération constitue une véritable avancée pour le COS aussi bien pour le remplacement des véhicules éreintés utilisés actuellement que pour l'homogénéisation des parcs de véhicules des trois armées.

Au travers de cette première expérience de collaboration d'envergure avec la DGA, l'état-major du COS a démontré ses capacités à initier et à suivre les programmes et d'une manière plus générale à préparer l'avenir en termes capacitaires.

Dans la mesure où d'autres besoins pour les forces spéciales émergeront, il faudra réfléchir à des procédures adaptées aux spécificités de ces unités notamment en termes de rapidité d'exécution contractuelle, discrétion de l'acquisition et haut niveau de performance assurant en permanence la supériorité opérationnelle des FS face à des adversaires qui s'adaptent et évoluent rapidement.

C'est dans cette optique qu'une concertation est actuellement menée avec les différents services de compétences du ministère et dans laquelle la DGA apporte toute sa part d'expertise et de capacité réactive. 



par **Grégory Bonnemains**

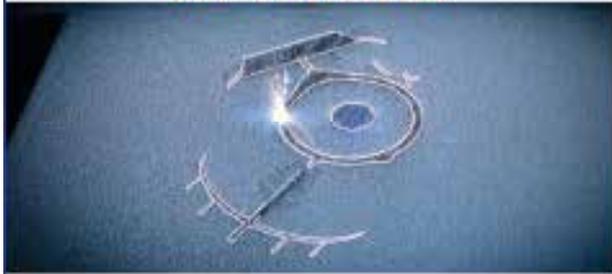
Ingenieur Principal des Etudes et Techniques d'Armement
Officier de liaison DGA à l'Etat-major du Commandement des Opérations Spéciales

VOLUM-e

3DComplexProduction



FABRICATION ADDITIVE - IMPRESSION 3D
QUALIFIÉE PRODUCTION



PIÈCES COMPLEXES

DE L'UNITÉ...

...À LA SÉRIE



DES MOYENS DIVERSIFIÉS
AU SERVICE DE VOS EXIGENCES

PIÈCES MÉTALLIQUES

Inconel 718/825,
Titan T40/T40C3,
Alum. A6310/A63004/7075,
Cobalt chrome,
Ince 316L,
Bronze

PIÈCES PLASTIQUES :
PA, ABS, PMMA, PI

TYPE MATIÈRE :

Transparent, laqué massif,
Souple, Dur, Bi-matériau

FINITIONS :

Polissage, Sablage,
Galvanisation, Peinture,
Métallisation, Chromage

DIMENSIONS

FAM 400x400x400
FAP direct 250 x 400 x 350
FAP litrage 550 x 550 x 460
CM 4500 x 1800 x 400



CERTIFICATIONS



Qualité production



CONTACT

Hervé MICHEL
Directeur commercial

+33 (0) 32 97 53 00
+33 (0) 6 80 07 42 96
herve.michel@volum-e.com

www.volum-e.com

SAPEM

LA SECURITE PRIME



SOLUTIONS INNOVANTES

LEVAGE, MANUTENTION, ARRIMAGE



LA ROBOTIQUE TERRESTRE SUR LE CHAMP DE BATAILLE

Longtemps confinée aux laboratoires, la robotique terrestre atteint un degré de maturité qui permet aujourd'hui un déploiement opérationnel mais il reste de nombreux défis encore à relever.



par **Eric Moline**, IPETA

■ Architecte robotique terrestre

Depuis ses débuts au Centre d'Expertise Parisien, puis au département Robotique et Mini-drones de DGA Tt (Bourges), Eric Moliné s'intéresse aux problématiques de cartographie en environnement inconnu, des architectures de contrôle et de perception. Aujourd'hui, Architecte Robotique Terrestre, il prépare les futurs projets de la DGA en robotique terrestre.



par **Arnaud Ramey**, IA

■ Expert robotique terrestre

Après une formation internationale par la recherche et l'obtention d'une thèse, Arnaud Ramey (X06) est chargé d'expertise en robotique terrestre à DGA TT. Il suit divers projets pour la grosse robotique, traitant de téléopération en conditions difficiles ou d'autonomie.

Même si la robotique terrestre existe depuis plusieurs décennies dans l'imaginaire collectif à travers les œuvres de science-fiction, son arrivée et son utilisation dans des contextes opérationnels est assez récente. Aujourd'hui, les systèmes robotiques utilisés dans les forces armées répondent au triple besoin dit des 3D (Dull, Dirty, Dangerous) : ils permettent d'automatiser des tâches répétitives, de travailler en environnement « sale » (NBC), ou d'éloigner le soldat de la menace. Les forces américaines sont pionnières en ce domaine et ont amorcé cette tendance avec l'utilisation des robots Packbot commercialisés depuis 1998 par la société américaine iRobot. Plus de 2000 exemplaires de ces robots, équipés de chenilles, d'un bras articulé et d'une caméra équiperaient les forces américaines. La Russie, qui a affirmé récemment sa volonté de robotiser à court terme une partie de son armement, inclut aujourd'hui des systèmes téléguidés dans ses exercices, et prévoit demain leur utilisation sur ses théâtres. La France, de son côté, possède un fort potentiel de recherche et de développement en robotique militaire. Si l'utilisation des systèmes non habités n'est pas encore généralisée au sein des forces, le génie s'est déjà équipé de moyens. Depuis la première guerre du Golfe, l'armée de terre dispose d'AMX30 B2 DT permettant, depuis un poste de contrôle installé dans un VAB, de procéder, essentiellement, aux opérations d'ouverture de brèches. Eminemment exposées les équipes d'ouverture d'itinéraires ou de déminage ont acquis des mini-robots (terrestres ou aériens) capables



L'AMX 30 B2 DT (Déméter) avec système de déminage - © iRobot

d'approcher, analyser, manipuler et neutraliser des objets suspects. Depuis 2007, les DROGEN (drone du génie) et MINIROGEN (mini robot du génie) destinés à des interventions en intérieur ou en extérieur et dans des zones confinées pour des actions d'observation ou de destruction, équipent les forces du Génie. D'autres systèmes robotisés sont également en dotation pour des tâches spécifiques.

Enfin, les prochaines étapes du programme Scorpion prévoient l'emploi de la robotique dans de nombreux futurs systèmes de l'Armée de Terre, mini robotique pour les fantassins débarqués, robots de type Mule en accompagnement logistique, kits de téléopération pour véhicules déjà existants ou encore le Module d'Appui au Contact qui disposera nativement de fonctions de téléopération.

Toutefois, la majorité des systèmes actuels souffre de limitations qui sont autant de défis pour le futur, que ce soit dans le domaine de la perception de l'environnement, de l'interface homme machine et évidemment dans le domaine de l'autonomie décisionnelle.



Le MINIROGEN en milieu naturel, équipé d'un module d'observation - © DGA TT



La plateforme américaine iRobot PackBot - © iRobot



Le DROGEN en milieu naturel, équipés d'un module d'observation
- © DGA TT

En premier lieu, contrairement aux milieux homogènes tels que l'aérien ou le maritime, le milieu terrestre est globalement très complexe, cloisonné, hétérogène, changeant, possédant de nombreux masques, obstacles aux communications... Ainsi, les petits systèmes à roues ou à chenilles, rencontrent des difficultés pour se mouvoir dans ces environnements déstructurés typiques d'un théâtre d'opération. On pourra noter à ce titre le récent témoignage du RAID sur la difficulté à opérer un système robotisé lors de leur intervention dans l'immeuble de Saint Denis. S'inspirant de la locomotion animale, des prototypes de robots à pattes existent déjà et permettent d'explorer d'autres types de mobilité. Ainsi, la plateforme démonstrateur quadripède *Big Dog*, de la société américaine Boston Dynamics, s'inspire de la locomotion du chien. Les robots bipèdes sont également à l'étude dans un cadre essentiellement porté par le monde civil : la dernière édition du DARPA Robotics Challenge, tenue l'an dernier, a opposé 25 plateformes humanoïdes d'équipes académiques et industrielles sur un enchaînement de tâches dans un environnement post-catastrophe. La France n'est pas en reste sur ce secteur avec par exemple le petit humanoïde Nao d'Aldebaran sélectionné pour la RoboCup (championnat du monde de robotique) ou les exosquelettes développés dans le cadre de projets RAPID par la société RB3D.

Dans le domaine de la téléopération de systèmes lourds et pouvant évoluer à vitesse importante, notamment dans le cadre de futurs convois mixtes habités/non habités, il s'agira de réduire les délais de latence qui ne permettent pas à ce jour d'avoir un comportement parfaitement sain, condition nécessaire pour l'acceptation de ce genre de convois sur route ouverte. S'agissant toujours de réglementation, on voit aujourd'hui apparaître des voitures de plus en plus autonomes (exemple de la Google Car mais bien d'autres projets, y compris français,

sont en cours de développement) qui se déplacent dans un environnement coopératif (feux rouges, panneaux de signalisation, lignes blanches...). Cet environnement n'est pas celui que rencontreront les systèmes robotisés militaires, de ce fait il est nécessaire de faire encore progresser les capacités de perception et d'interprétation grâce à de nouveaux capteurs : la démocratisation de imageurs de profondeur RGB-D (Red+Green+Blue+Depth, comme la technologie Time of Flight utilisée par la Microsoft Kinect 2) et des capteurs laser 2D bas coût contribue pleinement à ces progrès notamment en environnement intérieur. L'exploitation d'images de caméras dites « plénoptiques » ou « *light-field* », systèmes passifs travaillant en lumière naturelle, devra également être étudiée. Se déplacer s'est également se positionner, notamment en environnement dépourvu de signal GPS, de nouvelles technologies sont en cours de développement et seront prochainement testées.

Enfin, les robots terrestres militaires actuels, télécommandés à distance par un opérateur dédié, ont une autonomie décisionnelle très limitée et de grands progrès en termes d'intelligence artificielle sont nécessaires pour leur permettre de s'adapter à une situation tactique donnée. Afin de diminuer la charge cognitive des opérateurs dont la mission reste avant tout le combat, de nouvelles perspectives seront peut-être offertes grâce aux récents progrès dans le domaine de l'intelligence artificielle, notamment grâce au deep learning. Le contournement d'obstacles (positifs ou négatifs), l'ouverture automatique de portes, le franchissement autonome d'escaliers, l'intégration de système de détection et d'alerte représentent ainsi les premières améliorations souhaitables et accessibles pour les futurs systèmes robotisés. La notion de combat collaboratif

est également présente dans le monde de la robotique : de premiers travaux au titre du PEA ACTION avec l'ONERA ont permis de démontrer l'utilité de la collaboration multi-robots dans le déroulement d'un scénario de reconnaissance, la poursuite de ces études devra permettre l'optimisation des coopérations entre systèmes non habités et bien sûr avec l'homme.

Au-delà de ces progrès techniques, la mutation s'accompagnera également de questions éthiques délicates ainsi que de nouvelles failles juridiques à combler en fonction des capacités que l'homme sera prêt à laisser à la machine. En définitive, malgré la réalité des déploiements opérationnels de la robotique en téléopération, la place de l'homme dans la boucle (man in the loop) ou en supervision (man over the loop) restera primordiale. On peut ainsi raisonnablement affirmer que la guerre des clones du film la guerre des étoiles où il n'y a plus de soldats sur les théâtres ou encore un combat contre un Terminator venu du futur ne sont pas les combats qui sont envisagés dans un proche avenir... ☹

ELBI

MATERIEL MILITAIRE
Sécurité dans les zones minées

B.P. 30031 - Allée des Platanes
65501 VIC-EN-BIGORRE
Tél. : 05 62 96 88 70
Fax : 05 62 96 28 60
Mail : contact@elbi.fr

LE FROID EST UNE SENSATION DE CIVIL RETOUR D'EXPÉRIENCE ET ENJEUX

Chaque métier a son vocabulaire, et on dit souvent que pour paraître spécialiste il suffit de maîtriser l'emploi de 200 mots. Sans compter les aphorismes et les acronymes : dans le terrestre, c'est plus !

Plusieurs aphorismes ont été inventés par l'auteur pour se faire comprendre des terriens.

La langue

Dans un premier compte, 200 mots ne suffisent pas : un document de doctrine moyen utilise plus de 200 acronymes, et un général auditionné par l'Assemblée a cité plus de 120 équipements.

« La rhétorique n'a aucun besoin de savoir ce que sont les choses dont elle parle ; simplement, elle a découvert un procédé qui sert à convaincre, et le résultat est que, devant un public d'ignorants, elle a l'air d'en savoir plus que n'en savent les connaisseurs »

Platon (Dialogues)

Le terrestre c'est exactement le contraire : zéro rhétorique, beaucoup d'expérience... et de sigles. Ce besoin d'utiliser des sigles inaccessibles au profane s'est transmis à la presse spécialisée, qui ainsi prouve sa compétence par le bon emploi du jargon.

- Le terrestre c'est comme un bouquin de maths : si t'as pas suivi le début, t'es perdu. Réciproquement, si tu n'utilises pas de sigles ; ils sont perdus

- Dans la langue administrative, supprimer les belles expressions toutes faites ne change rien au sens ; dans le terrestre c'est le contraire

- Les marins sont persuadés que seul un marin peut parler aux marins

Les aviateurs pensent que dès que ça vole seuls les aviateurs comprennent la sécurité

Les terriens ne comprennent que de ce qui a été traduit dans leur langue, et pensent qu'ils sont

les seuls à pouvoir traduire dans une langue qui leur est compréhensible

- Si tu veux être écouté, tu commences ta présentation en écrivant l'IM, tu cases l'EFR, du BFT et un DIA et tu termines par l'EM de la QRF

Le biffin c'est celui dont l'habit est peu coloré : dans l'armée de terre, c'est le fantassin ; vu des autres armées, c'est un terrien. Peut-être que c'est pour ça que ses planches sont presque toujours enluminées. D'ailleurs, si tu ne mets pas de couleurs, ils ne comprennent pas.

- Il y a des schémas qui piquent les yeux
- Ce papier, il est fait pour être écrit, il est pas fait pour être lu

Concis voire elliptique sur le terrain, le terrien se rattrape une fois dans son bureau : du coup la communication entre les bureaux et le terrain est un vrai problème. Des exemples :

« Déployé depuis plus d'une dizaine d'années, ce système a atteint sa maturité et donne aujourd'hui entière satisfaction à des utilisateurs qui ont consenti par ailleurs des efforts considérables d'appropriation. C'est bien pour cette raison que l'armée de terre a fait le choix de capitaliser sur cet investissement pour mettre en œuvre une version modernisée de son application, sans évolution fonctionnelle notable, mais selon une architecture simplifiée garantissant à terme une diminution significative des charges d'exploitation. » (note du CEMAT)

Traduction : cafouillant depuis 10 ans, le système informatique demande un tel travail des utilisateurs qu'il est absurde, et je demande une nouvelle version qui, elle, marchera

Version terrain : si on te demande, tu dis que ça marche

Dans un document sur la formation aux réseaux informatiques : « l'officier devra maîtriser les situations d'exception au combat par ses qualités d'endurance, de force de caractère et volonté, d'esprit de décision, de jugement, d'audace et d'abnégation dans l'exécution de sa mission. »

Version terrain : tu zappes

Il n'existe cependant que peu de marge de manœuvre pour envisager des actions concrètes plus ambitieuses

Version terrain : oublie

Honneur et débrouillardise

Ce qui caractérise le terrestre : la valeur des hommes, la primeur de l'expérience sur la technicité, l'adaptabilité. La communication c'est le garde-à-vous et les honneurs, la devise et l'histoire, les hommes et ensuite seulement les moyens et les effets

- Le froid est une sensation de civil
- 45 degrés, les hommes ça va mais le matériel souffre
- Ce n'est pas un temps pourri c'est un temps pédagogique
- Un bon officier reco a les chaussures sales
- Les matériels étaient ce qu'ils étaient, la volonté et la motivation des hommes ont fait le reste
- On est à l'os / On n'a plus aucune marge de manœuvre / On est à l'extrême limite de nos possibilités. Le terrien doit être saturé : sinon, il se sent dévalorisé.
- Corolaire : quand c'est saturé, on peut toujours ajouter une charge, ça fonctionne encore
- Toujours garder de la marge

Au test d'évaluation finale du commando Hubert, l'instructeur demande au stagiaire (hyper motivé) de sauter en mer avec son barda et de tenir sous l'eau le plus longtemps possible. Le stagiaire émerge quand il ne peut pas tenir une seconde de plus. Alors l'instructeur lui enfonce la tête sous l'eau et le sort groggy : « dernière leçon : toujours garder de la marge ». Il paraît qu'on n'oublie pas...

- Quand on va tuer quelqu'un c'est pas la peine d'être poli
- C'est pas forcément des grands spécialistes du droit pénal
- = y'a intérêt à ne pas les laisser seuls
- C'est les hasards de la cinématique



par Denis Plane, IGA

= les entorses à petite dose

- Des personnels extrêmement compétents
- = on peut s'attendre à de beaux bricolages
- J'avais un adjudant-chef débrouillard
- = personne ne sait plus comment ça marche

Robustesse et flexibilité : derrière les équipements, des hommes !

- La direction des armements terrestres était la DCQPJV : direction du cambouis, quincaillerie, pétards et jeux vidéo
- Maintenant le métier à la DGA c'est la mise en système
- La technique c'est d'abord SMI : simple, militaire, indérégable.
- Dans le terrestre on recycle à tours de bras : les phrases, les véhicules, les colonels
- Les véhicules c'est comme la bouffe, il faut d'abord manger le pain rassis
- = Les matériels les plus performants, il faut les garder en réserve au cas où
- Le matériel, c'est pas fait pour servir, mais pour être passé en revue
- La gestion des rechanges c'est facile : dans les casernes, dans chaque armoire on trouve du PQ

- A force de faire avec ce qu'on a on finit par s'en contenter
- La France a les ambitions des USA avec les moyens de la Moldavie
- = toujours critiquer les moyens, pas les hommes

La discipline et la hiérarchie

- On aurait pu le faire en 6 mois, avec les mutations ça a pris 2 ans
- Quand les tuyaux sont longs ça fait plein de mousse
- = dans une chaîne décisionnelle trop longue, chacun cherche à se faire valoir
- Y'avait une densité d'étoiles pire que dans un trou noir
- = on obéit à un chef, pas à une assemblée indécise
- Tu veux être le seul à savoir marcher sur les mains, te plains pas d'avoir mal aux poignets
- Les directives ? Plus c'est oral moins c'est transmis, plus c'est formalisé moins c'est lu

Les expressions imagées et les euphémismes

- Le Moyen-Orient est toujours une zone consommatrice de matériels de défense

- C'est ça le maintien de la paix ? P... , quand ça va être la guerre, ça va chier !
- On va sortir les insurgés à la fourchette à es-cargots
- J'ai rien contre la fumée mais j'avale pas
- Ça fait mal la tête (sic)
- Quand un canon à merde explose c'est toujours du côté de la culasse

Moralité : ces belles expressions renforcent la cohésion, la fierté du métier et de l'appartenance à un milieu peut-être difficile à percevoir...

mais ne reflètent qu'indirectement 3 inconvénients : les matériels sont moins longs à développer, et donc sont souvent moins prioritaires en planification financière ; ils ressemblent à ceux du civil, et peuvent faire penser aux civils en question qu'ils sont faciles à acquérir et qu'on pourra les adapter sans réserve ; ils sont, pour les plus simples, très répandus, ce qui masque la complexité industrielle. Pas facile!

Mais passionnant : les «petits» équipements lancent très vite le jeune ingénieur au cœur des responsabilités et des opérations, et surtout les terriens et le terrestre forment un tout très divers et attachant. 🇫🇷

Quelques abréviations terrestres de ce magazine qu'il FAUT connaître

ACS	Article de Configuration Scorpion	FELIN	Fantassin à Equipements et Liaisons Intégrés	RIF NG	Réseau d'Information Felin Nouvelle Génération
AIF	Arme Individuelle Future	FOT	Force opérationnelle terrestre	RT	Rayé-tracté (pour un mortier)
ALI	Arme légère d'infanterie	FS	Forces spéciales	SCCOA	Système de Commandement et de Conduite des Opérations Aérospatiales
BIA	Brigade interarmes	GCOS	Général commandant les opérations spéciales	SCORPION	Synergie du COn tact Renforcé par la Polyvalence et l'Informatisation
BOA	Bulle opérationnelle aéroterrestre	GICAT	Groupement des industries de défense et de sécurité terrestre et aéroterrestre	SCV	Système de commandes de vol
C4I	Command-Control-Communications-Computer-Intelligence	GME	Groupement momentané d'entreprises	SdS	Système de Systèmes
CAESAR	CAmion Equipé d'un Système d'Artillerie	GPR	Ground penetrating radar	SDTI	Système de Drone tactique intérimaire
CARAPE	Capacité de Réaction et d'Anticipation pour la Protection vis-à-vis des Engins explosifs improvisés	GTIA	Groupement Tactique Inter-Armes	SGTIA	sous-GTIA
CATOD	Centre d'analyse technico-opérationnelle de la défense	HUMS	Health and Usage Monitoring System	SIA	Système d'Information des Armées
CENTAC	Centre d'Entraînement TACTIQUE de Mailly-le-Camp	I3D	Intervenants de la Troisième Dimension	SIC	Système d'information et de communication
CENZUB	Centre d'Entraînement aux actions en Zone Urbaine	IED	Improvised Explosive Device	SICF	Système d'information pour le commandement des forces
CERBERE	Centre d'Entraînement Représentatif des espaces de Batailles Et de Restitution des Engagements	IM	Instruction militaire	SICS	Système d'Information et de Combat SCORPION
CI3D	Coordination des I3D	ISTAR	Intelligence, surveillance, target acquisition & reconnaissance	SIL	Système d'information logistique
CICDE	Centre interarmées de concepts, doctrines et expérimentations	LPM	Loi de programmation militaire	SIM@T	Système d'Information du Matériel de l'Armée de Terre
CICS	Conseil des industries de la confiance et de la sécurité	LRLU	Lance roquette unitaire	SIMMT	Structure intégrée du MCO des matériels terrestres (voir MCO)
CMD3D	Centre de management de la défense dans la 3 ^e dimension	LTO	Laboratoire Technico-Opérationnel	SIR	Système d'information régimentaire
COFIS	Comité de la filière industrielle de sécurité	MCO	Maintien en Condition Opérationnelle	SISPEO	Simulateur d'Interfaces hommes-machines SPécialisé dans les études d'Organisation
COMIDENTIF	Comités d'identification des enseignements	MEPAC	Mortier Embarqué pour l'Appui au Contact	SIT	Système d'information terminal
CONTACT	COmmunications Numériques TACTiques et de Théâtre	MGCS-CIFS	Main ground combat system - Common indirect fire system	SIT COMDE	Système d'Information Tactique du COMbattant DEbarqué
COS	Commandement des opérations spéciales	MGM	Munition guidée de mortier	SITALAT	Système d'information terminal de l'ALAT
CPCO	Centre de planification et de conduite des opérations	MINIROGEN	MINI Robot du GENIE	SLI	Soutien Logistique Intégré
CPOIA	Commandement pour les opérations interarmées	MMP	Missile Moyenne Portée	SPO	Système de préparation opérationnelle
DMD	Délégué militaire départemental	MP	Maintenance prévisionnelle	SSI	Sécurité des systèmes d'information
DTO	Disponibilité Technico-Opérationnelle	MSO	Mise en Service Opérationnel	STAT	Section Technique de l'Armée de Terre
EBMR	Engin blindé multi-rôles	NCS	Niveau Capacitaire SCORPION	STB	Spécification Technique de Besoin
EBRC	Engin blindé de reconnaissance et de combat	NCT	Nœud de Communications tactiques	STC	Simulateur de Tir de Combat
EDA	European defense agency	NRBC	Nucléaire Radiologique Bactériologique et Chimique	UM TER	Unité de Management Opérations d'armement TERrestres
EDPI	Equipe De Programme Intégrée	NUMTACT	NUMérisation des unités TACTiques	VAB	Véhicule de l'Avant Blindé
EEl	Engin explosif improvisé (voir IED)	OEM	Objectif d'Etat-Major	VAB TOP	Véhicule de l'avant blindé avec tourelleau téléopéré
EMA	Etat-Major des Armées	OER	Opération d'expérimentation réactive	VBAE	Véhicule blindé d'aide à l'engagement
EMAR	European military airworthiness regulations	OP	Officier de Programme	VBCI	Véhicule Blindé de Combat d'Infanterie
EMAT	Etat-Major de l'Armée de Terre	OPEX	Opération Extérieure	VBMR	Véhicule Blindé Multi-Rôles
EPDI	Equipes de programme intégré	PANTERES	Préparation des Nouvelles Technologies pour les Evolutions Scorpion	VFS	Véhicules des forces spéciales
ETO	Etude Technico-Opérationnelle	PEA	Programme d'études amont	VLFS	Véhicule Léger des Forces Spéciales
FCM	Fiche de caractéristiques militaires	PLFS	Poids Lourd des Forces Spéciales	VLRA	Véhicule léger de reconnaissance et d'appui
FCS	Force d'Expertise du Combat SCORPION	PPT	Porteur Polyvalent Terrestre	VLTP	Véhicules Légers Tactiques Polyvalents
		PR4G	Poste Radio de 4ième Génération	VPS	Véhicules de patrouille SAS
		PROPHETE	Etude technico opérationnelle sur la maintenance prévisionnelle appliquée aux véhicules terrestres	VTCFS	Véhicules tactiques de combat des forces spéciales
		PVP	Petit véhicule protégé	XLR	Char Leclerc Rénové
		RAPID	Régime d'appui aux PME pour innovation de défense		
		RE	Rayé/Embarqué		
		RETEX	Retour d'expérience		

LA RÉGLEMENTATION REACH : UN ACCÉLÉRATEUR D'OBSOLESCENCES... ET D'INNOVATIONS

Le règlement REACH impose des contraintes aux conséquences potentiellement importantes sur les programmes d'armement. La solution fiable est de trouver des substituts aux substances interdites ou qui sont susceptibles de le devenir. Pour cela, une seule posture à adopter : anticiper.

Le règlement européen n°1907/2006 « Registration, Evaluation, Authorization of Chemicals », dit « REACH » a été promulgué en 2007. Son influence est maintenant réelle, les premières interdictions de substances étant effectives depuis l'été 2014. Dit brièvement, ses objectifs sont de recenser les substances chimiques utilisées en Europe (dans les produits comme en phases de production), puis d'en interdire progressivement les plus dangereuses, pour la santé humaine ou l'environnement. Une fois recensées, les substances les

plus préoccupantes sont inscrites au « registre d'intention », puis dans la « liste candidate », et enfin dans l'annexe XIV, avec une date de bannissement associée.

Ces interdictions de substances font disparaître des solutions technologiques. L'enjeu pour la Défense peut alors aller jusqu'à l'impossibilité de fabriquer un constituant parfois essentiel d'un système d'arme. Comme par exemple le canon d'un véhicule blindé. Là, le coupable est le trioxyde de chrome, essentiel dans le traitement de surface des métaux, mais qui sera interdit à partir de 2017.

Face à cela, la substitution est la meilleure solution. Voire la seule qui soit pérenne. Encore faut-il qu'un substitut soit identifiable et qualifiable avant l'entrée en vigueur de l'interdiction : ce n'est pas toujours le cas.

Afin de gagner le temps nécessaire pour substituer (ou atteindre la fin de vie), il existe deux autres solutions temporaires :

La première est l'autorisation, pour un usage précis. Elle doit faire l'objet d'une demande argumentée auprès de l'agence européenne des produits chimiques (ECHA). Son instruction est longue, environ 18 mois, et ce délai s'ajoute à la durée nécessaire au montage du dossier (un à deux ans). Cette solution est coûteuse, de 150 k€ à plusieurs millions d'euros, selon le dossier. La durée de validité de l'autorisation est limitée à quelques années (4, 7 ou 12 ans). Et personne ne peut prédire quelle sera la décision finale.

La seconde est l'exemption défense, accordée uniquement sur le territoire national pour les intérêts de la Défense nationale. On pourrait penser que c'est la solution toute trouvée pour les systèmes d'armes : fausse bonne idée à laquelle il faut tordre le cou, car l'exemption implique un risque juridique nettement plus

conséquent. Au lieu d'un organisme indépendant ECHA (European Chemical Agency) validant que les avantages de continuer à utiliser la substance, notoirement dangereuse, l'emportent sur les risques, cette décision est prise par l'État, pour ses besoins propres... De quoi rendre frileux les Ministres en charge de la Défense et de l'Environnement, qui cosignent... ou pour le moins, de quoi justifier l'exigence d'un dossier de maîtrise des risques particulièrement argumenté.

L'anticipation est donc la clef pour REACH. Anticiper pour identifier le risque et le traiter. Car identifier le risque n'est pas si simple : il faut notamment relier le nom chimique, souvent peu connu, au nom usuel. Cela suppose également une communication importante dans la chaîne d'approvisionnement.

Le faire très tôt permet de répondre aux consultations publiques de l'ECHA (European Chemical Agency). Souvent négligée, cette action permet de faire connaître les usages problématiques, et ainsi tenter de retarder, voire éviter, une interdiction. A cette fin, la DGA entretient, avec l'aide des industriels volontaires, une base de données reliant les substances aux usages Défense. Elle peut ainsi faire valoir les intérêts Défense, en se coordonnant avec les industriels concernés et d'autres ministères de la Défense en Europe.

REACH est encore en mouvement. Les interdictions de substances évoluent et continueront d'évoluer encore longtemps. Mais il y a un avantage à tout ceci : en faisant disparaître des solutions utilisées parfois depuis des dizaines d'années, REACH contribue à supprimer la barrière à l'entrée de technologies innovantes, qui peuvent se révéler plus performantes !



par **Xavier Grison, IGA**

Responsable du pôle « Matériaux, Composants et Maîtrise des risques environnementaux »

Après l'X et une thèse en physique des solides, Xavier Grison a commencé à la DGA comme responsable des études sur les MEMS (ou microsystèmes), puis à différents postes relatifs à l'électronique. Il devient ensuite responsable du pôle « matériaux & composants », auquel viendront s'ajouter un peu plus tard les thématiques environnementales : écoconception et respect des réglementations, dont REACH.

ARMEMENTS DE POINTE, SOLDATS AU TOP

Les Techniques d'Optimisation du Potentiel (TOP®) sont nées dans les armées au début des années 90. Inventées et mises au profit du Bataillon de Joinville à l'Ecole Interarmées des Sports (EIS), elles ont été rapidement adaptées et intégrées au plan Facteur Humain de l'armée de l'Air, au profit des pilotes de chasse.

Les TOP du docteur Perreaut sont aujourd'hui transmises dans nombre de régiments et notamment au sein des forces spéciales.

Leur définition : les TOP sont une méthode de préparation mentale relevant d'une approche pédagogique faisant appel aux procédés que sont la respiration, différentes techniques de relaxation et dynamisation, l'imagerie mentale et le dialogue interne.

Leur vocation : « Rendre meilleur » ! Comment ?

En nous permettant de prendre conscience des différents types de stress, internes et externes, des comportements et réactions induits et ainsi déterminer des stratégies à mettre en œuvre pour être performant, le rester ou le devenir. Ces techniques furent d'abord implémentées au cœur de l'armée de l'air dès 1994 pour augmenter les performances des pilotes et limiter le taux d'attrition.



par **Laurent Sauriat**

■ **Sophrologue, expert TOP**

Préparateur physique au service de l'armée de l'air, notamment pour les pilotes de chasse, Spécialisé dès 1999 dans l'approche mentale et neurocognitive, et nommé expert TOP en 2011 au regard de son travail et de ses nombreuses missions. Il fonde son entreprise TOP Consulting en 2015.



Entraînement de chuteurs opérationnels au dessus de Calvi

Bien plus tard, le conflit Afghan amena l'armée de terre à proposer un SAS de fin de mission. Les TOP prirent alors toute leur importance en tant qu'outil de régénération au service de l'humain.

Si l'Institut de Recherche Biomédicale des Armées (IRBA) a toujours été le support validant les essais du docteur Perreaut, elle a étudié et constaté les effets bénéfiques des TOP sur la régulation du sommeil et l'optimisation de la vigilance, de la concentration et ses capacités à prévenir le burn-out.

Le docteur Chénnaoui prouvait ensuite l'importance du sommeil dans la prévention des états de stress post traumatiques et recommandait ainsi la pratique des TOP comme indispensable avant, pendant et après mission. En parallèle, ces outils étaient mis en place dès 2008 au sein de l'Escadron de Formation des Commandos parachutistes de l'armée de l'air.

L'objectif était, pragmatique : acculturer dès le début de leur formation les commandos afin d'optimiser leur performance à travers la gestion de la fatigue, des émotions, du stress et favoriser leurs apprentissages tout en conservant des valeurs de rusticité et de don de soi. Les approches cognitives et comportementales, pédagogiques trouvaient alors tout leur sens dans la pratique du tir de combat mais aussi lors de séances de parachutisme militaires. La pratique des TOP, après un enseignement de base, se révéla d'une efficacité redoutable pour un exercice de mémorisation de cartes nécessaire pour les marches de nuit sans boussole puis sans carte : l'Homme confiant, plus efficace que l'Homme stressé ! Les entraînements avant missions réelles purent commencer et, quelques années plus tard, les TOP faisaient partie intégrante du paquetage de base du commando de l'air pour ses missions.



Les premiers moniteurs furent formés au sein des escadrons parachutistes, tous grades confondus et la note interarmées modifiée.

Les retours positifs d'expérience au combat ou en entraînement étaient pléthores.

Certains nous renseignaient sur des phénomènes de temps, d'espace temps liés au stress. C'est ainsi que nous avons recueilli des dizaines de témoignages de militaires. Ceux-ci traitent des éjections en théâtre hostile et non hostile, des procédures de secours (PDS) en parachutisme (chez les chuteurs opérationnels des forces spéciales ou les parachutistes sportifs) et quelques retours d'expérience de contacts au feu vécus à bord d'aéronefs ou au sol par des camarades des Commando Parachutiste de l'Air, de la légion, des troupes de marine, des alpins.

Si les phénomènes de raccourcissement ou d'allongement du temps sont fréquents chez les sportifs de haut niveau ils se rencontrent aussi chez nos combattants.

Les exemples de l'éjection, des procédures de secours en parachutisme, des tirs lors de TIC (troupe in contact) sont frappants. Certains militaires sortent « tranquillement » de leur aéronef, bien installés sur leur siège et sont capables de lire une feuille volant doucement dans l'habitacle. D'autres, vivent l'espace temps entre la décision de libération et l'ouverture totale de la nouvelle voile tout à fait normalement alors qu'entre les deux poignées (libération et secours) l'espace temps s'étale anormalement en se relayant avec des affects profonds ou des pensées/ idées /sensations, des émotions puissantes.

A cet instant, certains parachutistes et/ou pilotes dont les sens sont exacerbés par l'eustress sont à même d'entendre l'extraction progressive ou le délovage de la voile de secours et de mémoriser puissamment ce moment là, de le vivre au ralenti.

D'autres, ont des flashes émotionnels avant la mise en action de la procédure salvatrice ou avant de pénétrer un bâtiment occupé afin de neutraliser des éléments hostiles (entendent ou voient des êtres aimés comme femmes, enfants, parents ou autres) totalement décorrélés du temps, puis agissent.

Certains font face ou plutôt vivent encore un discours interne de type déni, parfois associé à des images qui précèdent la gestuelle : « pas moi » ou « c'est mon tour » ; notamment chez les « mat para » qui sont responsables du bon fonctionnement du parc technique ou bien chez les instructeurs pilotes.

Ainsi, alors que nos ingénieurs et spécialistes armement travaillaient sur le matériel de haut niveau, l'armement du fantassin moderne, comme le système Félin ou tout autre type de missiles, d'aide à la visée, nos médecins et chercheurs militaires travaillaient sur l'homme et ses ressources propres.

C'est donc un tour de force qu'a réussi le docteur Perreaut en transférant puis en transformant ces recherches et en les adaptant à l'homme, pédagogiquement.

A ce jour, les TOP sont actuellement enseignées et appliquées dans nombres d'écoles militaires, de Polytechnique à Saint Maixent, de l'Ecole de l'Air au CNEC. Elles constituent un outil simple et magnifique au service de l'humain. Outil qui favorise et facilite la prise de décision, qui optimise la réussite de chacun et qui permet ainsi de créer ou renforcer la synergie du groupe.

Ces techniques sont considérées et utilisées aujourd'hui comme des outils de facilitation en terme de communication, de management et de coaching. Elles s'exportent au sein de grands groupes, comme EDF nucléaire, et de grandes fédérations sportives.

La circulaire n° 8378

N° 8378/DEF/EMA/CNSD/EIS/DREP parue au bulletin officiel des armées détaille les dispositions relatives aux TOP dans les armées :

Les TOP sont un ensemble de moyens et de stratégies mentales permettant à chacun de mobiliser au mieux ses ressources physiques et psychologiques en fonction des exigences des situations qu'il rencontre. Elles regroupent un ensemble de techniques cognitives, physiologiques, émotionnelles et comportementales qui fait appel aux procédés de base que sont la respiration, la relaxation et l'imagerie mentale (ou représentation mentale). Chaque technique proposée comporte un ou plusieurs de ces procédés, utilisés suivant différents protocoles établis en fonction de l'objectif recherché.

Ces techniques représentent une « boîte à outils » que chacun personnalisera et adaptera à ses besoins pour utiliser, en toute autonomie, la bonne technique au bon moment. Elles visent à rendre le pratiquant acteur de son apprentissage et conduisent à son autonomie. Les TOP présentent un intérêt dans la gestion du stress opérationnel et quotidien.

Dans le résultat des études de l'IRBA, les Techniques d'Optimisation du Potentiel :

- Ont un effet bénéfique à court et long terme sur le stress perçu (M. TROUSSELARD *et al.*)
- Favorisent la stabilité émotionnelle (M. TROUSSELARD *et al.*)
- Améliore la connaissance de soi (M. TROUSSELARD *et al.*)
- Augmentent le niveau de mindfulness donc une meilleure régulation du stress physiologique et psychologique chez des sujets sains comme malades et favorisent la résilience (M. TROUSSELARD *et al.*)
- Diminuent l'anxiété et ont des effets bénéfiques sur l'humeur (M. TROUSSELARD *et al.*)
- Améliorent la qualité du sommeil (S. CROSNIER)
- Favorisent la prise de décision (C. MILLET)
- Renforcent la cohésion des groupes (M. TROUSSELARD *et al.*)
- Améliorent les performances physiques et cognitives (E. PERREAUT-PIERRE)

L'INSEP ET LE SUIVI DES SPORTIFS DE HAUT-NIVEAU

LA TECHNOLOGIE AU SERVICE DE LA PERFORMANCE SPORTIVE

L'innovation technologique au profit de l'Armée de Terre est plus naturellement associée à la sophistication de l'armement, des véhicules, des télécommunications et à la numérisation du champ de bataille. Cependant, les valeurs de rusticité et de simplicité de l'Armée de Terre ne doivent pas faire oublier que l'innovation technologique peut être mise à profit de l'humain. Sans aller jusqu'à l'humain augmenté, cet article propose une immersion dans le milieu de sport de haut niveau à l'INSEP (Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance), où la technologie est mise au profit de la performance humaine. Un modèle dont les armées pourraient s'inspirer pour le suivi des combattant, ces derniers étant soumis à des contraintes proches de celles des sportifs de haut niveau.

L'INSEP (Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance) est situé au cœur du bois de Vincennes, est le berceau de l'excellence sportive française. Sur 28 hectares, l'INSEP accueille 27 pôles France et 630 athlètes de tous âges. L'INSEP est mondialement reconnue pour la qualité de ses infrastructures,, et régulièrement des délégations étran-



par **Virginie Ujlaky**

■ **Membre de l'équipe de France d'escrime**

13 fois championne de France, championne du monde junior en individuel et championne d'Europe en senior par équipes, Virginie Ujlaky a un palmarès imposant. Membre de l'équipe de France et de l'équipe de Hongrie, son expérience lui permet d'avoir du recul sur l'expertise technologique pour la performance sportive.



La cryothérapie

gères en stage. L'INSEP est un complexe pensé pour fournir aux athlètes une préparation optimale pour les grands événements sportifs, tels que les prochains Jeux Olympiques de Rio 2016.

En alliant recherche et dispense de soins, l'INSEP travaille en concert avec les fédérations sportives pour analyser l'activité des athlètes en situation compétitive, conseiller leur prise en charge, et innover sur leur préparation à la compétition. Le suivi des sportifs de haut niveau comporte un volet médical, mais également un volet de recherche médicale et d'expérimentations au profit de l'expertise de la performance.

Un Pôle Médical à la pointe de la technologie

Le dépassement de soi et les entraînements intensifs induits par la pratique sportive de haut-niveau peuvent mener à des blessures physiques. Les phases de blessures et de récupération sont difficiles à gérer pour l'athlète qui a tendance à vouloir retourner au plus vite dans l'arène de la compétition. Chaque blessure entraîne un temps de repos, coup de frein dans la préparation à de grands événements, que les athlètes souhaitent minimiser. Les complications peuvent s'avérer importantes si les traumatismes ne sont pas diagnosti-

qués et traités avec précision. C'est pourquoi, en complément d'un staff de médecins et de kinésithérapeutes propres à chaque fédération, l'INSEP a développé un pôle médical avant-gardiste et complet au sein des sites d'entraînement.

Regroupant une douzaine de spécialités médicales, 60 personnes dont 41 médecins, le Département Médical veille à la préservation de la santé des sportifs de haut niveau. Tout athlète intégrant l'INSEP doit se soumettre à un bilan infirmier et clinique bisannuel, un test d'effort, une échographie cardiaque, une exploration sensorielle (audition, vision) ainsi qu'un bilan psychologique, nutritionnel et dentaire. Tout au long de sa carrière à l'INSEP, l'athlète peut accéder à un centre de balnéothérapie (sauna, hammam, bassins chauds et froids, piscine avec aquabike) et de Cryothérapie Corps Entier à trois compartiments (-10°, -60° et -110°) unique en France, pour favoriser sa récupération et améliorer ses performances en traitant des pathologies musculaires et inflammatoires.

Dès qu'une blessure est diagnostiquée par les kinésithérapeutes fédéraux, l'athlète est pris en charge par les médecins sportifs du Département Médical qui ont à leur disposition un centre d'imagerie comprenant radiologie, IRM et échographie. Une fois le diagnostic établi, l'athlète est confié à l'équipe de kinésithérapeutes qui va prendre en charge son programme de rééducation et sera la seule habilitée à donner le feu vert pour un retour à l'entraînement.

Un Laboratoire de Recherche

En parallèle d'une mission de prévention, de suivi et de dispense de soins médicaux, le Département Médical est également impliqué dans des projets de recherche et d'enseignement à l'intention de médecins et personnels para-médicaux.

Le Département de Recherche a pour objectif principal de développer et promouvoir des connaissances et des savoir-faire scientifiques utiles pour les acteurs de la performance sportive. Ses principales actions auprès des Pôles France de l'INSEP visent à Analyser, Conseiller

et Innover autour de la performance sportive de haut niveau. Ainsi le laboratoire «Sport, Expertise et Performance» est organisé autour de 3 grandes missions thématiques:

- 1 - **stress** : Identification et optimisation des paramètres physiologiques, psychologiques et sociologiques liés au stress d'entraînement, de compétition ou de carrière sportive.
- 2 - **récupération** : Déterminants et conséquences physiologiques et psychophysiologiques de la récupération en sport.
- 3 - **geste sportif** : Caractéristiques et amélioration des facteurs neuromusculaires, neurophysiologiques et mécaniques du geste sportif.

L'ensemble des moyens à la pointe de la technologie contribue directement à la performance des sportifs. Leur transposition aux combattants mérite d'être étudiée notamment dans le cadre des phases d'entraînement. L'analyse du retour opérationnel pourrait aussi aider à mieux dimensionner les futurs systèmes dont ces combattants seront équipés demain. 



Radiall 

Radiall was founded in 1962 to make coaxial plugs for the emerging television industry.

Today, Radiall is a global manufacturer of high reliability interconnect components for numerous demanding industries including Aerospace, Defense, Industrial, Medical, and Telecommunications.

We recognize that relationships are based on trust.

We earn that trust by understanding the unique challenges you face and having the expertise to bring forward solutions specific to you and your industry.

Our expertise in interconnect technologies and intimate market knowledge combined with our accessibility make us valued partners to leading brands across the globe.

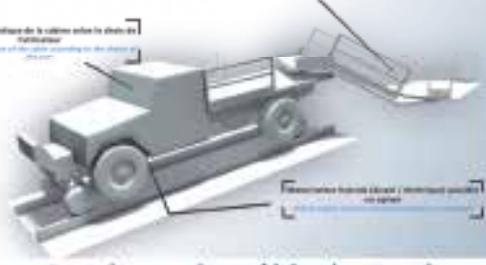
With expertise centers and manufacturing locations on 3 continents and 13 countries, Radiall provides its customers product innovation, personalized support, and superior logistics.



Radiall Paris - Group Headquarter
25 rue Madeleine Vionnet - 93300 AUBERVILLIERS
Tel: +33 1 49 35 35 75 / +33 6 12 17 49 43
e-mail : gerard.vallet@radiall.com
www.radiall.com



A découvrir
Hall 6 - Stand F751 

V.T.I.R. 

Concept unique de véhicule tactique d'intervention pour la lutte anti-terroriste dans les transports ferroviaires

HTT
HAMARD TACTICAL TECHNOLOGIES



A voir
maquette et
vidéo d'utilisation

Plus de renseignements : CONTACT@HAMARD-TACTICAL.COM
Site web : WWW.HAMARD-TACTICAL.COM
HTT S.A.S - 26 rue François Coppée, 77360 Verres-sur-Marne - France
Tél : +33 (0) 1 64 21 52 88

Les PME de défense françaises, grandes gagnantes des contrats Export

Rafales, frégates, hélicoptères et maintenant sous-marins, l'industrie de Défense Made in France s'exporte bien. Avec 16 milliards d'euros en 2015, le savoir-faire français en matière de Défense est à l'honneur. L'année 2016 pourrait d'ailleurs battre des records, cette réussite entraînant avec elle l'ensemble du tissu industriel des PME françaises.

L'histoire de Jacquelot PE a débuté il y a plus de 80 ans, se spécialisant très tôt dans la production de Packaging Electronique capable de résister à des conditions extrêmes.

Devenue, au fil des années, le leader français de cette spécialité, Jacquelot PE a su inventer les règles de l'art, au service des grands industriels de défense, aéronautique ou industriel, en innovant dans la conception et la mise au point de blindages toujours plus techniques et performants.

Intégrée dans les panneaux antennaires du système SPECTRA pour le Rafale, dans les antennes de guerre électronique de l'hélicoptère Tigre, dans des balises de tracking en environnement ATEX ou encore sur les antennes de goniométrie des sous-marins, toute la palette des savoir-faire Jacquelot PE est implantée au cœur des porteurs militaires faisant des annonces de contrats export, autant de bonnes nouvelles pour son activité.

En exemple, les ventes export de Dassault Aviation et la montée en cadence qui en découle amènent l'atelier Antennes Jacquelot PE à multiplier sa production par 4, gage de pérennité sur le long terme pour cette PME francilienne.

Portée par son histoire industrielle et son savoir-faire de fabricant reconnu, Jacquelot PE est devenu un partenaire majeur des phases d'étude et de développement des nouveaux équipements pour les forces armées.

Intégré en amont, son bureau d'études interne participe aux développements de systèmes sur les parties mécaniques, matériaux, électroniques et antennes pour certains programmes majeurs de la DGA.

Sur contrat étatique direct par des PEA, comme lors de la dernière invention d'un système de communication révolutionnaire pour sous-marin, ou par l'intermédiaire de grands groupes comme THALES, MBDA ou



NEXTER, le bureau d'études Jacquelot PE intervient au quotidien sur des projets d'innovation.

Un savoir-faire industriel fiable et reconnu par tous, associé à des forces internes d'innovation multi-métiers, telle est la valeur ajoutée incontestable des équipes Jacquelot PE.

Les projets en cours sur l'étude d'équipements en rupture technologique (fantassin du futur, senseurs pour drones, réalité augmentée miniaturisée et durcie, antennes SATCOM miniature...) offriront, à coup sûr, de nouvelles capacités importantes aux forces armées françaises et export.

Contact Jacquelot PE :
Yann JACQUIN - Directeur Général
yjacquin@jacquelot.com
Tél. : 01 30 66 75 57
3, Avenue Jean Rostand
78190 TRAPPES





HCS / LCS

HDO

HSO SAND

HSO MIL

Tout-terrain et toujours en piste !

Nous rendons vos missions possibles !

Il n'existe pas de terrains inaccessibles, mais uniquement des pneumatiques inadaptés...

Les conditions de mobilité difficiles requièrent des équipements spéciaux : nos pneumatiques « Special Operation » interviennent au delà des limites des profils conventionnels. Dans les situations de mobilité délicates, ils offrent d'excellentes performances que ce soit sur pistes, dans la boue ou le sable, ou encore sur routes dégradées. Vous pourrez toujours compter sur nos pneumatiques lorsque les conditions de mobilité se dégraderont et qu'aucune défaillance ne devra vous arrêter.

Notre gamme « Special Operation » est conçue pour relever tous les défis quels que soient les obstacles rencontrés : terrain boueux nécessitant des capacités de traction importantes, ou terrain agressif réclamant une conception du pneumatique extrêmement robuste afin d'offrir une plus grande résistance aux blessures. Nous disposons aujourd'hui de pneumatiques adaptés à toutes les situations et notre devise est la suivante : défier tous les types de terrain tout en garantissant une motricité et une durée de vie maximale.

Issue du croisement complexe entre nos gammes, poids lourds haute-performances et industrielles de grande robustesse, nous avons développé une ligne de produits « Special Operation », répondant aux conditions d'adhérence et de franchissement les plus extrêmes. Leur performance, leur capacité d'évolution et leur endurance ont fait leurs preuves sur les terrains les plus difficiles. Les pneumatiques « Special Operation » vous donneront mobilité et efficacité sur tous les terrains...



LA MEILLEURE RÉPONSE AUX CONDITIONS EXTREMES.



T9 / T9+ / T9F

MPT 80

MPT 81 / MPT 81 M*

Stabilité

Ceintures

Les ceintures de renfort assurent la rigidité de l'ensemble de la structure interne et protègent efficacement la carcasse.

Carcasse

La robustesse de la carcasse offre une résistance optimale aux impacts et aux blessures.

Mélange de Gomme

Les nouveaux mélanges de gomme tout-terrain permettent de réduire le nombre et la profondeur des coupures ou des déchirures de manière importante.

Traction

Bande de roulement

Une plus grande profondeur de profil, ainsi qu'un volume de gomme plus important associé à un design optimisé de la bande de roulement garantissent une adhérence efficace aussi bien sur la route que hors route.

Contour

Une empreinte au sol optimisée permet une zone de contact maximale pour une plus grande motricité.

Pression de gonflage

De larges plages de pression de gonflage disponibles permettent de s'adapter à tous les types de terrains et une utilisation continue du véhicule sur et hors route.

Endurance

Mélange de Gomme

Les propriétés de faible échauffement maximisent la mobilité aussi bien sur la route et hors route.

Ceintures

Les ceintures de renfort de la carcasse supportent les hautes pressions de gonflage et permettent de limiter les avaries dû à la fatigue de la carcasse.

Carcasse

Carcasse renforcée
Capacité de charge élevée

* M = Pneumatique optimisé pour le montage du système de roulage à plat

EDM

EUROSATORY

13 - 17 JUIN 2016 / PARIS

TERRESTRE &
AEROTERRESTRE
LA SOLUTION

Faites
de votre société
un acteur clé.

Le mot du président



par **Philippe Hervé**, IGA

Cher(e)s camarades,

Tout d'abord, un grand merci à ceux qui ont répondu à mon appel du 16 février 2016 pour apporter leur concours au fonctionnement de la CAIA : c'est très réconfortant. Je vais revenir vers vous pour étudier la meilleure façon de bénéficier de votre concours.

Merci aussi aux membres de la CAIA à jour de leur cotisation qui, lors de l'assemblée générale tenue le 7 avril 2016 ont voté pour le renouvellement du conseil d'administration : ainsi, vous avez renouvelé les mandats de Yann Gendry et de Bastien Busson et vous avez élu Monique Legrand Larroche et Olivier-Pierre Jacquotte comme nouveaux administrateurs.

Et bien sûr, merci aux camarades qui ont assisté à cette assemblée générale : votre présence et votre participation active à cette assemblée sont le meilleur signe que vous pouvez nous donner de l'intérêt que vous portez à notre confédération.

Deux évènements majeurs en 2016 : SAVE THE DATES !

Le gala de l'armement : il aura lieu le Vendredi 14 octobre 2016 dans Paris intra-muros.

Si le lieu est renouvelé, la formule est inchangée ; et le but est toujours le même : permettre des échanges amicaux entre les acteurs de la fonction « Armement » dans une ambiance et dans un cadre sympathiques : quel beau programme ! La fête ne demande qu'à être réussie, et cela ne tient qu'à nous !

Le colloque 2016 : il aura lieu le Mardi 15 novembre 2016 après midi dans Paris intra-muros.

Prenant acte que depuis plusieurs décennies, l'État français se désengage de nombre de ses anciennes fonctions techniques au profit de l'industrie, de l'Union Européenne ou des collectivités territoriales, le conseil d'administration de la CAIA a confié à notre camarade Alain Bovis le soin d'organiser ce colloque pour réfléchir à la question suivante :

L'État a-t-il encore besoin d'ingénieurs dans la haute fonction publique ?

Ce colloque, qui réunira des ingénieurs en service au sein de l'État ainsi que des représentants de l'administration et des industriels, a pour ambition d'apporter des éléments de réponse sur la base de l'expérience tirée de parcours remarquables et d'une réflexion prospective sur le rôle de l'État dans les années à venir. Nous espérons vous voir nombreux à ce colloque.

Enfin, une opération lourde est lancée : la recherche d'une solution contractuelle financièrement viable pour continuer à éditer trois numéros par an (en février, en juin et en octobre) du magazine des ingénieurs de l'armement, ainsi que l'annuaire en décembre de chaque année. Le point faible de cette opération est bien sûr la recherche de sponsors (pub ou autre) pour assurer son équilibre financier. N'hésitez pas à nous aider dans cette recherche : toutes les idées et surtout toutes les contributions seront les bienvenues en cette période de recherche d'économies généralisée.

N'oublions pas que le corps des ingénieurs de l'armement fêtera son cinquantième anniversaire en 2018. Encore une grande opération à lancer sans plus tarder : toutes les suggestions et propositions d'actions associées seront les bienvenues !

Bien amicalement 

LA FAMIA OU LE DOUBLE INTÉRÊT D'UNE FORMATION INITIALE DES INGÉNIEURS DE L'ARMEMENT



par **Jonathan Lardy, IA**

Témoignage d'un participant à l'édition 2016 de cette formation unique en son genre.



La promotion IA 2014 devant un A400M de la base d'Orléans - © n.singier / armée de l'air

Depuis maintenant plusieurs années, les jeunes ingénieurs de l'armement, fraîchement recrutés par la DGA, débutent leurs parcours professionnels par une formation de neuf semaines, la fameuse FAMIA : Formation Administrative et Militaire des Ingénieurs de l'Armement. L'organisation de la mission Défense et en particulier le fonctionnement de la DGA leur sont présentés à travers un grand nombre de conférences et de visites. Le spectre extrêmement large des thématiques abordées, depuis la conduite générale des programmes d'armement jusqu'à la lutte contre la prolifération nucléaire en passant par le soutien aux exportations, permet aux participants de se construire une vision relativement complète de l'état de la Défense et de son industrie en France. Cela leur permet également de se situer dans cet univers et de savoir ce qu'ils veulent et peuvent y apporter. Certains grands principes comme l'instruction 125 /1516 ou la composition de la BITD – Base Industrielle et Technologique de Défense - resteront très probablement gravés dans leurs têtes à jamais ! Qu'on ne s'y trompe pas cependant, les interventions et visites auxquelles nous avons assisté furent loin de se limiter à un aspect purement

académique de la connaissance du monde professionnel. Les hommes et les femmes que nous avons eu l'honneur de voir se succéder devant nous et avec lesquels nous avons eu le plaisir d'échanger nous ont presque toujours apporté leur expérience personnelle. Cette contribution intime dans les échanges, rendue possible par la petite taille de notre promotion et par le lien naturel de camaraderie qui nous lie à la plupart des intervenants, est tout aussi essentielle et riche d'enseignements que les exposés officiels. De plus, une certaine franchise collective permet de faire tomber quelques illusions et idées préconçues qui subsistent parfois encore dans nos esprits.

Au-delà de cet aspect de formation professionnelle, il y a un autre bénéfice de la FAMIA, pas des moindres mais peut-être moins évident à décrire. Une vingtaine de jeunes actifs, qui pour la plupart sortent à peine de leurs études et qui ne se connaissaient pas forcément bien voire pas du tout, ont passé neuf semaines à assister à des conférences, organiser des visites et mener des projets ensemble. Ils ont partagé des repas, des soirées et une foultitude d'autres moments conviviaux.

En pleine ère des réseaux sociaux et autres relations virtuelles cela pourrait presque sembler paradoxal mais c'est encore ainsi que l'on construit les meilleures relations.

A l'issue de la FAMIA proprement dite et après un stage individuel au sein des forces, immergés au niveau opérationnel, nous allons nous retrouver pour un embarquement de trois semaines à bord du BPC – Bâtiment de Projection et de Commandement - Tonnerre. Cette proximité future va, je l'espère, nous permettre de renforcer nos liens, toujours de camaraderie, souvent d'amitié.

Au final, pour de futurs décideurs qui ont en commun des valeurs telles que le service de l'Etat, la défense de la nation et l'excellence française, cette période de formation représente une belle opportunité d'établir un véritable esprit de corps et d'enraciner des liens durables.

Enfin on ne saurait déceimment évoquer la FAMIA sans mentionner l'apport de son dirigeant et principal organisateur, Jérôme De Dinechin. Ses cours de « posture du jeune manager » sont en passe de devenir légendaires. En fait Jérôme nous enseigne le troisième savoir, celui qui complète le savoir et le savoir-faire : le savoir-être. Communication verbale et non-verbale, analyse de ses émotions, tout un programme pour apprendre à mieux se connaître et à maîtriser son impact sur son entourage. Le fameux « connais-toi toi-même » socratique constitue en effet l'une des deux conditions à réunir afin de remporter la victoire selon Sun Tzu, qui écrit dans son « Art de la guerre », « connais-toi toi-même et connais ton ennemi, et en cent combats tu ne seras pas défait ». 

La FAMIA vécue par un IA admis sur titres

Une formation « pêchée » !

par **Augustin Girard**, IA



Mael Jenny et Augustin Girard en stage OPS à Coëtquidan

Après notre recrutement sur titres, nous avons commencé notre formation d'IA par cinq semaines de cours et de visites, avec les X. Nous avons ensuite rejoint l'armée de terre pour cinq mois. Nous y étions intégrés au Partenariat Grandes Ecoles : trente étudiants qui choisissent de passer un semestre au sein de l'armée de terre. Les six premières semaines se sont déroulées à Saint-Cyr, les six suivantes en école d'arme où je suis toujours à l'heure où j'écris. Nous passerons ensuite deux mois en régiment.

Pendant la période à Coëtquidan, nous avons alterné les temps sur le terrain et les temps au camp bâti. Nous y avons suivi des activités d'aguerrissement, de tactique, de sport et de mise en situation de commandement. Ces activités contrastaient significativement avec les responsabilités que j'avais eu l'occasion d'exercer dans ma vie professionnelle

et associative préalable. Parmi les marqueurs de cette formation, je retiendrai particulièrement l'attention portée au détail, le sens donné à l'obéissance et à la discipline, et l'importance des formes. Ces caractéristiques me semblent aisément explicables par la nature du métier de lieutenant tel que je l'ai perçu : un métier au contact, où seul un engagement total permet la réussite de la mission.

Ces six semaines à Saint Cyr furent donc l'occasion pour moi de découvrir un univers très riche et j'ai maintenant hâte de rejoindre un régiment. Je serai cependant content de retrouver à terme mon identité d'ingénieur, à la DGA. 🇫🇷

DEPUIS 1992 - SINCE 1992

Certification
EN9120
AS9120
Certified

RECHANGES AERONAUTIQUES | AERONAUTICAL SPARES
Centre de d'achat - Logistique - Gestion de stocks
Buying group - Logistics - Stock management

Environnement/Address AEROLOG - Aérodrome de Saint Cyr l'École
Bâtiment 2, lot 2 - 78210 Saint Cyr l'École

News/contacter/contact us - info@aerolog.fr - +33 1 30 45 25 99

website - https://aerolog.fr

RBnano
HYBE
High performance finishes

RBnano
MINK
Mirror Ink

RBnano R&D
New Surface Treatments, Sol-Gel Coatings,
Sensors and Lightweight Composites

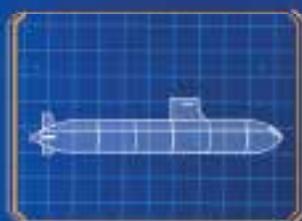
www.rbnano.fr
contact@rbnano.fr
Hall 6 Stand FE 587



EURONAVAL

The world meeting of naval technologies for the future

25th
EDITION



OCTOBER 17th - 21st 2016

PARIS LE BOURGET

WWW.EURONAVAL.FR

Jocelyn de Virel
Sales manager

+33 (0)1 56 59 15 05 - jdvirel@euronaval.fr

Julie Bozer
Sales assistant

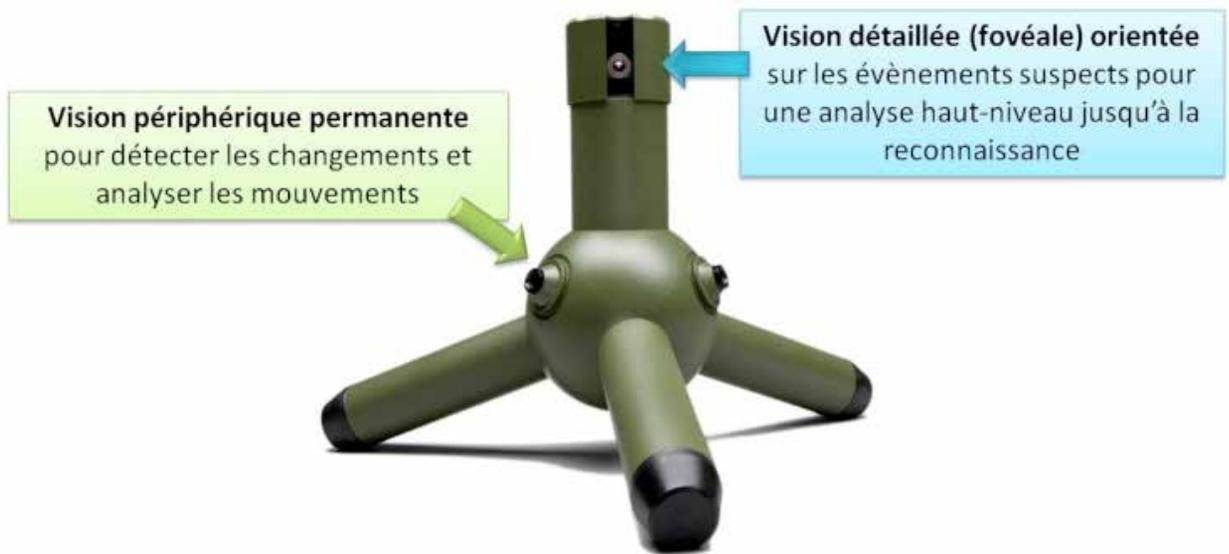
+33 (0)1 56 59 15 06 - jbozer@euronaval.fr

REMISE DU 43^e PRIX « AAT - INGÉNIEUR GÉNÉRAL CHANSON »

par **Bruno Châtenet**, IGA

■ **Président du jury du prix « AAT – Ingénieur général Chanson »**

Autonome, intelligent, bio-inspiré, le détecteur d'événements visuels B-SAVED développé par l'ISL reconnu (ou primé) par la communauté de l'armement terrestre



Le prix « AAT - ingénieur général Chanson » décerné chaque année par l'Association de l'armement terrestre récompense des travaux permettant des progrès importants dans le domaine de l'armement terrestre.

Le jury a retenu pour 2016 les travaux menés par Messieurs Pierre Raymond et Nicolas Hueber de l'Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis sur B-SAVED, un détecteur d'événements visuels autonome, intelligent et bio-inspiré.

Les travaux distingués visent à doter les forces au contact en OPEX (sécurisation de bases opérationnelles avancées, surveillance de vastes étendues, renseignement et actions ponctuelles en milieu hostile) comme sur le territoire national (protection de sites militaires, de sites sensibles...) de moyens de

surveillance et de renseignement autonomes et discrets. Ils permettent la détection et la reconnaissance de véhicules, de drones, de comportements suspects.

Déposé au plus près de l'action, B-SAVED surveille son environnement. Il s'active lors de toute modification pertinente dans son champ de vision panoramique. Intégrant des experts électroniques capables d'acquiescer des connaissances et de prendre des décisions, B-SAVED détecte la menace, l'analyse et la reconnaît en temps réel. Des messages synthétiques et codés sont transmis en fonction de la situation et de la mission.

B-SAVED atteint un haut niveau d'analyse tout en utilisant des mécanismes peu coûteux en ressources (calcul, énergie, transmissions...). Les mécanismes du vivant restent bien supé-

rieurs aux techniques et ressources technologiques actuelles. B-SAVED est ainsi fondé sur la combinaison de deux approches bio-inspirées :

- l'association d'une vision périphérique fixe et d'un capteur fovéal mobile ;
 - la reconnaissance de régions sélectionnées via une intelligence artificielle embarquée.
- Le mécanisme de vision bio-inspiré de B-SAVED (vision périphérique, vision fovéale) analyse la situation :
- la fonction veille panoramique apprend son environnement, détecte toute modification de celui-ci, assure un multi-tracking des objets en mouvement ;
 - fonction réveil : ralliement de la tourelle fovéale sur un mouvement suspect ;
 - fonction analyse : extraction d'éléments



B-SAVED permet la détection et la reconnaissance de véhicules, de drones, de comportements suspects

caractéristiques, reconnaissance par experts électroniques à réaction contextuelle, capacité d'acquérir des connaissances et de prendre localement des décisions ;

- fonction alerte : envoi d'un court message codé ; l'utilisateur est informé de la présence,

du type d'événement, de sa position dans le secteur angulaire donné.

B-SAVED utilise l'Intelligence Artificielle câblée pour la reconnaissance temps réel. Elle fournit une solution adaptée au traitement d'environnements hautement complexes tout en limi-

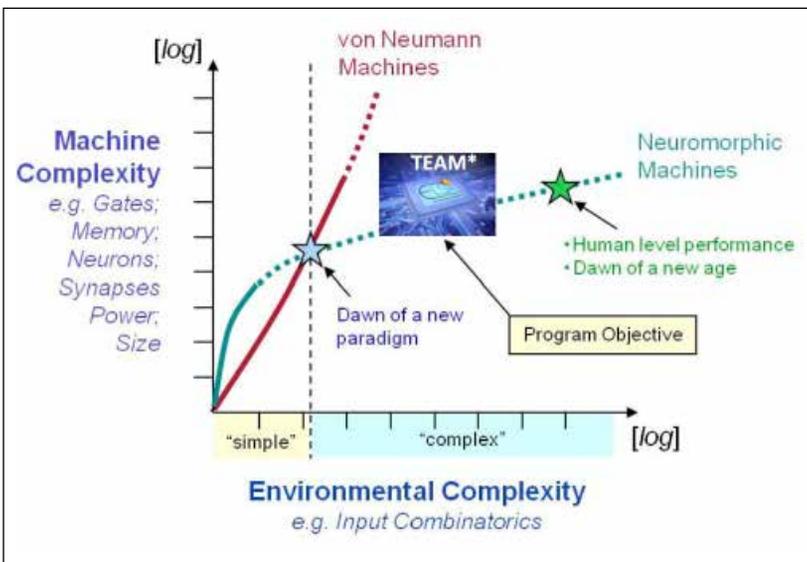
tant la complexité des machines de traitement, contrairement aux machines séquentielles.

L'expert virtuel :

- détecte l'événement ;
- reconnaît la nature de l'événement ;
- informe le superviseur en temps réel.

L'Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis (ISL), établissement binational exploité en commun par la République Fédérale d'Allemagne et la République Française sur la base d'un traité international signé en 1958, a pour mission d'effectuer des recherches et études scientifiques et techniques fondamentales pour les domaines de défense et sécurité. L'ISL s'ouvre également aux questions de sécurité civile et à la protection contre la menace terroriste sur le territoire national et dans les zones d'opérations extérieures.

Le prix AAT-Chanson, décerné par l'Association de l'armement terrestre, est remis alternativement par le DGA, le CEMAT et le président du GICAT. Il sera remis cette année par Monsieur Stefano Chmielewski, président du GICAT, sur le salon Eurosatory.



B-SAVED utilise le réseau de neurones ISL « TEAM » pour la reconnaissance de régions sélectionnées.

L'intelligence artificielle sur composant fournit une solution adaptée au traitement d'environnements de plus en plus complexes tout en limitant la complexité des machines de traitement, contrairement aux machines séquentielles.

L'INVENTION DU MORTIER D'INFANTRIE FRANÇAIS

par **Bernard Amrhein**, Général

■ **Conseiller opérationnel de TDA ARMEMENTS SAS**

Après la Bataille de la Marne, Allemands et Alliés s'engagent dans « la Course à la mer », puis entreprennent des travaux d'enfouissement sur l'ensemble de la ligne de front. La guerre s'immobilise dans la boue des tranchées. De nouvelles armes d'appui sont alors inventées pour faire face à un type de guerre inédit.

A lors que d'antiques armes de siège sont remises en service, l'artillerie adopte de nouveaux mortiers du type « crapouillot ». Relativement lourdes et peu mobiles, ces armes sont peu adaptées à l'appui des troupes d'infanterie pendant leur progression dans les boyaux.

Mobilisé dès le début du conflit au sein du 154^e Régiment d'Infanterie, Edgar Brandt prend rapidement conscience de ces lacunes. Né à Paris le 24 décembre 1880, ce fils de métallier a poursuivi des études à l'École professionnelle de Vierzon, avec son frère Jules. Après son service militaire, il s'est établi à Paris comme joaillier, puis a ouvert un atelier de ferronnerie d'art fournissant une clientèle aisée.

Une arme d'appui d'infanterie

En 1915, pendant ses phases de repos, Brandt ébauche les croquis d'une arme révolutionnaire : il s'agit d'un obusier pneumatique portable de 60 mm, à tir courbe et à culasse pivotante, reposant sur un affût tripode de mitrailleuse Hotchkiss Modèle 1914. Encouragé par son commandant de bataillon, Brandt met à profit des permissions pour réaliser un prototype bientôt présenté aux autorités militaires, à Maisons-Laffitte.

Enthousiasmé par la simplicité, la robustesse et la légèreté de cette nouvelle arme, l'état-major renvoie Brandt dans son atelier comme « affecté spécial », avec pour mission d'honorer, avec son frère Jules, une commande de 500 pièces de type A – Modèle 1915, qui seront rapidement livrées aux unités du front, où elles feront merveille.

Une innovation technique

L'obusier est mis en œuvre par un observateur chef de pièce, un tireur et un chargeur. Un nombre variable d'auxiliaires vient compléter l'équipe



Obusier de Type B – Mle 1916 à l'entraînement avec la troupe (ECPAD)

pour assurer le transport des munitions et de la bouteille d'acide carboné (la liquéfaction de l'air comprimé n'a pas encore été inventée), et pour mettre en œuvre les pompes à pied de bicyclette servant en mode dégradé. Le tube à âme lisse de 1,30 m est intégré dans un réservoir tubulaire sur la moitié de sa longueur environ. Son principe de fonctionnement est simple : après chargement de la munition par la culasse, on remplit de gaz ou d'air le réservoir jusqu'à atteindre la pression correspondant à la hausse voulue. Lorsque le tir est déclenché, le gaz sous pression passe brutalement du réservoir dans le tube, propulsant ainsi l'obus sur sa trajectoire.

L'innovation réside dans le mode de propulsion pneumatique, qui permet, sans détonation, sans lueur ni fumée, de tirer un petit obus de la taille d'une grosse grenade jusqu'à 400 m environ, portée idéalement adaptée à l'appui des fantassins dans les tranchées. L'idée est particulièrement ingénieuse car, outre sa discrétion, elle permet la mise en œuvre, de munitions allégées ne nécessitant ni douille, ni apport de charge propulsive.

En 1916, Brandt améliore son invention en proposant une pièce d'un seul tenant, ne mesurant plus qu'un mètre et pesant 17 kg au lieu de 22, ce qui autorise le transport à dos d'un seul servant. La plaque de base comporte des ergots servant

de bèches d'affût, et un niveau permet d'ajuster la mise en batterie à angle fixe de 42°.

Un secteur gradué en bronze permet la correction en direction : c'est le seul élément de réglage de l'arme. Détail important pour l'Histoire : l'arme est maintenant chargée par la bouche : désignée comme « obusier », c'est en fait un mortier...

Les performances de tir évoluent également, permettant d'effectuer des tirs entre 30 et 585 mètres.

Épilogue

Dans les derniers mois du conflit, l'obusier type B modèle 1916 est progressivement supplanté par les mortiers Stokes de 81 mm et Jouhandeau - Deslandres de 75 mm, plus puissants.

Cependant, après-guerre, Edgar Brandt remporte haut la main la compétition organisée pour équiper l'infanterie française d'une nouvelle arme d'appui - feu au contact. Arme de référence déclinée en différents calibres, du 60 au 120 mm, le mortier de 81 mm modèle 1927 - 31 équipe alors 52 armées dans le monde, puis est largement copié par tous les belligérants par la suite.

En élaborant le concept d'obusier léger d'infanterie, Edgar Brandt se montre visionnaire : aujourd'hui encore le fantassin français peut compter sur un appui feu au contact d'une redoutable efficacité : celui du Mo 81 mm Long Léger Renforcé. 🇫🇷



*T1 Obusier de type B
© Musée de Chevaux*

LA NAISSANCE DU GIAT

LA GENÈSE DE L'ENTREPRISE D'ARMEMENT TERRESTRE

par **Jean Hamiot**, IGHCA (2S)

■ **Président du Comité pour l'Histoire de l'Armement Terrestre**
Président de l'Association de l'Armement Terrestre

Il aura fallu plus de 200 ans pour que soient regroupés au sein d'une même entreprise les établissements de l'Etat constructeurs d'armements terrestres, dont l'origine remonte aux Manufactures Royales d'Armes du XVIII^e siècle.

Des manufactures royales au établissements de l'artillerie

Le Groupement Industriel des Armements Terrestres (GIAT) est l'un des avatars des établissements d'armement terrestre dont l'origine remonte aux ateliers d'armes à feu de Saint-Etienne au XIV^e siècle et de Tulle au XVI^e siècle, devenu Manufactures Royales d'Armes, le premier en 1764 sous Louis XV et le second en 1777 sous Louis XVI.

Le XIX^e siècle les transformera plusieurs fois en Manufactures Impériales, Royales puis Nationales et ajoutera au dispositif constructeur d'armes des établissements militaires nouveaux.

Au déclenchement de la Première Guerre Mondiale, la Direction de l'Artillerie contrôlait une quinzaine d'établissements militaires fabricants les armes au profit du Ministère de la Guerre. Ceux-ci étaient spécialisés selon les fabrications :

- pour les canons : Les Ateliers de Construction de Bourges¹ et Puteaux ;
- pour les munitions : Les Ateliers de Construction de Rennes, Lyon, Tarbes et Douai ; les Ateliers de Fabrication de Toulouse, Besançon et Vincennes ; les Cartoucheries de Valence et Alger ;
- pour les fusils : Les Manufactures d'Armes de Saint-Etienne, Tulle et Châtelleraut.

La Direction de l'Artillerie deviendra, le 12 décembre 1916, le Ministère de l'Armement et des Fabrications de guerre après avoir été, durant les deux premières années de guerre, un Sous-secrétariat d'Etat² du Ministère de la Guerre.

Le besoin en munitions et armes d'artillerie ainsi que l'émergence de nouveaux armements fit naître une industrie de guerre privée à forte capacité technologique et industrielle, constituée d'industriels traditionnels limités antérieurement à l'exportation³, parmi lesquels Schneider au Creusot, les Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt à Saint-Chamond, Hotchkiss et Brandt en région parisienne et d'industriels entrant sur le marché, tels que Renault, Citroën, Peugeot et Panhard.

La direction des fabrications d'armement⁴

Les projets de création d'une direction des fabrications d'armement indépendante des

directions d'armes et de celle d'un corps d'ingénieurs militaires proposés, en 1927, par la commission mise en place par Paul Painlevé⁵, ministre de la guerre, ne virent pas le jour.

Le 29 mars 1933 est créé, par décret, au sein de l'Etat-major, une Direction des Fabrications d'Armements (DFA), chargée d'assumer la mission antérieurement dévolue au service de l'artillerie en matière de fabrication et d'études.

Il faudra attendre 1935 pour que la loi du 3 juillet concrétise les propositions de 1927 en créant, au sein du Ministère de la Guerre, le Service des Fabrications d'Armement, indépendant de l'Etat-major et le Corps des Ingénieurs militaires des Fabrications d'Armement.



La Direction des Fabrications d'Armement⁶ gérait ainsi, en 1935, une quinzaine d'établissements constructeurs se répartissant en :

- 3 Manufactures d'Armes : Saint-Etienne (MAS-1764), Tulle (MAT-1777) et Châtelleraut (MAC-1819) ;
- 6 Ateliers de Construction : Bourges (ABS-1866 & 1912), Puteaux (APX-1866), Rennes (ARS-1793), Lyon (ALN-1866), Tarbes (ATS-1870), Roanne (ARE-1917) ;
- 3 Ateliers de Fabrication : Toulouse (ATE-1911), Besançon (ABN), Vincennes (AVIS-1796) ;
- 4 Ateliers de Chargement ou Cartoucheries : Valence (AVE), Alger (AAR), Moulins (AMS-1916), Salbris (ASS-1933).

Au cours des deux années suivantes, une dizaine de nouveaux établissements constructeurs rejoindront la DFA, suite à la nationalisation par le Font populaire de plusieurs usines d'industriels privés⁷, grâce à la loi du 11 août 1936 :

- 1 Manufacture d'Armes : Levallois (MLS) ex Hotchkiss ;
- 5 Ateliers de Construction : Issy-les-Moulineaux (AMX) ex Renault, Rueil (ARL) ex Renault, Le Havre (AHE) et Le Creusot ex Schneider, Châtillon ex Brandt ;
- 3 Ateliers de Fabrication : Le Mans (ALM) ex Manurhin, Caen (ACN) ex Ateliers de Normandie, Saint-Priest (AST) ex Société d'études et de constructions de matériels de protection ;
- 1 Atelier de Chargement : Vernon (AVN)⁸ ex Brandt.

En 1939, plusieurs petits établissements constructeurs sont créés pour répondre aux besoins de la guerre, dont l'Atelier de Construction d'Irigny (AIY).

Du 13 septembre 1939 au 16 juin 1940, la DFA sera intégrée dans le ministère de l'Armement de Raoul Dautry.

Durant l'occupation, elle devient le Service des Usines Mécaniques de l'Etat (SUME), rattaché au Ministère de la Production Industrielle. Les établissements sont alors pourvus d'une direction allemande qui s'ajoute à la direction française et nombre d'entre eux sont transformés en régies avec Conseil d'Administration.

La direction des études et fabrications d'armement

L'ordonnance du 28 août 1944 rétablit la DFA sous le nom de Direction des Etudes et Fabrications d'Armement (DEFA), mais ce n'est

Le GIAT en 1971



La Naissance du GIAT

Copyright Jean HAMROT 2016

qu'à partir de 1948 qu'elle sera responsable de l'intégralité des armements terrestres, par intégration du Service d'études des Matériels du Génie en 1945 puis de la Section d'études et Fabrications des Télécommunications (SEFT) en 1948.

En 1945, l'Atelier de Construction de Mulhouse (AME) et l'Atelier Central des Automobiles de l'Armement (devenu Atelier de Construction de Limoges (ALS) en 1956) accroîtront le nombre des établissements constructeurs de la DEFA, par nationalisation du bureau d'études de la société Mauser et de la société Gnome et Rhône (SNECMA).

Le 21 novembre 1945, Charles de Gaulle, Président du Gouvernement et Ministre de la Défense Nationale, crée un Ministère de l'Armement auquel est rattachée la DEFA, forte d'une trentaine d'établissements constructeurs. Charles Tillon (PCF), ancien apprenti et ouvrier de l'ARS, le dirige. Il restera ministre de l'Armement, jusqu'au 28 novembre 1946, sous les Gouvernements Gouin et Bidault.

De 1947 à 1961, la question de l'existence d'une structure gouvernementale Armement indépendante des Etats-majors, à laquelle appartiendrait la DEFA, se pose, mais la multiplicité des gouvernements ne va pas permettre, avant la V^e République d'aboutir à une situation pérenne. Ainsi, la DEFA ne sera rattachée qu'épisodiquement à des structures gouvernementales Armement (ministère⁹, secrétariat d'Etat¹⁰, sous-secrétariat d'Etat¹¹).

La direction technique des armements terrestres

Par décret 61-306, la Délégation Ministérielle pour l'Armement est créé le 5 avril 1961 et la DEFA lui est rattachée. Le décret 65-707 du 16 août 1965 précise la nouvelle organisation de la DMA et transforme la DEFA en Direction Technique des Armements Terrestres (DTAT). Dans les années 60, la DEFA, puis la DTAT, mettent en œuvre une politique de réduction du nombre d'établissements par fermeture et transfert d'activités vers d'autres établissements, fusion d'établissements et cession au secteur privé :

- Fermeture et transfert : AVE (1964), AME (1966), MAC (1967), ALN (1970) ;
 - Fusion : ABS + ECP¹² = EFAB (1967-Etablissement de Fabrication d'Armement de Bourges) ;
 - Cession au secteur privé : AHE (1963-SNECMA), ALS (1964-Saviem), AIY (1966-Renault).
- En 1969, il ne reste que 11 établissements à caractère industriel à la DTAT.

Le GIAT : groupement industriel des armements terrestres La commission « établissements publics » de 1963

Le lancement de la dynamique de création du GIAT remonte à la décision du 1^{er} avril 1963 de Pierre Messmer, ministre de la Défense, de structurer la DMA en 3 grandes directions dont l'une regrouperait tous les moyens de production industrielle.

Sur la base de cette décision, trois commissions furent créées par le premier Délégué ministériel, le général Gaston Lavaud, dont la Commission établissements publics, présidée par l'ingénieur général Henri Guntsberger, chargé de la mission atome.

La commission proposa des projets de loi et de décrets créant 5 établissements publics à caractère industriel et commercial (EPIC) :

- L'Office des Constructions Navales et Nucléaires de Bretagne (OCB),
- L'Office des Réparations Aéronautiques (ORA),
- La Société Nationale des Poudre (SNE),
- La Société Nationale d'équipement et de Construction (SNEC), regroupant l'AMX, l'EFAB et l'ARE,
- La Société Nationale des Armes et des Missiles (SNAM), regroupant les établissements constructeurs de la DEFA autres que l'AMX, l'EFAB et l'ARE, mais incluant les arsenaux de Ruelle et Saint-Tropez.

Cette organisation ne fut pas retenue.

Les travaux du chear de 1967

L'un des sujets d'études de la 3^e session du Centre des Hautes études de l'Armement (CHEAr) portait sur la distinction entre les tâches étatiques (définition des besoins, maîtrise d'ouvrage, évaluation, études technologiques de base) et les tâches à caractère industrielles (études, fabrications, réparations) et son impact sur l'organisation. Le rapport préconisait la disparition de la cohabitation de ces 2 catégories d'activités au sein d'un établissement et la spécialisation de chaque établissement dans des activités étatiques, ou des activités industrielles.

L'impulsion des délégués ministériels

Le 18 novembre 1967, la directive du deuxième Délégué Ministériel, le général Michel Fourquet, reprenant les orientations proposées par le CHEAr, demandait une réforme de l'organisa-

tion de la DTAT¹³ distinguant les missions « étatiques » et les missions « de production ». Elle restera lettre morte.

Jean Blancard, troisième Délégué ministériel, relança l'étude de la réforme, par directive du 29 avril 1969. La réponse de la DTAT du 25 juillet, présentant la nécessité de ne pas dissocier les établissements à caractère industriel de l'Armement terrestre, fut accueillie favorablement par le Délégué qui demanda un approfondissement de la proposition.

La proposition de la DTAT

Quatre raisons s'opposaient à une séparation des établissements étatiques et des activités industrielles. La première tenait à l'imbrication de ces activités dans certains établissements. Ainsi, l'AMX et l'EFAB, tout en ayant majoritairement une activité industrielle exerçaient également une activité étatique. Inversement, la SEFT et l'ETAS avaient une activité industrielle, tout en étant fondamentalement des établissements étatiques.

La deuxième tenait à ce que recouvrait le terme « étatique », dont le contenu, fort complexe à expliciter, était diversement apprécié.

La troisième relevait de l'économie de moyens, car dans une période où la ressource en ingénieur était faible, beaucoup d'entre eux réalisaient les deux types d'activités.

La quatrième était la crainte que la séparation ne paraisse la continuité d'un démantèlement de l'ex DEFA ressenti avec les fermetures (AVE, AME, MAC, ALN...), cessions à l'industrie privé (AHE, ALS, AIY...) et transferts à d'autres directions (ISL-1962, LRBA-1966, section atomique-1959, centre de Limeil-1959, antenne de Colomb-Béchar...) qu'avaient encore en mémoire les Ingénieurs des Fabrications d'Armement.

Considérant, en dépit des quatre raisons s'opposant à la séparation, que les 11 établissements industriels ne devaient pas être dissociés, le directeur de la DTAT, l'ingénieur général Maurice FRANCILLON, proposa, dans sa réponse du 25

juillet 1969, l'acquisition d'une individualité de cet ensemble au sein de la DTAT tout en le dotant d'une comptabilité distincte.

La double naissance du giat

Contrairement à la réglementation qui imposait la publication de décrets, une simple décision du directeur de la DTAT créa, le 12 janvier 1971, le GIAT et le poste de Directeur du Groupement industriel, qui avait autorité hiérarchique sur les directeurs d'établissement.

Cette création relevait de trois principes :

- les établissements étaient affectés dans leur intégralité au secteur industriel ;
- la mise en application était immédiate, sans attendre les décrets nécessaires ;
- le Directeur du GIAT avait autorité pleine et entière.

L'ingénieur général André Dufoux en fut nommé directeur.

Le périmètre du GIAT comprend, à sa création :

- 11 établissements (AMX, APX, EFAB, ARE, ATS, ATE, ALM, ARS, ASS, MAS, MAT) regroupant 16 300 personnes, avec 360 MF de valeur ajoutée pour un chiffre d'affaires de 900 MF ;
- un organisme central d'environ 70 personnes réparties en 4 divisions : études, commerce, production et gestion.

Dès septembre 1971 le GIAT était opérationnel.

Deux ans après sa création, le décret Debré-Messmer, publié au Journal Officiel le 15 janvier 1973, allait donner au GIAT une existence légale.

Par la suite, le mouvement de rationalisation a conduit à séparer les activités de maîtrise d'ouvrage étatique et de maîtrise d'œuvre industrielle. Les dernières évolutions industrielles notamment avec le rapprochement Nexter-KMW montrent que désormais il convient d'avoir une vision internationale à la hauteur des enjeux des futurs développements technologiques dont les armées auront besoin.

1) Egalement constructeur de munitions.

2) Sous-secrétariat d'Etat à l'Artillerie et à l'Equipement militaire (26 août 1914), puis Sous-secrétariat d'Etat à l'Artillerie et aux Munitions (29 octobre 1915).

3) Loi FARCY du 14 août 1885 sur le Commerce des Armes.

4) L'auteur s'appuie, à partir de ce paragraphe, sur les travaux des ingénieurs généraux André DUFoux et Claude ENGERAND dans le cadre du ComHARt et du CHEAr.

5) Commission d'industrialisation des établissements constructeurs de l'artillerie créée en 1926.

6) Nom usuel de l'organe de direction du Service des Fabrications d'Armement.

7) Il est à noter que le ministère de l'Air n'a pas transformé en arsenaux les établissements nationalisés mais a créé 6 grandes sociétés nationales de l'aéronautique, dont l'Etat détenait les deux tiers des parts.

8) Sur le site duquel sera créé le LRBA (Laboratoire de Recherche Balistiques et aéronautiques) le 17 mai 1946.

9) Second Gouvernement FAURE, 20 janvier 1952 - 28 février, Ministère de l'Armement, de Maurice BOURGES-MAUNOURY.

10) Second Gouvernement RAMADIER, 31 octobre 1947 - 19 novembre, Secrétariat d'Etat à l'Armement de Johannes DUPRAZ.

Gouvernement MENDES-FRANCE, 18 juin 1954 - 20 janvier 1955, Secrétariat d'Etat à l'Armement de Diomène CATROUX.

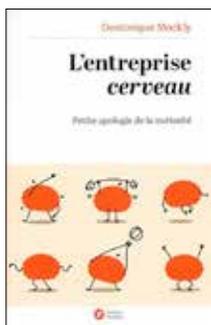
11) Troisième Gouvernement BLUM, 16 décembre 1946 - 16 janvier 1947, sous-secrétariat d'Etat à l'Armement de Paul BECHARD.

12) Ecole Centrale de Pyrotechnique

13) Demandé également à la DTCN

L'entreprise cerveau - Petite apologie de la curiosité par Dominique Mockly

Éditions Débats Publics



Aujourd'hui, la France souffre du « syndrome du silo » : elle fonctionne de manière trop fermée et compartimentée, ce qui explique en partie son incapacité à sortir de la crise. En effet, le développement de ses atouts est freiné par un modèle cloisonné et la faiblesse des connexions entre acteurs, deux écueils qui limitent les synergies et brident la créativité. Ce mal frappe aussi bien la société que les entreprises de notre pays. Pour y remédier, il revient aux dirigeants de prendre de la hauteur, d'élargir leur horizon et de s'ouvrir à de nouveaux modes de fonctionnement, plus horizontaux et collaboratifs. Il s'agit d'être ambitieux et visionnaire, tout en restant humble et accessible. Ce changement de paradigme est indispensable pour assurer la survie de leurs entreprises. Les gagnants seront ceux

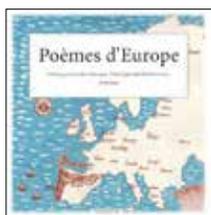
qui libéreront le potentiel que recèle chaque salarié, ouvriront leur écosystème à de nouveaux réseaux et créeront des passerelles entre les hommes et les secteurs.

Au final, l'avenir appartient à « l'entreprise – cerveau », capable d'utiliser ses deux hémisphères et d'adopter une organisation plus ouverte, qui favorise des rencontres inattendues entre les univers et les talents. Convaincu que l'heure est à « l'intelligence démultipliée », Dominique Mockly appelle les élites dirigeantes à s'affranchir de la pensée en silos dans le monde politique et économique. Dans ce plaidoyer pour une France qui gagne, il lance un message optimiste mais réaliste à tous ceux qui pensent que le déclin ou l'immobilisme sont inexorables.

Poèmes d'Europe

par Christine Meunier, épouse de Henri-Luc Meunier

Éditions Illador



En me lançant dans cet ouvrage, mon ambition était double : diffuser et faire aimer la poésie, et découvrir l'Europe autrement. Il s'agit d'une sorte de voyage dans l'Europe d'hier et d'aujourd'hui, en compagnie des plus grands poètes.

L'ouvrage réunit 23 langues, plus de 100 poèmes. Les textes sont présentés dans leur version originale avec la traduction en vis-à-vis, et pour en faciliter la lecture, regroupés par thèmes ; Chaque poème est illustré à l'aquarelle par Michèle Warluzel. Le romancier Gaspard-Marie Janvier en a rédigé la préface et le livre est édité par la maison d'éditions Illador : <http://www.editions-illador.com/>.

Convaincue qu'il est plus que jamais essentiel de proposer aux jeunes et aux familles de beaux textes, et de promouvoir la richesse et la diversité culturelles de l'Europe, je me suis lancée avec bonheur dans cette aventure. J'espère qu'à votre tour vous aurez plaisir à lire ce livre.

Il est actuellement en vente à La Procure à Paris et dans toutes les librairies de Versailles.

Voici quelques liens pour mieux découvrir l'ouvrage : http://www.editions-illador.com/_download/extrait_poemes_europe.pdf

Start-Up - Une culture de l'innovation

par Hervé Lebret

Éditions Illador



En 2007, l'auteur, Hervé Lebret (voir notre numéro 108), écrivait un livre intitulé Start-Up, ce que nous pouvons encore apprendre de la Silicon Valley. Au début 2016, il a décidé de faire un très bref bilan de dix ans d'action dans le soutien aux créateurs de start-up et d'envoyer d'anciens et de nouveaux messages à ceux que le monde de l'innovation et de l'entrepreneuriat high-tech intrigue ou intéresse. Son constat reste le

même : à travers deux essais de 15 et 7 pages, il décrit le problème de l'innovation par les start-up en Europe et explique que la relative faiblesse du vieux continent en comparaison aux États-Unis est avant tout un problème culturel. Le livre est disponible en format papier et Kindle sur Amazon.

MOBILITÉS ET DÉPARTS

Mouvements de mai 2016

Nom	Prénom	Départ	Arrivée
BERNI	Jean-Erwan	ICA DO	DI/DOE (* hors DGA)
JAMMES	Raphaël	ICA DI	DP/SDP
LEPAREUX	Emmanuel	ICA DO	DT/EP
PAULIN	Mattis	IA DRH	DT/ST
SALMON	Erwan	ICA ARF	DO/UMHMI

Mouvements d'avril 2016

BOUEDEC	Vincent	ICA DT	DS/SPSA
BOUQUIER	Mathieu	IPA DT	CCP*
DELETANG	Stéphane	ICA CGARm	DT/SDP
JAOUEN	Alain	IPA DS	CGARm*
PICART	Romain	IPA DS	DRH-MD/DIR
PLUMET	Alexia	ICA DT	DI/DOE
PRADIER	Pierre	ICA DS	CCP*
ROSENBERG	Joël	ICA CGARm	DS/SRTS

Mouvements de mars 2016

ARNAIL	Antoine	ICA DT	DGA/CAB
DAVID	Marie	IPA DP	DO/UMNAV
DEDIEU	Vincent	ICA DI	DS
FAIRBANK	Xavier	ICA DO	DT/EP
FERRAND	Carole	ICA DI	DS/S2IE
GIRARD	Philippe	ICA CGARm	DO/UMNBC
GRANDJEAN	Herve	ICA DRH	DO/S2A
LEMOINE	Florian	IPA DT	Mission Technip*
MANTA	Mathieu	IPA DT	détaché Ministère Intérieur*
MUSSILLON	Fabien	IPA DT	DS/SDPA
SCHOUMACHER	Pierre-Emmanuel	ICA DS	DI/DOE
TESSAUD	Nicolas	ICA CAB	DI/SDEAN

Mouvements de février 2016

AMATE	Maud	IPA DT	DO/S2A
BECHON	Patrick	IA DRH	DT/TT
BONNAUD	Pascal	ICA DO	DO/S2A
BONNEVIE	Loïc	ICA DO	DO/S2A
BURIE	Alain	ICA DT	DI/MSOE
CASAGRANDE	Gaëlle	IPA DO	DO/S2A
DECOURT	Francois	ICA DO	DO/S2A
DELORME	Matthieu	IA DRH	DIRISI*
DESOBRY	Vincent	IPA DO	DO/S2A
FOESSEL	André	IA DT	DT/TN
JAMMES	Matthieu	IPA DT	DT/EV
JOURLIN	Bertrand	ICA DO	DO/S2A
LEMAIRE	Jérôme	ICA DO	DO/S2A
MOYRET	Pierre	ICA DT	DO/S2A
NGUYEN	Bertrand	ICA DO	DO/S2A
PIEKARSKI	Bernard	ICA DO	DO/S2A
ROUSSEL	Nadège	ICA DO	DO/S2A
SERRIER	Julie	ICA DO	DO/S2A

Mouvements de janvier 2016

ELOY	Matthieu	ICA DGA	DI/SGPM
ESCOURROU	Jocelyn	IA DT	détaché APE*
FOSSAT	Julien	ICA DT	DT/TN
FREDEFON	Benoît	ICA DAR	Délégué restructurations Aquitaine*
LAFFONT	Emmanuel	IPA DCSIAé	DT/ST
LOMBARDI	Philippe	ICA DO	DO/UMAMS
MARGOT	Philippe	ICA DGA	DO/UMESIO
MARTINEZ	Marie-José	ICA DO	DT/SDP
RABIER	Philippe	ICA DT	Ministère de l'économie/DGE*
TABART	Olivier	ICA DO	DO/UMAMS
THOUROT	Julien	IA DT	DO/UMESIO
TOULLEC	Guillaume	IPA DT	DT/EV

Sont nommés :

- Axel Deloncle (1980), Responsable du centre de météorologie radar de la Direction des systèmes d'observation de Météo-France à Toulouse (01/03/2016).
- Nicolas Chamussy (1967), Vice-Président exécutif de Space Systems et membre du comité exécutif d'Airbus Defence and Space (22/03/2016).
- Vincent Ginabat (1969), Directeur général délégué de NEXTER Munitions à Bourges (25/03/2016).
- Romain Picart (1980), conseiller techniques affaires sociales au cabinet du Ministre de la Défense (01/04/2016).
- Jean-Philippe Bouyer (1963), Directeur des programmes à la direction financière et des programmes du CEA/Pôle nucléaire/Saclay (01/04/2016).
- Didier Bense (1960), Directeur général de SNCF Réseau Ile-de-France (01/04/2016).
- Pierre Pradier (1965) Agence NCI de l'OTAN à Mons (01/04/2016)
- Mathieu Bouttier (1981) ingénieur d'essais chez Pilatus Aircraft (14/04/2016)
- Gérard Rousseau (1962) directeur de SOCOTEC Industries (09/05/2016)
- Frédéric Maillard (1981), Responsable des subventions au Contrôle de gestion des investissements à la direction financière de la RATP (01/06/2016).
- Alain Georges (1980), chargé des nouvelles fonctions de CEA/Pôle Défense/DAM/Ile de France à Vaujours-Moronvilliers (01/09/2016).
- Christine Triché (1971) chargé de mission au SGDSN (01/09/2016)

LU AU JO

PAR ARRÊTÉ DE FÉVRIER 2016

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 2016 est fixé à :
- 18 places au titre du tableau de classement de sortie de l'Ecole Polytechnique (article 4 du décret 2008-941)
 - 1 place 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 DÉCRET DE MARS 2016

Est promu au grade d'ingénieur général de 1^{ère} classe :Pour prendre rang du 1^{er} mai 2016

L'IGA2 Berville (Marc, Pierre, André).

Est nommé :

L'IGA1 Berville (Marc), secrétaire général du Conseil général de l'armement (1^{er} mai 2016).

PAR DÉCRET D'AVRIL 2016

Sont nommés :

- L'IGA2 Bruni (Eric, Christophe), chargé de mission « renforcement export » auprès du directeur du développement international (14 avril 2016).
- L'IGA2 Morin (Lionel, Gilles, Jean), directeur du centre d'analyse technico-opérationnelle de défense du Service de préparation des systèmes futurs et d'architecture de la Direction de la stratégie (1^{er} mai 2016).

PAR DÉCRET DE MAI 2016

Est élevé au rang et appellation d'ingénieur général hors classe :

L'IGA1 Guillemette (Alain, Guy, Lucien), maintenu dans ses fonctions.

Est nommé :

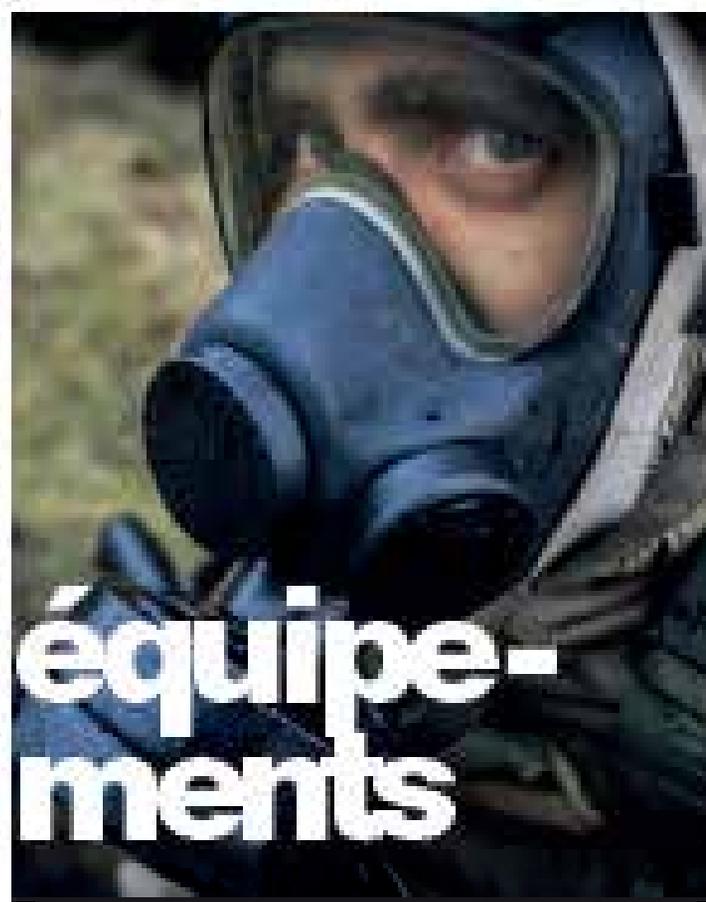
L'IGAHC Guillemette (Alain, Guy, Lucien), Délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les installations et activités intéressant la défense (1^{er} juin 2016).



systèmes



munitions



équipements

INDICE, ANNUAIRE DE PROCHAÏN PLAN DE CLASSE

RECHERCHER UN PRODUIT, UN SERVICE, UN FOURNISSEUR, UN PAYS, UN SECTEUR D'ACTIVITÉ

NEXTER

RECHERCHER UN PRODUIT, UN SERVICE, UN FOURNISSEUR, UN PAYS, UN SECTEUR D'ACTIVITÉ

RECHERCHER UN PRODUIT, UN SERVICE, UN FOURNISSEUR, UN PAYS, UN SECTEUR D'ACTIVITÉ

Continental
The Future in Motion

**Tout-terrain et toujours en piste !
Nous rendons vos missions possibles !**
Pneus Continental «Special Operation»

- » Carcasse haute longévité
- » Utilisation mixte
- » Capacité de franchissement élevée
- » Maîtrise des coûts



Pour plus d'information,
www.continental-pneus.fr/poids-lourd
Le Futur en Mouvement

HCS

HSO