LE MAGAZINE
DES INGÉNIEURS DE L'ARMEMENT

DRONES ET LUTTE ANTI-DRONES



P4. Préface de
CATHERINE VAUTRIN
MINISTRE DES ARMÉES

P58. LA LADA BIENTÔT AUTORISÉE POUR LE PRIVÉ
par Gaëtan Laurent

N° 138 - JUIN 2026

ACQUISITIONS CAPACITAIRES | COOPÉRATION INTERNATIONALE | INNOVATION DE DÉFENSE

#PARTENAIRES POUR L'EXCELLENCE









groupedci.com

DCI

ACTEUR DE
MISE EN ŒUVRE
UE & OTAN

DEVOIR ACCOMPLI !



Ce mot constitue le dernier que je vous adresserai ici dans notre magazine. En effet, après quatre années à la présidence de la CAIA, j'ai estimé qu'il était temps pour moi de passer la main à une nouvelle équipe. Je tiens tout d'abord à remercier l'ensemble des IA qui ont contribué à la mise en œuvre du programme que j'avais proposé et qui fut approuvé fin 2021 par notre Conseil. Si j'ai conscience que l'on aurait pu faire toujours plus et mieux, le bilan de ces dernières années me semble très satisfaisant. Nous avons ainsi retrouvé depuis 2022 la croissance du nombre de nos cotisants, montrant ainsi l'adhésion renforcée de nos membres aux actions de notre association. Nous avons également ouvert notre association à des nouveaux membres reconnus pour leur engagement et leur contribution éminente au profit de notre communauté de défense. Nous avons enfin considérablement développé les actions de la CAIA au profit de ses membres, mais également de la société civile, plusieurs de nos activités (colloque, magazine, conférences historiques, …) ayant été ouvertes à des personnes extérieures à notre association. **La CAIA a ainsi renforcé son image et sa crédibilité, non seulement auprès de ses membres, mais également au sein de notre communauté de défense.**

Par ailleurs, la période de ma présidence fut couverte par le développement de deux thèmes majeurs mais de nature très différente. Tout d'abord, lancée en 2021, la réforme des grands corps techniques, visant à renforcer l'attractivité de ces corps et leur rôle au profit de la nation, a vu sa mise en œuvre effective en décembre 2025. Celle-ci devrait s'achever dans les prochains mois avec la mise en place des derniers éléments de cette réforme : adoption des lignes directrices de gestion interministérielles des corps permettant une gestion harmonisée des corps techniques de l'Etat, nouvelle politique indemnitaire complétant le nouveau dispositif indiciaire et mise en place définitive du collège des grands corps techniques piloté par la DIESE. Je souhaite que ce collège remplisse avec succès son rôle pour soutenir la contribution des corps techniques à une meilleure efficacité de notre action publique. Je regrette seulement que le Conseil général de l'armement (CGARM) n'ait finalement pas été retenu pour représenter notre Corps au sein de ce collège et je formule le vœu que la DGA, représentant retenu de notre corps, s'appuie le plus largement possible sur le CGARM dont les missions couvrent l'ensemble des ingénieurs de l'armement en activité.

Le second thème fut également initié au début de ma présidence avec le retour des conflits de haute intensité sur le sol européen, après l'invasion de l'Ukraine par la Russie en février 2022. Ce thème a profondément remis en cause, et ce n'est certainement pas terminé, de nombreuses habitudes que notre communauté de défense, Etats-majors, DGA et industrie, avait adoptées depuis la fin de la guerre froide. Ces derniers ont lancé leurs plans de transformation (DGA de combat, agilité, investissements industriels …). A sa place, **la CAIA a mené de nombreuses actions visant à nourrir la réflexion nécessaire pour « changer de braquet » face à cette nouvelle donne.** Nous avons ainsi proposé trois colloques depuis 4 ans dont les thèmes, le numérique, le spatial et plus récemment la coopération européenne, ont permis de présenter des axes d'amélioration répondant notamment à ce nouveau contexte (souveraineté, adaptation de nos outils, …). Nous avons également publié un opuscule sur la politique industrielle de défense de notre pays dans un contexte européen en prenant en compte les contraintes liées au retour des conflits de haute intensité.

Enfin, plusieurs numéros de notre magazine ont abordé sous des angles différents mais complémentaires cette nécessaire adaptation de notre outil de défense : « Ethique et engagement » avec notamment le nécessaire besoin de mobilisation de la nation, « Armement et Europe » avec l'exigence de notre continent de s'adapter aux menaces qui pèsent sur lui, « Montées en puissance » tant du côté de la puissance publique que de l'industrie…

Ce dernier numéro consacré aux drones et à la lutte anti-drones s'inscrit aussi parfaitement dans cette volonté d'éclairer le débat sur la profonde révolution que connait la guerre avec la diversité de ces nouveaux engins, leur adaptation très rapide à l'évolution de la menace et leur emploi massif sur le champ de bataille. Sans surprise, vous constaterez que la plupart des articles de ce numéro citent l'Ukraine, tant ce conflit a servi de révélateur de cette révolution, mais également de notre retard. Mais, si notre pays et l'Europe n'ont malheureusement pas été au rendez-vous de cette transformation, la prise de conscience est enfin arrivée et le retard commence à être rattrapé. Mais la route sera longue !

Je vous souhaite une bonne lecture de ce numéro et vous dis au revoir, en souhaitant longue vie à la CAIA et plein succès à notre futur Président ainsi qu'à sa nouvelle équipe !

Olivier Martin, IGA,
Président de la CAIA



LE MAGAZINE
DES INGÉNIEURS DE L'ARMEMENT

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

DIRECTEUR DE PUBLICATION :
Olivier MARTIN

RÉDACTEUR EN CHEF :
Jérôme DE DINECHIN

RÉDACTEUR EN CHEF DÉLÉGUÉ : Flavien DUPUIS

COMITÉ DE RÉDACTION :
Yves DESNOËS, Flavien DUPUIS, Daniel JOUAN, Benoît DE LAITRE, Monique LEGRAND-LARROCHE, Louis LE PIVAIN, François MESTRE, Dominique MONVOISIN, Denis PLANE, Frédéric TATOUT

CRÉDITS PHOTO :
DGA/ministère de la Défense,

ÉDITION ET RÉGIE PUBLICITAIRE :
Agence ERI
163 avenue Charles de Gaulle, 92200 Neuilly-sur-Seine
www.eri-editions.com
01 55 12 31 20

PUBLICITÉ :
Pierre Olivier - 01 86 98 34 82
pierre.olivier@eri-editions.com

N° ISSN-L 2265-3066

SOMMAIRE

MOT DU PRÉSIDENT 1
PRÉFACE 4
ÉDITO 5
INTRODUCTION DU DOSSIER 6

DRONES ET COMBAT, CHANGEMENT D'ÉPOQUE

GUERRE DES DRONES 10
Par Thierry Chigot

UN PACTE DE CONFIANCE POUR CO-CONSTRUIRE UNE FILIÈRE DE DRONES MILITAIRES. 12
Interview de l'ICETA Arnault Maury

DUALITÉ, SOUVERAINETÉ, VOLUME ..14
Par Antoine Level

HYPAIRION 2028 : UNE RÉVOLUTION POUR L'ARMÉE DE L'AIR ET DE L'ESPACE 16
Par François Rogeré

À L'AILE DU CHASSEUR : LA TRANSFORMATION DU COMBAT AÉRIEN 18
Par Emmanuel Thomé

LA TRANSPARENCE DU CHAMP DE BATAILLE 20
Par Victor Kulbashevsky et Olexandr Zamurnyak



LE DRONE MALE AUTREMENT 22
Par André Sallat et Marin de Cherisey

FAIRE VOLER UN DRONE LÉGALEMENT EST-CE POSSIBLE ? 24
Par Thomas Pagès

L'ÈRE DES DRONES 26
Par Denis Mercier

LES ROBOTS DE L'EMPIRE… DU MILIEU 28
Par Bertrand Le Meur

TERRESTRE

ARTICULER LOW TECH ET HIGH TECH 32
Par Céleste Choné

PROTÉGER L'HOMME, ENGAGER LA MACHINE 34
Par Simon Troubat

LES DRONES AU SERVICE DE LA SÉCURITÉ CIVILE : L'EXPERTISE DE L'ENTENTE VALABRE 36
Par Jean-Frédéric Biscay

LES DRONES AU CŒUR DE LA LIIC ...38
Par Erwann Laisney

DELCO 40
Par Claude Chenuil et Maël Soum Le Guen

PRODUCTION DE MASSE ET RAPIDITÉ DE DÉPLOIEMENT 42
Par Jean-Patrice Coste

UNE PROPULSION SOUVERAINE 44
Par Jean-François Nicolino

LES ENJEUX DE LA FILIÈRE ROBOTIQUE FRANÇAISE 46
Par Michel Bouvet

LUTTE ANTI-DRONES

S'ADAPTER 50
Par Jacques Sueur

LA DGA À L'OFFENSIVE 52
Par François-Nicolas Pot



LUTTE ANTI-DRONE : INTÉGRER POUR MONTER EN PUISSANCE 54
Par Arnaud Salomon

LA DÉFENSE ANTI-AÉRIENNE DEPLOYER UNE APPROCHE SYSTÉMIQUE 56
Par Philippe Roudier et Alexandre Forestier

LA LADA BIENTÔT AUTORISÉE POUR LE PRIVÉ 58
Par Gaëtan Laurent

LASER : 100% DE COUPS AU BUT ! 60
Par Laurent Tard

QUAND LA GENDARMERIE TRAQUE LA MENACE VENUE DU CIEL 62
Par Nicolas Belec

DU FRONT À LA BITD 64
Par Hadrien Canter

INNOVATION & TECHNOLOGIES

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES. QUELLES SOLUTIONS EUROPÉENNES ? 68
Par Guillaume Hervé et David Fraboulet

ROBOTIQUE AÉROTERRESTRE : QUELLE PLACE POUR LE « LAB-PROVEN » ? 70
Par Christian de Villemagne

SÉCURITÉ PÉRIMÉTRIQUE DES AÉROPORTS....72
Par Serge Chaumette et Pierre Dejean

INTERVIEW CROISÉE DE PATRICK GUYONNEAU ET NASSIMA AUVRAY...76
Propos recueillis par Frédéric Tatout

CHAUMONT 2026 78
Par Sophie CEN

ROBOTS HUMANOÏDES....80
Par Catherine Simon

PREMIER PLAN D'ACTION DE L'UE....82
Par Julien Jamaux



MASSIFICATION ET AUTONOMIE TACTIQUE 84
Par Clément Bertin

DÉTECTION DE DRONES ET COORDINATION D'ESSAIMS....86
Par David Filliat

DRONES ET C4ISR : LE RETOUR DE L'INGÉNIOSITÉ MILITAIRE 88
Par Jacques Vermorel

DRONES MULTI-MILIEUX : L'ENSTA SUR TOUS LES FRONTS....90
Par Camille Viallon

ARMEMENT

ACTUALITÉS DE L'ARMEMEMENT 94
Par François Mestre

2 MARS 2026 - DISCOURS DU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE À L'ILE LONGUE 96
Par Dominique Monvoisin

HISTOIRE



MISE EN CHANTIER D'UN OUVRAGE DE RÉFÉRENCE....100
Par Gilles Bessero

ANECDOTE SUR DES DRONES ISRAÉLIENS 101
Par Geoffroy d'Aumale

LE TELEAUTOMATON :....102
Par Océane Zubeldia

LE SYSTÈME D'ARTILLERIE CAESAR : GENÈSE, ENGAGEMENTS ET PORTÉE STRATÉGIQUE....104
Par Pierre André Moreau

LYCÉES MILITAIRES ET ARMEMENT 106
Par Louis Le Pivain

QUELQUES DRONES DE PAR LE MONDE... 108
Par Xavier Lebacq

ASSOCIATION

DEUX ASSEMBLÉES GÉNÉRALES EN UNE 136
Par Hervé Moraillon

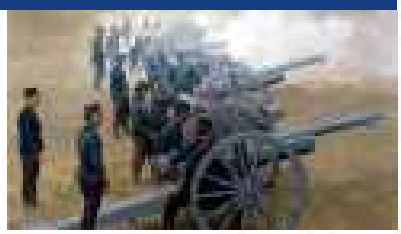
LES NOUVEAUX RAPPORTS DE FORCE MONDIAUX....137

ÉVOLUTION D'UN ÉCOSYSTÈME : LE « NEW DEFENCE »....138

LU POUR VOUS 139

LE JEU....141

LU AU JOURNAL OFFICIEL....143



CARNET PRO....144

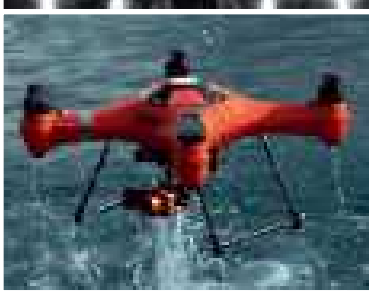
MOUVEMENTS DGA....144













PRÉFACE



Catherine Vautrin,
Ministre des Armées

Les conflits contemporains nous le prouvent chaque jour : la guerre change de rythme, d'échelle et parfois de nature. En Ukraine, comme au Proche et au Moyen-Orient, les drones se sont imposés en quelques années comme des acteurs centraux du champ de bataille.
Dans le même temps, la lutte anti-drones est devenue une exigence opérationnelle de premier rang : protéger une emprise, une colonne, un bâtiment, un aérodrome ou un poste de commandement suppose désormais de détecter plus vite, d'identifier plus sûrement et de neutraliser à moindre délai et à moindre coût.

Cette transformation de la conflictualité est sans commune mesure.

Si elle ne signifie pas la disparition des grands programmes ni l'effacement des systèmes les plus sophistiqués, elle marque l'entrée dans un âge de la complémentarité, où la supériorité militaire repose à la fois sur des capacités d'excellence et sur des équipements plus rustiques, plus nombreux, plus adaptables et plus rapidement produits.

Autrement dit, nous devons savoir conjuguer la technologie de pointe avec la masse, et l'innovation de rupture avec l'agilité du bas coût.

C'est l'enjeu majeur pour notre modèle d'armée.

Cette adaptation appelle une évolution de notre manière de concevoir, de produire et de livrer les capacités militaires. C'est tout le sens de la transformation engagée avec la « DGA de combat ». Face à l'accélération des menaces, nous devons être capables d'aller plus vite, de simplifier lorsque cela est utile, de raccourcir les cycles, de mieux articuler l'expression du besoin opérationnel, l'innovation, l'expérimentation et l'acquisition. Le temps de la menace d'aujourd'hui n'est plus celui des procédures d'hier.

Cela suppose une conception plus proche des forces, et plus attentive aux délais. Cela suppose aussi un dialogue plus étroit entre la DGA et ses ingénieurs, les armées, les industriels, les PME, les start-up, et tous ceux qui contribuent à bâtir les solutions de demain. L'enjeu n'est pas seulement de produire un drone de plus, il est de penser un écosystème d'équipement complet, associant capteurs, charges utiles, guerre électronique, logiciels, connectivité, munitions téléopérées, détection, brouillage, interception et commandement.

Au fond, les drones nous obligent à repenser notre rapport à la masse, à l'endurance et au coût. Ils nous obligent aussi à retrouver une forme de pragmatisme stratégique : accepter qu'un équipement simple, disponible rapidement et produit en série puisse, dans certaines situations, avoir une valeur militaire décisive, parfois supérieure, en fonction des contextes d'engagement, aux équipements les plus pointus.

C'est pourquoi vous, ingénieurs de l'armement, avez un rôle si déterminant.

Par votre culture de l'État, votre exigence technique, votre connaissance des systèmes et votre capacité à faire le lien entre besoin militaire et solution industrielle, vous êtes au cœur de cette nouvelle étape de notre réarmement.

Dans la période qui s'ouvre, il nous faudra tenir ensemble ces deux impératifs :

- conserver l'avance technologique qui fonde notre crédibilité, et intégrer pleinement les leçons des conflits en cours.
- C'est à cette condition que nous préserverons l'efficacité de nos armées, la solidité de notre industrie de défense et, au-delà, la liberté d'action de la France.



ÉDITO

QUATRE POLARITÉS POUR UNE RÉVOLUTION

Jérôme de Dinechin, *ICA, Rédacteur en chef*

Par certains aspects, la « révolution » du drone rappelle celle de l'aviation il y a plus d'un siècle, lorsqu'on est passé du biplan de reconnaissance au combat aérien.

Elle est cependant bien plus rapide et profonde, et va de pair avec la « course à l'IA » qui secoue le numérique et bouscule nos certitudes, voire notre identité.

Beaucoup sont tentés d'oublier tous les acquis – et peut-être aussi la sagesse du temps long – pour s'enrôler dans cette nouvelle « ruée vers l'or ». D'autres semblent avoir perdu leurs repères. Pour ma part, je vous propose de réfléchir à quatre polarités dont les équilibres ont évolué récemment.

La première se trouve entre des systèmes extrêmement performants, coûteux et rares, et d'autres aux performances moyennes, mais d'un coût modéré, voire modique, et nombreux. La recherche opérationnelle montre que dans un contexte donné en milieu complexe, il existe souvent plusieurs optimums locaux, dont on peut combiner les avantages.
On retrouve l'alchimie du new space, objet de notre numéro 118, qui n'a pas fait disparaître les grands systèmes mais les a complétés par de nouvelles gammes.

La seconde est celle entre, d'une part, la gestion classique de programme, avec cahier des charges, consultation et commande publique, et d'autre part la démarche « agile » avec boucles de développement rapide ou sprints, une implication rapprochée du client et un réajustement fréquent des objectifs – avec la tentation d'éliminer le maître d'ouvrage –. Cette démarche, initiée en 2001 par l'« Agile manifesto », a doublé le taux de succès des développements informatiques, et gagné du terrain dans d'autres domaines comme la transformation d'organisations ou les systèmes complexes, dont la dimension logicielle est croissante. Tous les grands systémiers ont ainsi élargi leur ingénierie depuis les projets prédictifs jusqu'aux projets agiles, en passant par les projets évolutifs, itératifs, hybrides…, mais tout n'est pas devenu agile.

Une troisième polarité s'observe entre la boucle information / décision centralisée ou pyramidale, et l'intelligence distribuée à grand renfort d'IA. Dans ce schéma, les drones comme les systèmes de LAD (lutte anti-drones) ont des capacités de classification et d'action qui « disruptent » le combat classique. Pour répondre à un même besoin, la supériorité opérationnelle, de nouveaux acteurs apparaissent et prennent une part prépondérante de l'activité, ou interdisent l'accès à certains domaines. L'uberisation du champ de bataille, en quelque sorte, qui conduit à structurer de nouvelles fonctions comme les pilotes de drones.

Enfin, la dernière polarité se trouve entre l'humain et l'objet animé. Notre numéro sort au moment où le mur historique des deux heures vient d'être franchi au marathon de Londres par deux hommes, le Kenyan Sabastian Sawe et l'Ethiopien Yomif Keljecha. Et dans le même temps, un androïde gagnait le semi-marathon de Pékin et battait le record du monde humain de près de 7 min, en 50 min 26 sec. Mais là où l'homme a gagné une minute en trois ans, grâce en particulier à des chaussures ultra-légères de haute technologie, en un an la vitesse de l'androïde a été multipliée par trois. Les courbes vont-elles se croiser définitivement ?

Ce n'est pas la première fois que la technologie provoque un processus de destruction créatrice, selon les mots de Schumpeter, avec des crises et des remises en cause profondes, rappelons-nous la révolte des canuts, et parfois le sentiment d'arriver à la fin des temps. Observons quand même que la durée des cycles se raccourcit dangereusement : de 50 ans à quelques mois aujourd'hui.

Face à la tentation de basculer d'un pôle à l'autre, il semble urgent de prendre le temps de réfléchir pour articuler intelligemment ces approches complémentaires, anticiper les contextes opérationnels, les maturités technologiques et les enjeux stratégiques, sans oublier ce qui fait le propre de l'homme : œuvrer pour le bien commun.



DRONISATION ET ROBOTISATION DU CHAMP DE BATAILLE

UN NOUVEAU DÉFI POUR L'ARMEMENT

Par Claude Chenuil, *IGA*

Lypsti : le nom de cette obscure bourgade d'Ukraine près de Kharkiv ne vous dit sans doute rien, mais dans quelques années, il sera synonyme de rupture technologique dans l'art de la guerre. En effet, le 20 décembre 2024, les Ukrainiens ont lancé près de cette localité une offensive en utilisant uniquement des systèmes robotiques, sans recours à de l'infanterie. Plusieurs dizaines de robots terrestres équipés de mitrailleuses, ainsi que des drones conçus pour poser et dégager des mines sur les positions ennemies ont été déployés. Ce combat, loin d'être anecdotique, marque l'entrée dans une nouvelle ère de la guerre aéroterrestre, celle de la dronisation et de la robotisation, au même titre que l'engagement des premiers chars britanniques le 15 septembre 1916 pendant la bataille de la Somme a ouvert celle de la guerre mécanisée.

Désormais, l'emploi de ces nouveaux systèmes polymorphes sera structurant dans les futurs conflits, qu'ils soient de haute ou de basse intensité, symétriques ou asymétriques. D'un coût peu élevé par rapport à leurs effets sur l'ennemi, permettant une transparence quasi-totale du champ de bataille, préservant les moyens humains, ils constituent une rupture capacitaire majeure. Ils sont désormais une priorité pour la recherche militaire et l'équipement des Forces. Partout dans le monde, les Etats lancent de vastes programmes pour équiper massivement leurs armées de drones et robots dotés d'IA performantes et de systèmes destinés à contrer ceux de l'ennemi. Si les calendriers ou les priorités peuvent différer selon les pays, les concepts sont partagés et le constat clair : la prochaine guerre utilisera massivement ces nouveaux systèmes, les seules questions étant « comment ? » et « à quel niveau ? ».

Car ce qui se joue aujourd'hui, c'est le futur du combat aéroterrestre. Comme cela avait été écrit dans le rapport du Groupe de travail drones GICAT[1]-ADIF[2] en 2024, *« La robotisation du champ de bataille est en effet une révolution du même ordre que celle de la mécanisation prêchée par des visionnaires comme le général de Gaulle durant l'entre-deux guerres. Aujourd'hui la force de frappe de l'armée de Terre est constituée de 100 000 hommes et 5 000 drones. Demain, c'est-à-dire dans 20 ans, et grâce à l'autonomisation (qui n'en est qu'à ses balbutiements), ce sera peut-être 50 000 hommes et 50 000 drones et 100 000 robots terrestres, robots et drones qui opéreront de manière coordonnée. ».*

Or ces systèmes robotiques terrestres et / ou aériens, avec les moyens de les contrer, reposent sur une BITD qui a ses spécificités

par rapport à celle des systèmes d'armes traditionnels :
• Assise technique, technologique, et volume de production essentiellement tirés par un marché civil ;
• Forte dépendance de composants venus de l'étranger (batteries, moteurs électriques, etc.), notamment de la Chine ;
• Dynamique de mise à jour fonctionnelle et matérielle ainsi que de renouvellement des gammes très rapide (quelques mois, voire semaines en temps de guerre) ;
• BITD constituée de nombreuses startup, PME et ETI ;
• Concurrence internationale très forte en raison d'une barrière technologique à l'entrée relativement basse.

La France ne peut pas, si elle veut rester une puissance militaire technologique de premier rang et conserver son autonomie stratégique, faire l'impasse sur cette BITD. D'autant plus que, par-delà les aspects purement technologiques, se greffe une problématique de production de masse, les ratios temps de guerre/temps de paix pouvant atteindre 100 pour 1. Or, jusqu'il y a peu de temps, la France, comparée à ses voisins européens, et pire encore, face à des adversaires potentiels, accusait sur les plans capacitaire et industriel un retard important, avec des matériels disponibles en quantités notoirement insuffisantes et une BITD non structurée.

Trop longtemps, celle-ci a été considérée comme une BITD « mineure » alors que c'est surtout une BITD qui opère selon des paradigmes radicalement différents. L'analyse des causes des échecs à répétition dans le domaine des drones de ces 20 dernières années est instructive :
• Des militaires dont la réflexion restait trop souvent ancrée dans certains préjugés (supériorité de l'avion piloté sur le drone par exemple) et hésitant à s'équiper aujourd'hui…, car demain il y aura mieux ;
• Une DGA trop « passive » qui appliquait des méthodes de conduite de projet inadaptées ;
• Des industriels trop frileux en matière de prise de risque et trop attentistes vis-à-vis des commandes de l'État.

Heureusement, la France a commencé à réagir. D'abord en 2022 les premiers challenges COHOMA et les appels à projets de munitions téléopérées Colibri et Larinae de l'AID[3], puis une démarche volontariste dans l'armée de terre de soutien à l'innovation dans les unités, sans oublier en 2025 l'ambitieux projet Pendragon porté par le CCF[4] et l'AMIAD[5]. Les industriels semblent aussi désormais plus enclins à prendre des risques et à anticiper les besoins de nos armées.

Certains sceptiques doutaient de la capacité de la DGA à relever ce défi, estimant qu'elle devait être contournée, voire être réduite à un simple rôle de pourvoyeuse de techniciens compétents en gestion de projet ou d'achat. Mais elle leur a donné tort, avec notamment la mise en place du Pacte drones aériens de défense en juin 2024, un forum d'échanges Etat-industrie innovant qui a enfin mis en place une dynamique vertueuse sur ce secteur et montré des réalisations concrètes. La création des centres d'expertise référents s'inscrit également dans cette démarche. L'action de la « DGA de Combat » dans le cadre de la crise au Proche et Moyen Orient avec des commandes urgentes, des expérimentations réactives de drones intercepteurs de drones et la recommandation de l'emploi du Tigre et de son canon de 30mm avec de nouvelles missions LAD mérite également d'être saluée.

Tout cela va dans le bon sens, même s'il reste encore beaucoup à faire au sein du ministère des armées, notamment en matière de coordination interne et de vision globale pour un passage à l'échelle, car une armée de prototypes n'a jamais remporté une victoire sur un champ de bataille, et l'ennemi ne nous attendra pas. Il nous faut donc encore accélérer le mouvement vers un outil de défense dronisé/robotisé, et la DGA a un rôle décisif d'architecte à jouer dans sa construction, comme elle l'a fait pour la dissuasion. Aucune autre entité du ministère ne pourra le faire, car elle seule a dans son ADN la capacité à faire la synthèse entre les problématiques industrielles, technologiques et opérationnelles.

La DGA doit donc continuer à s'adapter aux spécificités de ces systèmes, qui nécessitent agilité, subsidiarité et dialogue étroit entre industriels, opérationnels et DGA. Cela passe par prendre des risques, parier sur l'innovation, porter la contradiction auprès des états-majors lorsque nécessaire, bousculer les processus de décision du ministère, être agile en actes et pas uniquement en paroles. Je n'ai nul doute que la DGA, et à travers elle les ingénieurs de l'armement, saura relever ce nouveau défi.

En attendant, je vous laisse découvrir ce dossier qui vous permettra de découvrir les multiples facettes de cette guerre des drones terrestres et aériens, en vous laissant méditer cette phrase de Michel Audiard qui me semble bien adaptée à ces problématiques : *« Deux intellectuels assis vont moins loin qu'une brute qui marche. »*.

□□□ □□□□

Le Futur

des Systèmes Terrestres Européens est Là.

MODULES DE MISSION
CHARS DE COMBAT
SYSTÈMES D'ARTILLERIE
VÉHICULES BLINDÉS À CHENILLES
VÉHICULES BLINDÉS À ROUES
PONTS MOBILES
SYSTÈMES ANTI-AÉRIENS
MUNITIONS
ROBOTIQUE
SOUTIEN ET SERVICES
FORMATION
SIMULATION

KNDS

www.knds.com



DRONES ET COMBAT, CHANGEMENT D'ÉPOQUE

GUERRE DES DRONES

LES ARMÉES FRANÇAISES SONT-ELLES PRÊTES ?

Par Thierry Chigot, *GBR*

Nous vivons une révolution militaire : les drones aériens, de plus en plus létaux et employés en masse, sont devenus les armes décisives des batailles modernes.
Une combinaison de rétrospective et de prospective permet de dégager des pistes pour la dronisation accélérée de l'armée de terre.

Les drones militaires : du rêve français en 1917 à la domination tactique à partir de 2022

L'histoire des drones militaires débute en **1917** avec le concept d'avion bombardier sans pilote du capitaine français Max Boucher et ses vols radiocommandés entre 1917 et 1923. Les premiers aéronefs sans pilote opérationnels sont les *V1* pendant la Seconde Guerre mondiale.

Il faut attendre **1995** pour que la vision de 1917 se concrétise, lorsqu'Abraham Karem développe le *Predator* américain, premier drone de surveillance endurant, armé de missiles puis de bombes à partir de 2000. Le *Reaper*, dérivé du *Predator*, s'impose comme une référence mondiale. La France s'en équipe à partir de 2013.

En **2012**, *Daesh* militarise des microdrones commerciaux avec des charges explosives, créant une capacité bon marché à l'efficacité croissante. Aucun industriel occidental n'ose alors se lancer sur ce marché.

En **2020** en Syrie et au Haut-Karabagh, puis en Ukraine en 2022, les drones turcs TB2 Bayraktar débutent très efficacement les opérations en supprimant les défenses antiaériennes et en ciblant l'artillerie et les convois.

Le véritable tournant intervient en **2023** en Ukraine avec deux innovations majeures : les *FPV*, petits drones très rapides et peu coûteux, armés de têtes explosives, et les drones suicides capables de frapper en profondeur (*Shahed* iraniens produits en Russie, drones développés par *Fire Point* en Ukraine).

En une décennie, les drones, d'abord outils de surveillance et de ciblage ponctuel, sont devenus des composants centraux de la doctrine militaire moderne, principaux vecteurs d'attrition, redéfinissant la guerre aux niveaux tactique, opératif et stratégique.

L'évolution des drones tactiques dans l'armée de terre française de 1990 à 2026

Depuis les reconnaissances du CL-289 au Kosovo dès 1999, l'armée de terre française dispose d'une panoplie de drones pour l'appui au renseignement des forces. Le SDTI, dérivé du Sperwer néerlandais, a ouvert en 2005 la génération de drones régulièrement déployés en opérations extérieures.

Les forces spéciales ont recours à des systèmes légers ***Skylark*** d'origine israélienne, complétés par des ***Puma*** américains et des nanodrones ***BlackHornet*** d'origine norvégienne.

Les petits quadricoptères commerciaux, comme les modèles chinois ***DJI***, sont aussi employés pour la reconnaissance. Les quadricoptères ***Parrot ANAFI*** et ***NX70***, militarisés, fournissent des solutions plus robustes mais bien plus chères.

Il faut aussi mentionner l'usage par les troupes au sol de drones MALE des armées de l'air alliées : le Harfang français (dérivé du Héron israélien) en Afghanistan, puis les ***Predator*** et ***Reaper*** américains pour le renseignement et les frappes ciblées, d'abord en Afghanistan, puis en Libye, au Moyen-Orient et au Sahel, qui modifient profondément la conduite des opérations.

Quatre types de drones aériens militaires récents

- Les drones FPV (First Person View) militarisés portent jusqu'à 30 km et, dès 2024, causent plus de 75 % des destructions de blindés, bunkers et soldats sur le front en Ukraine. La Russie et l'Ukraine en commandent chaque année des millions.
- Les drones longue portée traitent les cibles stratégiques jusqu'à 3 000 km dans des frappes combinées avec les missiles.
- Parallèlement, les drones très véloces se révèlent une composante majeure de la lutte anti-drones.
- Enfin, dès 2024, les drones logistiques émergent pour ravitailler les troupes en première ligne.

Toutefois, des programmes français (***SMDR, Patroller***) rencontrent des difficultés sur les performances, les coûts et les délais, pouvant conduire à des réductions de cibles d'acquisition, voire à l'abandon du projet.

En 2025, l'armée de terre tente de combler ses lacunes en microdrones et en masse avec l'achat de 1 000 drones d'observation d'***Harmattan AI*** pour l'entraînement.

Malgré la multiplication d'initiatives récentes, les forces terrestres n'ont pas encore de drones létaux, de *FPV*, de drones suicides longue portée, de drones logistiques, de drones de surveillance endurants, de drones avec charge ROEM, de drones à fibre optique, de drones antidrones ni de drones en masse.

La dronisation urgente des forces terrestres françaises : un enjeu tactique et stratégique

Les opérations récentes montrent que les systèmes de drones aériens sont au cœur des tactiques militaires gagnantes, bien au-delà du renseignement. En Ukraine, les drones sont la cause d'une part croissante de l'attrition générale due à tous les effecteurs : 20 % en 2022, plus de 90 % en 2026.

Déployer une grande masse de capteurs et d'effecteurs dronisés confère un avantage redoutable. Les besoins annuels ne se comptent plus en milliers mais en millions de drones, avec une évolutivité constante et rapide face aux contre-mesures ennemies.

Pour conduire sa dronisation accélérée, la France doit tirer les leçons de l'expérience depuis 1917, observer en profondeur les conflits modernes, mener une veille technologique fine et conduire une véritable démarche prospective qui intègre les enseignements de la rétrospective, avec trois impératifs :

a/ définir une doctrine à la lumière des enseignements étrangers, en intégrant systématiquement les drones dans toutes les fonctions opérationnelles via des exercices prospectifs avec les industriels et les unités ;

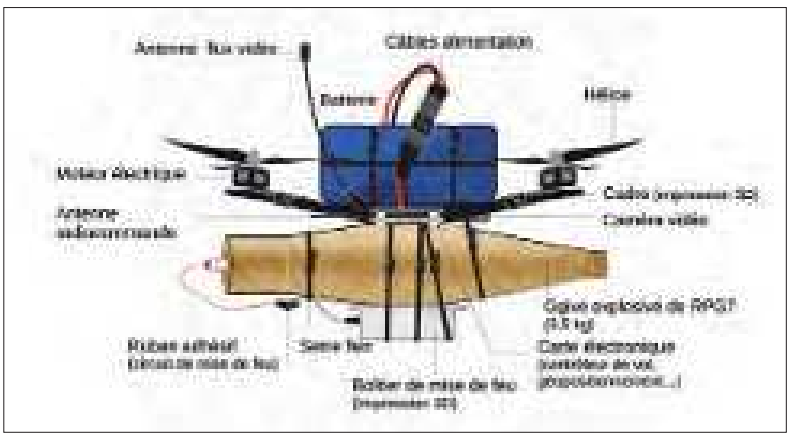
b/ concevoir la numérisation transverse et agile de toute la capacité « drones » : C2, logistique, renseignement, guerre de la navigation, LAD, formation, entraînement, simulation, gestion des RH « drones » ;

c/ revoir avec la DGA et les Etats-majors centraux les processus d'acquisition et adapter le modèle économique : drones « jetables » (300 à 3k€), tactiques (3k à 300k€) et haute performance (300k à 10M€), impliquer davantage les PME ou start-up innovantes et intégrer l'évolutivité dans les programmes.

Il s'agit avant tout de réalisme opérationnel, de méthode et de vision stratégique, pas seulement de technologie.

La dronisation des forces terrestres implique une mutation majeure, doctrinale et capacitaire. Elle doit intégrer les leçons de l'histoire, les RETEX étrangers, la numérisation, la tactique et la prospective. La forte évolutivité des drones face à la lutte antidrone impose une réforme des processus d'acquisition, la construction de programmes itératifs et le recours aux start-up et PME agiles. Sans ces actions majeures, la France restera spectatrice d'une révolution militaire exploitée par d'autres.

> En 2026, la flotte de l'armée de terre, uniquement dédiée à l'observation, n'est composée que de quelques milliers d'appareils. Compte tenu des exigences du combat moderne, la capacité "drones aériens" française est en partie obsolète et sous-dimensionnée, qu'il s'agisse de létalité, de FPV, de fibre optique, de frappes dans la profondeur, d'apports en ROEM, de LAD, d'indépendance de BITD, ou de production en masse.(Et pourquoi pas : Sans oublier les dronisations maritime et terrestre, qui ne font que débuter.)



Drone FPV à charge explosive employé en Ukraine, faible coût, grande précision, forte létalité, production en masse, un exemple d'innovation d'usage et d'agilité



Thierry Chigot, *général de brigade (2S), consultant en stratégie et innovation*

Ancien officier de l'armée de terre et des forces spéciales, Thierry Chigot a partagé sa carrière militaire entre le commandement d'unités régulièrement engagées en opérations et le développement capacitaire. Il a été amené à employer plusieurs types de drones en opération et à l'entraînement. Il a contribué à des concepts, doctrines, RETEX et programmes d'armement sur les drones.

UN PACTE DE CONFIANCE POUR CO-CONSTRUIRE UNE FILIÈRE DE DRONES MILITAIRES.

Interview de l'ICETA Arnault Maury

L'industrie française devait se mettre en capacité de développer et produire en masse des systèmes de drones de défense à coût maîtrisé, tout en répondant à un besoin évolutif. C'est chose faîte avec le Pacte drone aériens de défense.

La CAIA: C'est quoi ce Pacte drones aériens de défense qui est souvent cité en exemple par les autorités du MINARM ?
Arnault Maury:
Ce Pacte a été signé le 17 juin 2024 à Eurosatory par Sébastien Lecornu à l'époque ministre des armées. L'idée en a été proposée dans un rapport élaboré au printemps 2024 par un groupe de travail instauré à l'initiative du GICAT[1] et de l'ADIF[2]. C'est en fait un forum d'échanges unique Etat-Industrie et inter-industriels qui réunit les industriels français de la filière drones au sens large, les états-majors des armées, la DGA et des centres de recherche (ONERA, ISL) concernés. Sa présidence et son animation est assurée par la DGA avec un soutien du GICAT.

La CAIA: Pourquoi ce Pacte a-t-il été créé ?
Arnault Maury:
Les conflits récents et actuels (Haut-Karabagh, Ukraine, Moyen-Orient…) ont révélé toute l'importance des moyens aériens à bas coût, accessibles à tous les protagonistes d'un conflit et consommables en masse dans des contextes de haute intensité ou asymétriques.

Sur le segment d'intervention du Pacte, les drones de moins de 150kg, et les munitions téléopérées, les usages sont démultipliés et une course incessante à l'amélioration des performances et aux innovations d'usage, où le numérique joue un rôle important voire prépondérant.

Dans ce cadre, les schémas usuels de conception et d'acquisition d'armements conventionnels (marqués par le traditionnel cycle en V) sont inopérants puisque le premier de série d'un modèle de drone conçu et industrialisé sera obsolète avant d'être sorti d'usine. Il fallait donc faire autrement. Tout d'abord, il fallait rapprocher les fournisseurs des utilisateurs. Cela passait par une mise en contact régulière et orientée des forces utilisatrices avec les acteurs industriels pour permettre une intensification des échanges en vue d'ajuster le besoin militaire à l'offre industrielle et réduire les délais entre l'apparition d'un besoin et sa satisfaction.

La CAIA: En pratique, comment se passent les travaux du Pacte ?
Arnault Maury:
Arnault Maury : Le fonctionnement se structure en séances plénières (une dizaine par an) et des groupes de travail focalisés chacun sur un thème précis tels que les standards d'interface, l'IA appliquée aux drones, ou l'économie de guerre. Ce dernier vise par exemple à imaginer des voies pour sortir de dépendances industrielles extra-européennes (comme sur la motorisation électrique) et à augmenter significativement et rapidement la production en cas de besoin, en s'appuyant si besoin sur des industriels hors BITD[3].



A cela s'ajoutent des briefings d'unités opérationnelles sur l'emploi et leurs besoins en matière de drones, et des séances de pitch d'industriels pour présenter leurs capacités. De la visibilité est donnée à tous les industriels de manière équitable et transparente sur les besoins et procédures contractuelles futurs pour que ceux-ci puissent anticiper des développements sur fonds propres.

L'agilité de ces activités de concertation offre également aux industriels des fenêtres d'échange privilégiées pour qu'ils puissent initier des coopérations entre eux.

La participation n'est soumise à aucune règle, mis à part un engagement d'assiduité. Moyennant quoi, l'effectif industriel a presque doublé, passant de moins de 100 lors du lancement du Pacte, à plus de 180 aujourd'hui.

La CAIA : Pouvez-vous nous donner un aperçu concret des retombées en termes de projets ?
Arnault Maury :
Un des premiers projets lancés visait à proposer un drone du combattant à coût réduit pour l'exercice ORION 26 (« 1000 drones à 1000€ pièce »). Pour cela, nous avons monté une première opération d'armement, qui aura duré un an. Plus d'une dizaine d'industriels ont répondu à un appel à idées informel lancé au travers du Pacte en décembre 2024. Leurs réponses nous ont permis d'étayer dès février 2025, en lien avec les forces, une expression de besoins ambitieuse mais réaliste, suivie d'un appel d'offres aboutissant à une commande le 30 juin.

Les matériels commandés ont été produits avant fin décembre dernier et les 1000 drones ont été remis aux forces en janvier 2026 comme prévu. Il s'agit du modèle DELCO, conçu et produit par Harmattan AI, société au capital de laquelle Dassault a investi par la suite plusieurs centaines de millions d'euros.

Une seconde opération, plus ambitieuse sur les plans technique et opérationnel, et dont l'idée trouve sa source lors d'échanges initiés au travers du Pacte entre des dronistes et un industriel du secteur de l'automobile, visait à produire un nouveau type de munitions téléopérées à longue portée et bas-coût. A cette fin, toujours via le Pacte, une dizaine de consortiums ont apportés des idées, puis comme précédemment, une définition du besoin réaliste a été élaborée.

Toujours dans la même démarche visant à s'assurer de la maturité des projets industriels, les candidats ont dû réaliser une démonstration en vol précontractuelle à Bourges, ce qui préfigurait le tout nouveau centre de référence de la DGA sur les drones tactiques et munitions téléopérées (CerDROT). Les premières livraisons de ce système de MTO (Munitions téléopérées) Durandal sont prévues à partir de l'été 2027.

Fin 2025, nous avons lancé 4 autres appels à idées, notamment sur un drone bombardier et le renouvellement des quadricoptères « bon de guerre », ce qui marque une phase d'accélération significative dans la dronisation de l'armée de terre.

Parallèlement, pour dynamiser nos procédures d'acquisition, nous avons lancé des accords-cadres multi-attributaires qui permettront de faire des appels d'offre simplifiés auprès d'un nombre significatifs d'acteurs de la BITD.

Nous nous mettons aussi dans une posture de massification de la production en cas de besoin. Ainsi les drones DELCO seront produit à 5000 exemplaires supplémentaires dans les prochains mois. Et pour faire la jonction avec des besoins potentiellement bien plus importants, nous préparons via nos contrats des dossiers d'industrialisation en grande série, prenant également en compte les composants et les sous-ensembles clés. Une démonstration expérimentale sera bientôt organisée pour produire une grande quantité de MTO sur une durée très courte.

La CAIA : Quelles sont les perspectives ?
Arnault Maury :
L'industrie française du drone a reçu grâce au Pacte l'impulsion dont elle avait besoin et nous allons œuvrer à présent pour renforcer sa structuration et alléger progressivement ses dépendances aux industries extra-européennes sur des domaines comme les batteries ou les moteurs. Les retours d'expérience sur les théâtres d'opération (Ukraine, Moyen-Orient) nous permettent de suivre au plus près et de manière très concrète les évolutions en cours pour en tirer le maximum d'enseignements.

Un volet à suivre tout particulièrement est celui des drones intercepteurs de drone, sur lequel des sociétés du Pacte drones, comme Harmattan AI, Alta Ares, DSV ou Asterodyn, commencent à se positionner.

Le Pacte drones aura été en France le déclencheur de cette dynamique dont nous pensons pouvoir dire qu'elle permet à l'industrie nationale de se mettre aux premiers rangs des nations européennes dans le domaine des drones de contact.

Propos recueillis
par Frédéric Tatout



Arnault Maury,
ICETA, Directeur de programme Drones de contact à la DGA

Diplômé de l'ENSTA Bretagne, Arnault Maury débute sa carrière dans la mobilité terrestre à Angers et à Bourges. Après un passage à DGA MI comme manager d'affaires, il rejoint Paris et l'UM Cœlacanthe, tout d'abord comme expert management qualité et gestion de projet avant de devenir manager systèmes transverses SNLE. Depuis 2023, il est directeur du segment de management combattant et Infovalorisation et Directeur de programme drones de contact à l'UM CTER.

DUALITÉ, SOUVERAINETÉ, VOLUME

UNE FILIÈRE À STRUCTURER

Par Antoine Level, *président de l'ADIF*

Entre innovation rapide et exigences de production de masse, les drones bousculent les modèles traditionnels de la BITD. La filière française a-t-elle atteint la taille critique pour rester dans la compétition mondiale ?

La France fait partie des pays pionniers dans le développement des drones. Dès 2012, elle a mis en place l'une des premières réglementations au monde pour l'usage des drones civils, permettant l'émergence rapide d'un écosystème industriel innovant. Cette avance a favorisé la structuration d'une filière dynamique, à l'origine de nombreuses entreprises aujourd'hui reconnues.



Munitions téléopérées : vers une production de masse adaptée aux conflits contemporains (MTO Damokles Delair)

Un terreau industriel

Dès son origine, cette filière s'est construite sur un modèle **fondamentalement dual.** Les technologies développées pour des usages civils – inspection d'infrastructures, agriculture de précision, cartographie, sécurité – ont nourri en continu les capacités militaires, et inversement. Cette hybridation constitue encore aujourd'hui l'une des forces majeures de la filière française : elle irrigue l'innovation, élargit les marchés et favorise l'émergence de solutions rapidement opérationnelles.

Cependant, cette filière présente une spécificité structurelle : elle est composée majoritairement de **petites et moyennes entreprises**, dont le chiffre d'affaires dépasse rarement quelques dizaines de millions d'euros. Si cette configuration favorise l'agilité et l'innovation, elle contraste fortement avec celle des grands groupes traditionnels de l'armement, disposant de moyens industriels et financiers sans commune mesure.

Elle se distingue également par un **décalage significatif à l'échelle internationale**. Les principaux acteurs européens atteignent environ 150 millions d'euros de chiffre d'affaires, certains acteurs américains dépassent les 700 millions de dollars, tandis qu'un acteur chinois majeur, DJI, dépasse les 3 milliards. Ces écarts se traduisent par des différences de capacité d'investissement, de vitesse d'innovation et d'industrialisation, et donc de compétitivité.

Dans un contexte d'accélération des besoins et de transformation des conflits, cette fragmentation et cette sous-masse critique constituent un enjeu central.

Une accélération à soutenir

L'irruption des drones dans les conflits contemporains, notamment en Ukraine, a profondément modifié les équilibres tactiques. Le drone est désormais au cœur des opérations : observation, frappe, guerre électronique, logistique, saturation.

Cette transformation s'accompagne d'une accélération sans précédent des cycles d'innovation, avec des **boucles très courtes entre le terrain et le développement**.

Cette exigence d'agilité constitue un défi majeur pour la filière française. Si les PME sont réactives, elles manquent souvent de moyens pour soutenir ces rythmes tout en passant à l'échelle industrielle.

Dans ce contexte, la **commande publique** apparaît déterminante. Au-delà du soutien à l'innovation, elle constitue un levier structurant pour permettre aux industriels de franchir un cap en matière d'industrialisation, de visibilité et de montée en puissance.

Face à ce constat, le GICAT et l'ADIF ont conjointement alerté le ministère des Armées à travers un rapport publié en avril 2024. Ce travail a montré la nécessité d'un soutien structuré, articulant

commandes publiques, efforts de recherche et renforcement de la souveraineté industrielle.

C'est dans ce prolongement qu'a été lancé le **Pacte Drones Aériens de Défense**, avec l'ambition de fédérer les acteurs, d'aligner les efforts industriels et de créer les conditions du nécessaire changement d'échelle.

Un défi industriel

Malgré des dépendances technologiques bien identifiées (composants électroniques, moteurs *brushless* et terres rares nécessaires à leurs aimants, cellules chimiques de batteries), la filière française s'appuie sur un tissu d'équipementiers reconnus, souvent issus du monde civil, capables d'innovation et de flexibilité.

La question centrale est celle de **l'industrialisation**. Les drones s'inscrivent dans une logique de consommation : pertes élevées, cycles courts, renouvellement constant. Le retour d'expérience ukrainien est clair : la supériorité opérationnelle repose autant sur la capacité à **soutenir le flux** que sur la performance intrinsèque des systèmes.

La montée en puissance des drones impose un basculement vers des logiques de **production de masse**, en rupture avec les modèles historiques de la BITD. Les drones se situent à l'intersection de deux mondes :

- la défense, avec ses exigences de robustesse et de sécurité ;
- l'industrie civile, avec ses logiques de volume, de coût et de rapidité.

Or, la structure actuelle de la filière française – fragmentée et composée d'acteurs de taille intermédiaire – rend cette transition particulièrement exigeante.

Mobiliser l'industrie civile : une nécessité stratégique

Une grande partie des briques technologiques clés des drones (électronique, IA, capteurs, télécommunications) est issue de la BIT civile. S'appuyer sur ces capacités permet d'accélérer l'innovation, de produire à grande échelle et de réduire les coûts et les délais.

La filière drone est ainsi, par nature, un **pont entre civil et militaire**, constituant un avantage compétitif majeur pour la France.

Cette hybridation suppose toutefois de structurer les interactions : adaptation aux contraintes militaires, sécurisation des approvisionnements, protection des technologies sensibles et intégration des acteurs civils dans les dispositifs de défense.

L'**Association du Drone de l'Industrie Française (ADIF)** fédère plus de **60 entreprises** couvrant l'ensemble de la chaîne de valeur du drone : fabricants de systèmes, équipementiers et acteurs logiciels.

Représentant plus de 1 000 emplois, ces entreprises illustrent une filière **dynamique, innovante et ancrée dans les usages civils et militaires**. L'ADIF agit autour de trois axes :

- **Promouvoir** la filière française en France et à l'international,
- **Fédérer** un écosystème industriel encore fragmenté,
- **Contribuer** aux réflexions stratégiques sur la souveraineté, l'innovation et la structuration industrielle.

L'ADIF est partie prenante du **Pacte Drones Aériens de Défense.**



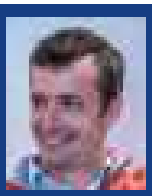
Système de navigation inertielle compact hautes performances de SBG Systems avec capacités GNSS avancées en anti-brouillage et anti-spoofing

« Changer d'échelle sans perdre en agilité »

La France dispose d'atouts solides : une filière pionnière, duale et innovante. Mais les transformations en cours imposent un changement d'échelle. Il s'agit désormais de concilier deux exigences souvent opposées :

- **l'agilité**, indispensable pour suivre des cycles d'innovation extrêmement rapides ;
- **la masse**, nécessaire pour répondre aux besoins opérationnels contemporains.

Le Pacte Drones Aériens de Défense constitue une première réponse structurante. Il devra s'accompagner d'une montée en puissance industrielle, d'une meilleure coordination des acteurs et d'une intégration renforcée entre les mondes civil et militaire. C'est à cette condition que la filière française pourra construire un leadership et répondre pleinement aux enjeux de souveraineté et d'efficacité industrielle.



Antoine Level,
Président de l'ADIF, Association du Drone de l'Industrie Française

Entrepreneur et expert du secteur, responsable du site de Grenoble au sein de DELAIR, il œuvre à la structuration de la filière drone française et à son développement dans un contexte de souveraineté et d'économie de guerre.

HYPAIRION 2028 : UNE RÉVOLUTION POUR L'ARMÉE DE L'AIR ET DE L'ESPACE

DES DRONES DE COMBATS COLLABORATIFS (CCA) DOPÉS À L'IA

Par François Rogeré, *ICA*

Alors que le programme SCAF est en pleine turbulence, une transformation profonde de l'aviation de combat se prépare. Les drones de combat, appelés CCA outre-Atlantique, bien qu'ils ne soient révolutionnaires ni par leur aérodynamique ni par leurs emports, vont révolutionner par leur autonomie et leur quantité l'emploi de l'arme aérienne.

L'aéronautique de combat est confrontée à des défis majeurs qui se cumulent.
Le retour de la haute intensité nécessite de regagner en masse et en épaisseur, tout en réduisant l'exposition des équipages aux menaces, pour conquérir la supériorité.

L'arrivée massive de l'intelligence artificielle (IA) génère une accélération très importante de la boucle de décision et permet d'envisager un haut niveau d'autonomie dans des environnements hostiles (brouillage, leurrage, déception, etc.).

L'augmentation de la complexité des vecteurs pilotés entraîne une hausse des coûts unitaires. L'esprit de la loi d'Augustine, qui prévoyait une augmentation exponentielle des avions de combat, reste d'actualité. Il est donc impératif de sortir de cette spirale infernale.

La composition de l'aviation de combat de demain
L'humain restera durablement au cœur de certaines missions telles que le raid nucléaire ou la permanence opérationnelle. Les derniers Rafale voleront encore au-delà de 2070.

Le cœur de l'aviation de combat de demain restera donc durablement le Rafale, avec un format maintenu à 185 aéronefs pour la décennie 2030. À partir de la décennie suivante, les premiers NGF (Next Generation Fighter) permettront d'apporter un véritable nœud de connectivité en zone fortement contestée.


Maquettes d'effecteurs déportés Airbus et MBDA - salon du Bourget

À ces vecteurs pilotés se combineront des plateformes collaboratives autonomes telles que des effecteurs consommables (munitions intelligentes et aides à la pénétration, larguées en vol ou tirées depuis le sol), et des drones de combat.

Comme l'explique E. Thomé dans son article, la supériorité ne viendra plus de la performance individuelle de chacune des machines, mais d'un jeu collectif qu'il convient d'apprendre : le combat collectif !

Les CCA : une transformation en profondeur
Les CCA apporteront la part la plus visible de la transformation du combat aérien dès la décennie 2030.

Si leurs performances techniques sont relativement conventionnelles, avec des performances aérodynamiques qui se rapprochent de celles de l'Ouragan, un emport réduit en capteurs et en effecteurs et une furtivité limitée compte tenu de son coût, les transformations seront néanmoins multiples :

- Le retour de la masse : la haute intensité nécessite de mettre en œuvre simultanément un grand nombre de plateformes hétérogènes coordonnées.
- Industrielles : ces plateformes devront être conçues pour être productibles en grande quantité, à moindre coût, dans des délais courts et en limitant le recours à des matériaux et composants critiques.
- Standardisation : s'appuyant sur des architectures ouvertes, la standardisation des interfaces, tant internes (capteurs, effecteurs) qu'externes (connectivité), ainsi que celle

des modules d'autonomie, sera requise pour permettre l'interchangeabilité, une forte évolutivité et l'interopérabilité.

• L'arrivée massive de l'intelligence artificielle (IA) : stade ultime de l'accélération de la boucle de décision, l'IA doit permettre une autonomie décisionnelle adaptée selon les phases de vol et selon le niveau de menace. Outre la mise à jour des concepts d'emploi et d'opérations, le déploiement de cette IA devra s'accompagner de mécanismes d'apprentissage et de gestion des données associées. Une évolutivité en boucle courte sera recherchée, obligeant à revoir en profondeur les modes de développement, de certification, de qualification et de mise en service.

• Entraînement/préparation opérationnelle : Si la formation des pilotes de combat nécessite des vols réels en raison des effets du vol sur le pilote, un très faible nombre de vols réels sera nécessaire pour l'entraînement des pilotes de CCA. L'entraînement devra s'appuyer massivement sur des moyens de simulation, tant au sol qu'embarqués dans les avions. Le retour de la masse génèrera également une transformation des besoins d'entrainements et des compétences clés des opérationnels.

• Mise en œuvre : Les armées devront pouvoir passer d'une activité d'entraînement et de préparation opérationnelle très faible à une activité de grande ampleur en cas de crise. Une organisation pour mettre en œuvre cette montée en puissance devra être imaginée et mise en place. Elle devra probablement s'appuyer sur le couple service militaire volontaire et réserve opérationnelle.

• Les outils d'environnement : La forte augmentation de la complexité, due à la variété et à la combinaison des vecteurs, capteurs et effecteurs, nécessitera la mise en place d'outils automatiques d'optimisation de la préparation des missions.



Les drones de combat pourront réaliser des missions de plus en plus complexes

Le continuum de l'IA dans l'aviation de combat :

Les outils d'autonomie qui seront intégrés dans les drones de combat doivent faire partie d'une famille d'IA qui permettra :

- d'apporter de l'assistance aux équipages en vol (propositions de trajectoire, analyse des risques…) ;
- de réaliser d'importants gains de temps en préparation de mission et d'exercice ;
- d'alimenter les outils de simulation pour en augmenter la représentativité tout en simplifiant leur utilisation.

A défaut d'explicabilité complète, ce continuum permettra aux humains de comprendre et d'anticiper les réactions de leur IA, en attendant que chaque aviateur soit secondé par un R2D2 !

Le projet HypAIRion 2028 : expérimenter des CCA dès 2028

Compte tenu de ces aspects transformationnels, le chef d'État-Major de l'armée de l'Air et de l'Espace a décidé en janvier de lancer un projet fédérateur préparant cette transformation : HypAIRion 2028.

Ce projet doit permettre de débuter l'expérimentation de CCA dès 2028, après avoir mis en place les premières briques de cette expérimentation. Ces travaux sont réalisés en pleine coopération avec la Direction Générale de l'Armement, architecte de la cohérence d'ensemble de l'opération et avec l'Agence ministérielle pour l'intelligence artificielle de défense, qui copilote la mise en place du socle d'IA au profit de l'autonomie de ces systèmes. La Marine nationale sera également pleinement associée à ces travaux.

Ces expérimentations doivent préparer l'arrivée massive des CCA qui aura lieu au cours de la décennie 2030. Le cœur de cette expérimentation repose sur la maîtrise de l'autonomie de ces systèmes et l'embarquement des personnels qui demain concevront les missions, puis les superviseront.

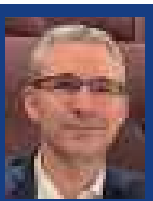
Les CCA représentent donc une transformation profonde de l'aviation de combat :

• Opérationnelle : pénétrer, saturer, survivre en espace contesté… et s'y préparer,

• Technique : architectures ouvertes, modulaires et évolutives,

• Industrielle : produire en masse, maîtriser les coûts.

• C'est maintenant qu'elle se prépare.



François Rogeré, *adjoint au sous-chef plans programmes de l'Armée de l'Air et de l'Espace (EMAAE/SCPP).*

Passionné d'aéronautique, il débute sa carrière en 2004 dans la maintenance aéronautique au sein du SIAé à Cuers-Pierrefeu. En 2009, il rejoint les équipes de programme Mirage 2000 puis NH90 de la DGA avant de diriger les programmes AWACS puis A400M. Il est ensuite nommé chef du département de pilotage des projets de MCO Aéro à la DMAé. En 2025, il est nommé adjoint au sous-chef plans-programmes de l'EMAAE.

À L'AILE DU CHASSEUR : LA TRANSFORMATION DU COMBAT AÉRIEN

VERS LA RÉVOLUTION DU COMBAT COLLABORATIF ET DU COMPROMIS EFFET DE MASSE VERSUS TECHNOLOGIE

Par Emmanuel Thomé, *ICA*

Les réflexions sur l'avenir du combat aérien se concentrent souvent sur le développement du futur avion de chasse de sixième génération, symbole d'innovations technologiques, de supériorité militaire et d'enjeux de coopération. Pourtant, une transformation plus profonde encore se dessine avec l'intégration croissante de drones capables d'accompagner l'avion piloté et de participer à un système de combat collaboratif où chaque plateforme remplit un rôle complémentaire. Dans quelle mesure l'association des drones et de l'avion de chasse peut-elle transformer le système de combat aérien du futur ?

Dans les débats actuels sur l'avenir du combat aérien, l'attention se porte trop souvent, en priorité, sur l'avion de chasse et ce que serait isolément un avion de 6ème génération. Concentré d'enjeux opérationnels et technologiques, celui-ci demeure la figure centrale de la puissance aérienne caractérisé par sa survivabilité, ses missions conventionnelles et de dissuasion, l'intégration de technologies avancées comme la furtivité, la manœuvrabilité ou la fusion de données. La présence d'un pilote à bord ajoute encore à son attrait et à sa complexité, avec des exigences accrues en matière de navigabilité, d'ergonomie et de sécurité.

Pourtant, derrière cette figure emblématique, une transformation encore plus profonde est à l'œuvre. Le combat aérien de demain ne se limitera plus à la performance intrinsèque d'un avion piloté, mais reposera sur un véritable jeu collectif, **un système de systèmes dans lequel les drones auront un rôle déterminant comme ailiers de l'avion de chasse.** Le chasseur n'y agit plus seul : il distribue, si besoin à distance, les rôles à un ensemble de vecteurs non habités évoluant en amont ou dans son sillage pour ouvrir le jeu et fixer les défenses adverses.

Dans cette logique, les drones accompagneront l'avion piloté pour couvrir un large spectre de missions : reconnaissance, guerre électronique, frappe, relais de communication, leurrage ou désignation d'objectifs. **L'intérêt de ces vecteurs aériens, de la centaine de kilogrammes à des drones plus lourds de 4 à 5 tonnes, tient à plusieurs aspects.**

D'abord, leur capacité à **démultiplier l'action du chasseur** alors que le nombre d'avions pilotés et de pilotes qualifiés demeure structurellement limité. En associant plusieurs drones à un appareil habité, il devient possible d'étendre considérablement l'empreinte opérationnelle.

Cette logique conduit également à se réinterroger sur un principe longtemps implicite dans la conception des systèmes d'armes : celui selon lequel une plateforme conçue pour les missions les plus exigeantes serait naturellement capable d'accomplir les tâches les plus simples. Dans le domaine des drones accompagnateurs, une telle approche montre rapidement ses limites. L'un des paramètres déterminants devient en effet **l'effet de masse à coût maîtrisé.**

Dans un conflit de haute intensité, appelé à durer, la capacité à déployer un nombre significatif de vecteurs devient un facteur décisif. Comme sur un terrain où la répétition des phases finit par créer la brèche, la multiplication des drones permet de saturer les défenses adverses et d'exploiter les failles du dispositif. Dans cette perspective, plusieurs types de drones existeront, certains consommables ou perdables, notamment pour les missions les plus périlleuses, quand d'autres seront récupérables et reconditionnables, s'inscrivant dans une logique de durabilité et de réemploi. La masse de l'appareil, sa durée de vie, de vol, la furtivité, le nombre de moteurs, la nature des capteurs embarqués, la modularité ou versatilité requises influencent directement le prix, exigeant encore plus d'éviter toute surspécification au regard des volumes à fabriquer.

Dans ce jeu collectif, **la question de coopération entre l'homme et la**

machine – désignée sous le terme de *man-unmanned teaming* – se pose et revêt ainsi un enjeu central comme brique d'un véritable combat collaboratif. Les drones comme l'avion de chasse devront participer à la collecte et à la fusion de données au travers d'un **cloud de combat natif et intégré**, en exploitant l'intelligence artificielle pour transmettre le « juste nécessaire » et éviter de saturer le pilote d'informations inutiles. L'objectif est de lui offrir une vision claire de la situation tactique afin qu'il puisse orienter la manœuvre, et ce parfois dans des espaces fortement contestés, marqués par la présence de systèmes de brouillage et de guerre électronique. Les drones devront également être capables d'opérer avec une autonomie renforcée et de faire preuve de frugalité dans les informations transmises, une contrainte à intégrer dès la conception, dans un contexte où les volumes de données tendent à croître de manière exponentielle. Plus qu'ailleurs, **l'utilisation d'architectures ouvertes pour intégrer au fil de l'eau les révolutions à venir** sera indispensable pour ne pas reproduire le scenario connu des solutions GPS propriétaires des fabricants de voitures, délaissées par leurs utilisateurs au profit des applications de smartphones régulièrement mises à jour.

Au-delà de ces principes, cette transformation, évoquée dans l'article de François Rogéré, affecte également **la formation et l'entraînement des forces**. Contrairement aux aéronefs pilotés, dont l'entraînement repose sur l'accumulation d'heures de vol, une part croissante de la préparation pourra être réalisée en environnement simulé. Des architectures numériques avancées permettront de reproduire des scénarios complexes impliquant plusieurs drones, tout en limitant les contraintes logistiques et financières associées à ces entraînements. Les drones pourraient quasiment ne plus être entraînés en vol, à l'exemple des missiles : une partie importante de leur préparation opérationnelle sera réalisée dans des environnements virtuels, où les pilotes apprendront à coordonner leurs actions et à maîtriser les logiques du combat collaboratif.



Schéma de fonctionnement du système de combat aérien du futur (SCAF)

Au-delà de la dimension technologique et opérationnelle, le développement de ces drones ouvre **un vaste champ industriel** avec un spectre très large de produits. Les États-Unis et la Chine investissent massivement dans ce domaine, conscients des avantages stratégiques que confère la maîtrise de ces technologies. Pour la France et l'Europe, il s'agit également de **développer une base industrielle et technologique capable de concevoir et de produire ces systèmes**, afin de rester dans la course technologique, d'avoir des capacités de production et de ne pas laisser d'autres puissances dicter le rythme du jeu.

À l'aile du chasseur, les drones s'imposent donc progressivement comme l'un des piliers du combat aérien du futur en marche vers un véritable combat collaboratif. L'avion piloté demeure au cœur du dispositif, mais il n'en constitue plus l'unique vecteur d'action : il devient le stratège d'une équipe distribuée où chaque plateforme contribue à la progression collective. Dans ce nouveau match technologique et stratégique, la victoire reviendra à ceux qui sauront ouvrir le jeu, exploiter les espaces et faire jouer ensemble l'ensemble de leurs moyens. La révolution des *Collaborative Combat Aircrafts* ne fait que commencer…



Les drones de combat pourront réaliser des missions de plus en plus complexes



Emmanuel Thomé
ICA, Directeur de Cabinet du DGA

Il a dirigé l'équipe internationale Franco-Allemande-Espagnole (2023-2026) en tant que directeur du programme SCAF/NGWS. Auparavant, il a participé à la construction de la Loi de Programmation Militaire 2024-2030, été attaché d'armement adjoint aux États-Unis (2018-2021) après avoir été chef de cabinet de la direction des opérations. Son parcours technique varié a porté sur la cybersécurité, les missiles conventionnels et de dissuasion et les télécommunications spatiales. Diplômé de Telecom ParisTech et de l'*Eisenhower School*.

LA TRANSPARENCE DU CHAMP DE BATAILLE

OU COMMENT LES DRONES TRANSFORMENT LA PRISE DE DÉCISION AU NIVEAU TACTIQUE

Par Victor Kulbashevsky, LCL, et Olexandr Zamurnyak, CDT, *Institut d'Aviation de Kyiv*

La guerre entre la Russie et l'Ukraine a mis en lumière une réalité fondamentale : au cœur de tout conflit, la ressource la plus précieuse demeure l'être humain. Cette évidence a progressivement orienté les choix militaires vers une réduction maximale de l'exposition directe des combattants, favorisant l'émergence et l'intégration massive de technologies capables d'agir à distance.

En Ukraine, les drones ont transformé en profondeur la conduite des opérations tactiques et constituent désormais un élément clé de la défense ukrainienne. Mais initialement, leur utilisation relevait d'initiatives locales. Au début du conflit, en 2014-2015, les forces ukrainiennes utilisaient principalement des matériels civils adaptés, souvent financés par des bénévoles. Les opérateurs se formaient empiriquement sur le terrain. Mais à partir de 2022, avec l'invasion russe, un changement d'échelle est intervenu. L'emploi des systèmes sans pilote s'est intensifié, structuré et industrialisé. En quelques mois, grâce à un soutien de l'Etat et à des initiatives privées, une véritable filière s'est constituée, réunissant entreprises (de la start-up à l'entreprise de défense traditionnelle), centres de formation, organisations non gouvernementales et unités spécialisées, capable de développer et produire en masse les drones de reconnaissance et d'attaque dont ont besoin les forces armées ukrainiennes.

Aujourd'hui, les drones couvrent un large spectre de missions. Ils assurent la reconnaissance, la surveillance continue, le guidage de l'artillerie, ainsi que des frappes directes sur des cibles variées. Différentes catégories coexistent : quadricoptères de reconnaissance, drones d'attaque FPV (First Person View), appareils à long rayon d'action, munitions rôdeuses, drones navals et robots terrestres… Cette diversité permet une complémentarité des usages et une adaptation constante aux besoins du terrain.

L'efficacité de ces systèmes repose largement sur leur intégration. Un scénario d'engagement typique est le suivant : détection d'une cible par un drone, transmission rapide de ses coordonnées, puis engagement immédiat par l'artillerie ou un drone d'attaque. Ce fonctionnement en réseau réduit considérablement le délai entre l'identification et la neutralisation d'un objectif. Il en résulte une accélération notable du cycle décisionnel, modifiant en profondeur la temporalité du combat.

Grâce à leurs capteurs optiques et thermiques, les drones ont aussi apporté une capacité de surveillance permanente en temps réel du champ de bataille, de jour comme de nuit, y compris dans des conditions où les moyens traditionnels seraient inefficaces. Ceci limite l'effet de surprise et contraint les forces adverses à adapter leurs modes d'action, notamment en réduisant les concentrations de troupes et d'équipements. L'expérience ukrainienne a prouvé que des opérations de drones bien menées pouvaient stopper une offensive, détruire la logistique et donc réduire considérablement les capacités de combat de l'ennemi sans opérations terrestres.



Le drone symbole de la résistance ukrainienne

« LA MOBILITÉ, LA DISPERSION ET LA PRÉCISION PRENNENT LE PAS SUR LA MASSE ET LA PUISSANCE »

Cette évolution s'accompagne d'une transformation des principes tactiques. La mobilité, la dispersion et la précision prennent le pas sur la masse et la puissance brute. La rapidité de transmission et de traitement de l'information devient un facteur déterminant. Dans ce cadre, l'avantage appartient au camp capable d'identifier en premier une

cible et de coordonner rapidement une réponse efficace.

Cependant, ces systèmes sans pilote à bord présentent également des vulnérabilités. Ils dépendent fortement des communications, de la navigation et des conditions météorologiques. Leur portée reste limitée, ils nécessitent des mises à jour logicielles constantes, et la pénurie d'équipages expérimentés pénalise leur emploi. La guerre électronique constitue à cet égard une menace majeure. Le brouillage des signaux, la perturbation des systèmes GPS et les tentatives d'interception compliquent l'emploi des drones et nécessitent des adaptations opérationnelles et techniques permanentes : antennes directionnelles, systèmes de protection des communications, brouilleurs et dispositifs de détection…

L'efficacité des drones ne peut donc être dissociée de « l'infrastructure » globale qui les soutient. Elle repose sur un ensemble complexe incluant des logiciels, des réseaux de transmission, des centres de formation et des capacités de production et de maintenance. Ce caractère systémique implique un effort permanent d'innovation et d'évolutions, souvent validées en conditions réelles sur le terrain et non en laboratoire.

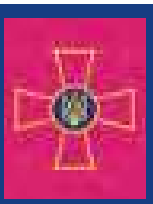
Parallèlement, l'évolution technologique s'oriente vers une autonomisation accrue des systèmes. Des systèmes de guidage par intelligence artificielle, des capacités de contrôle à distance via satellite et des dispositifs coordonnant plusieurs drones simultanément sont en développement. Les essaims de drones, capables d'agir de manière concertée, illustrent cette tendance. De même, les drones intercepteurs permettent de contrer d'autres systèmes sans pilote, offrant une alternative plus économique aux moyens traditionnels de défense aérienne.
Malgré ces avancées, le rôle de l'humain reste central. Les drones ne fonctionnent pas de manière totalement autonome et nécessitent des opérateurs qualifiés pour la planification, le pilotage et la prise de décision. Même lorsque des fonctions automatisées sont utilisées – navigation ou détection de cibles potentielles – les décisions relatives à l'emploi d'armes létales, à la priorisation des actions et à l'intégration avec les manœuvres et les tirs demeurent du ressort de l'homme.

Loin de réduire les besoins en personnel, l'expérience ukrainienne montre que les drones renforcent la composante humaine de la guerre. De nouvelles spécialités militaires sont apparues – pilotes de drones, opérateurs de guerre électronique, analystes et techniciens – pour accélérer la prise de décision humaine dans la chaîne « détection-destruction ». L'expérience ukrainienne montre que la formation constitue un enjeu critique : une part significative des pertes de drones au début de la guerre était liée à un manque de compétences. Ainsi, l'investissement dans les ressources humaines apparaît tout aussi important que celui consacré aux équipements.

Cette réalité se traduit également par des transformations organisationnelles profondes. Témoignage de l'importance stratégique accordée à ces nouvelles technologies, de nouvelles structures ont été créées, comme des unités spécialisées et même une branche dédiée des forces armées ukrainiennes, intégrant pleinement les systèmes sans pilote dans celles-ci.

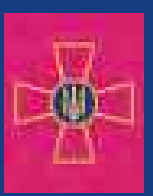
Au-delà de leur impact militaire, les drones contribuent au développement économique et industriel. Leur production a connu une croissance rapide, soutenant l'émergence d'un écosystème technologique dynamique. Ces deux dernières années, la production de drones en Ukraine a été multipliée par 100. Si, il y a deux ans, lors du lancement du projet « Army of Drones », le pays ne disposait que de 7 fabricants auprès desquels il pouvait se procurer des drones, ils sont aujourd'hui 87. Cela pourrait, à terme, positionner l'Ukraine comme un acteur majeur sur le marché international des technologies de défense.

En définitive, les drones ne constituent pas seulement une innovation technique, mais un facteur de transformation global du champ de bataille. Ils modifient les modes d'action, accélèrent la prise de décision et redéfinissent les rapports de force. Toutefois, leur efficacité dépend d'un équilibre entre technologie, organisation et compétence humaine. La guerre contemporaine apparaît ainsi comme une interaction constante entre innovation et adaptation, où la maîtrise de l'information et la capacité à intégrer rapidement de nouvelles solutions déterminent l'issue des opérations.



Viktor Kulbashevsky, *lieutenant-colonel, chef de service au sein du département de formation militaire de l'institut d'aviation de Kyiv*

Diplômé en psychologie, il contribue activement au développement et à la mise en œuvre de la formation des opérateurs de drones et de robots terrestres au sein de l'institut, accordant une attention particulière à la prise en compte de l'expérience du combat et des nouvelles technologies (réalité virtuelle/augmentée, intelligence artificielle …) dans le processus éducatif.



Olexandr Zamurnyak, *commandant, maître de conférences au sein du département de formation militaire de l'institut d'aviation de Kyiv*

Diplômé en gestion et administration publiques, mais aussi en physique et astronomie, il a servi au sein de la 40ème brigade d'aviation tactique, où il était responsable des communications. Au sein de l'Institut, il est responsable de la formation des opérateurs de drones et de robots terrestres.

LE DRONE MALE AUTREMENT

Par André Sallat, *IGA*, **et Marin de Cherisey,** *IA*

Alors que les Reaper et le projet d'Eurodrone couvrent le haut du spectre, la DGA a engagé un programme innovant visant à faire émerger des acteurs et des solutions pour des drones MALE dans un délai court : premier vol en 2026, solution opérationnelle en 2029. Une gageure ?

Après plusieurs essais non aboutis de coopérations sur les drones MALE (Moyenne Altitude Haute Endurance) dans les années 2000-2010 - on pourra notamment citer les projets Advanced UAV/Talarion (France, Allemagne, Espagne) et Telemos (France, Royaume Uni) - les pays européens ont dû se résoudre à acheter des systèmes étrangers tels que le MQ9-Reaper américain ou le Héron TP israélien.

Au prix d'une dépendance technologique souvent contraignante, ces pays ont ainsi évité un vide capacitaire inacceptable dans les conflits asymétriques dont ils étaient alors partie prenante. Grâce à une volonté politique forte, la France, l'Allemagne, l'Espagne et l'Italie lancent en 2017 une nouvelle coopération pour enfin se doter d'une capacité souveraine de drone MALE : l'Eurodrone.

Avec le retour des conflits de haute intensité, les drones MALE apparaissent vulnérables aux défenses sol-air de l'ennemi mais leur capacité ISTAR (Intelligence, surveillance, target acquisition, and reconnaissance) persistante reste pertinente pour garantir une boucle de renseignement courte à une distance de sécurité de la ligne de front.

Dans ce contexte, l'industrie française, les Armées et la DGA font le même constat: il est nécessaire de compléter la capacité "haut de spectre" de l'Eurodrone par des systèmes « bas de spectre » offrant des performances plus limitées mais à coût moindre, notamment parce que ces systèmes seraient a priori accessibles à un plus grand nombre d'acteurs industriels. C'est dans cet optique que, au Salon du Bourget 2025, la DGA a signé 5 conventions de subvention avec les sociétés Aura Aéro, Daher, Fly-R, Turgis & Gaillard et SE-Aviation.

Ces subventions, qui viennent en complément d'un autofinancement industriel, permettent à la DGA d'accompagner financièrement et techniquement les entreprises vers un vol de démonstrateur dronisé avant fin 2026. Au-delà de ce jalon symbolique, cela favorise l'émulation et la progression des industriels et de leurs solutions via une approche *bottom-up* en se concentrant sur ce que l'industrie sait faire à court terme.

Ce processus permettra, sur la base de ces premiers résultats, d'analyser la maturité des solutions et l'effort à fournir pour disposer d'une première capacité opérationnelle à horizon 2029.

Cette phase devra en parallèle alimenter le besoin opérationnel pour garantir à terme une capacité finale pertinente via une approche plus *top-down* et incrémentale. Par cette approche innovante, la DGA cherche ainsi à garantir la consolidation de la BITD sur un segment dont elle est pour le moment absente, tout en sécurisant une capacité centrale pour les Armées.

Cette démarche est singulière à plus d'un titre. Tout d'abord, en fixant un calendrier ambitieux (premier vol moins d'un an et demi après la signature des conventions, puis volonté affichée d'obtenir une première capacité opérationnelle en 2029), la DGA se place dans une logique pilotée en priorité par les délais et les coûts afin de faire émerger des solutions pertinentes pour les besoins des Armées et compétitives à l'export. Elle change de paradigme par rapport à une opération d'armement classique : au lieu de spécifier des performances à partir du besoin opérationnel, la DGA part de ce que l'industriel est capable de faire. L'idée n'est pas ici de faire du développement de technologies mais bien de réaliser une intégration de briques existantes pour créer rapidement les conditions d'achat d'une première solution sur étagère qui soit opérationnellement et techniquement pertinente sur le marché des drones MALE.



Le projet AAROK de Turgis & Gaillard fait partie des candidats

Ensuite, à la manière de la "vague Anduril" aux Etats-Unis, les industriels retenus ne font pas partie des

titulaires habituels de ce genre de gros programmes. Cela redéfinit les interactions et les modes de travail de l'équipe de programme pour correspondre aux besoins de ces industriels, qui n'ont pas la même expérience que les titulaires habituels. Des échanges récurrents et resserrés DGA/industriels/opérationnels autour de référents du domaine ont par exemple été mis en place pour alimenter pertinemment les réflexions respectives des différents acteurs en boucle courte.

Concernant enfin le financement en lui-même, ce type de subventions est d'habitude dédié aux maturations technologiques, financées par le programme 144. Dans notre cas, elles sont du ressort du programme 146 car il s'agit de faire mûrir le niveau d'intégration système (monter le niveau d'IRL – *intégration readiness level*, ou de SRL – *system readiness level*, plutôt le niveau de TRL – *technology readiness level)*, tout en maintenant la gestion réactive et agile de ce type de financements.

Les résultats sont à ce stade au-delà des attendus. La diversité et la richesse des projets proposés montre la pertinence de l'approche. Sur le spectre industriel tout d'abord, les entreprises subventionnées ont des expériences aéronautiques plus ou moins importantes et diversifiées. Certaines étaient déjà des avionneurs reconnus et structurés en groupes, d'autres sont des PME/ETI qui fournissaient initialement des services de maintenance ou concevaient des aéronefs de plus petite taille. La DGA a ainsi pu identifier de nouveaux entrants et contribuer à enrichir la base industrielle de défense sans pour autant se couper des acteurs "traditionnels". Ces derniers, sans être les primo-bénéficiaires de ses subventions, apportent aux entreprises subventionnées leur expérience du domaine ainsi que leurs solutions (équipements, architecture partielles…). Ces industriels auront un rôle important à jouer pour renforcer les projets retenus pour la phase suivante.

Sur les systèmes développés ensuite, les projets se différencient par la masse (de 750 kg à 5t), la formule aérodynamique ou encore les concepts d'emploi proposés. C'est donc un éventail de solutions que la DGA doit accompagner pour correctement les positionner face aux besoins des Armées.

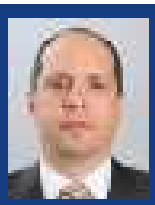
Sur les stratégies de développement enfin, ces subventions sont l'occasion de confronter plusieurs approches : nouvel avion ou dronisation d'une plateforme existante, homothétie d'un drone plus petit, système « primo dronisé » ou OPV (optionnaly piloted vehicule) … chaque choix impliquant son lot de contraintes. Une plateforme existante ou avec un pilote de sécurité obtiendra par exemple a priori plus facilement une autorisation permettant de lancer des essais en vol et de tester des briques de dronisation, accélérant et dé-risquant ainsi le développement. A l'inverse, la marche initiale à franchir pour une nouvelle plateforme sans possibilité de pilote à bord sera plus importante mais l'aéronef final aura été optimisé dès le départ pour garantir les meilleures performances en termes d'endurance et d'intégration des charges utiles.

Cette émulation est aussi bénéfique pour la DGA qui a l'occasion de démontrer son agilité sur un segment hyper dynamique et de répondre aux fortes attentes sur un cas très concret.

En développant une relation saine et durable avec les partenaires industriels qui l'alimentent, la DGA dynamise ce nouvel écosystème et travaille intensément à la préparation du cadre contractuel qui doit permettre d'enchaîner en 2027 sans interruption, au-delà premier cadre des subventions.

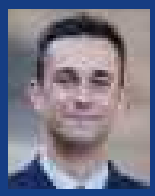
Il faudra alors favoriser la convergence entre les besoins des Armées et la diversité des projets. Les premiers résultats montrent en effet que cette approche volontairement ouverte et souple a permis de créer une émulation large, susceptible de répondre à terme à plusieurs besoins capacitaires au coût le plus juste.

Ce cas test est indiscutablement un exemple de ce que la DGA peut apporter par son action afin de sortir des processus de développement et d'achat classiques tout en restant fidèle à sa mission d'orientation et de soutien de la BITD. La réflexion est déjà en cours quant aux critères de choix pour reproduire cette approche pour d'autres programmes d'armement.



André Sallat,
IGA

André Sallat, IGA, Directeur de l'UM CIRCEA X96, ENSTA, débute à l'AIA des Bordeaux, puis exerce des fonctions d'expert, d'architecte de cohérence technique NH90, de manager HIL, de directeur de programme ATL2. Il dirige le segment de management des avions de mission avant de rejoindre la DMAé en 2018. Directeur de DGA EP en 2021, il rejoint en 2024 l'UM Combat infovalorisé, renseignement, cyber, espace et aéronefs de missions, qu'il dirige depuis 2025.



Marin de Cherisey,
IA

X/Imperial College de Londres, Marin de Cherisey rejoint DGA Essais Propulseurs en 2022. Successivement directeur d'essais moteur puis architecte turbopropulseurs, il devient en 2024 architecte chaines de mission au sein du programme Eurodrone à DGA I&P

FAIRE VOLER UN DRONE LÉGALEMENT EST-CE POSSIBLE ?

EXPLICATION SIMPLE D'UNE APPROCHE « COMPLEXE »

Par Thomas Pagès, *ICA*

Il paraît que faire voler un drone en Europe, et donc en France, est digne des 12 travaux d'Astérix. A l'heure où les normes sont durement contestées, comment expliquer une réglementation européenne de plusieurs centaines de pages ? Le ministère des Armées, qui doit répondre à beaucoup d'attentes dans ce domaine, y échappe-t-il ? Tentons ici une explication de la méthode actuelle, tout d'abord perturbante pour un spécialiste de l'aviation habitée, mais au final très séduisante pour celui qui cherche le juste niveau de sécurité.

Avant de légiférer ou de réglementer, il faut poser la question de l'effet recherché. Et côté sécurité aérienne, je n'ai compris que progressivement le raisonnement fait par nos anciens. Dans ce domaine, l'objectif primordial est évident : protéger les personnes, en premier lieu les passagers. Les récents déboires de Boeing rappellent que la sécurité est aussi fondamentale pour la bonne santé économique du secteur.

« QUI A DÉCIDÉ QUE LE TAUX D'ACCIDENT ACTUEL EST ACCEPTABLE ? LA SOCIÉTÉ ! »

Mais alors, par quoi commencer ? Les avions ont commencé à voler avant que la réglementation n'apparaisse, donnant lieu à un premier état de l'art technique, qui n'avait pas de métrique en sécurité globale. Dans les années 90 il a été décidé de fixer un niveau de sécurité minimal. En constatant que la population n'avait pas peur des avions, il a été admis que le taux d'accident de l'époque - un tous les millions d'heures de vol - était acceptable. Sachant qu'un accident sur 10 est dû à une panne technique (le facteur humain étant la source des 9 autres !) et qu'il y a une centaine de pannes pouvant conduire à un accident, on obtient



Drone et sécurité : quelle limite raisonnable ?

le fameux objectif de 10-9 panne catastrophique par heure de vol, bien connu des ingénieurs en aéronautique. Premier enseignement : qui a de fait décidé que ce taux d'accident était acceptable ? La société, et pas les autorités !

Passons aux drones : les personnes à protéger sont au sol ou dans les autres aéronefs. Pour savoir ce que la société tolère, il a été mesuré le nombre de tiers victimes d'un crash : 1 mort par million d'heures de vol (risque sol), 1 mort par abordage tous les 10 millions d'heures de vol (risque air).

Ensuite il faut comprendre qu'à la question « est-ce qu'un crash de drone est catastrophique ? » la réponse, choquante pour un pilote : « ça dépend !», ne permet pas de relier directement l'objectif de sécurité à un taux de panne admissible. Prenons un exemple : quel vol de drone est le plus risqué pour les tiers ? Un prototype de 5t au-dessus du désert, ou une retransmission vidéo par un hexacopter de 20kg au-dessus d'un stade bondé ? Évidemment le second ! Avec une infinité de cas intermédiaires, il faut tenter de passer de « applique toutes ces contraintes et tu pourras tout faire » (certification), à « dis-moi ce que tu veux faire, je te donnerai tes contraintes au plus juste » (approche par les risques). Cette démarche a été mise au point par le groupe international JARUS (Joint Autorities for Rulemaking on Unmanned Systems) : le concept d'opérations est central, car détaillé

afin de quantifier les risques sol (conséquence d'un crash), air (probabilité d'abordage) et d'échappée (le drone sort involontairement du volume prévu). Les contraintes sont ensuite déterminées de manière proportionnée à ces risques, et peuvent être opérationnelles (lieu, hauteur, type d'emploi), techniques (fiabilité de l'aéronef, rigueur du constructeur) ou organisationnelles (rigueur de l'opérateur).

« EST-CE QU'UN CRASH DE DRONE EST CATASTROPHIQUE ? ÇA DÉPEND ! »

Pour éclaircir le sujet, une étude de risque macroscopique initiale a permis de séparer l'emploi en trois grandes catégories d'opérations : ouverte, spécifique et certifiée. La première couvre le loisir et les usages professionnels simples, la troisième est réservée au transport de personnes et autres activités très risquées. La catégorie spécifique repose, elle, sur une analyse de risques dédiée, comme vu précédemment.

Si la méthode est intellectuellement séduisante (en tout cas pour l'ingénieur), sa mise en œuvre réglementaire est plus délicate. Elle doit en effet être valable pour tous les opérateurs et rentrer dans les détails de chaque moyen de mitigation, des niveaux de preuve attendus et du formalisme des dossiers. Cela donne alors les centaines de pages du règlement européen, et une certaine irritation des acteurs du domaine qui doivent composer avec des dossiers administratifs étayés. Le bon équilibre doit encore être trouvé et l'autorité civile cherche régulièrement à simplifier tout en gardant à l'esprit que « la confiance se gagne en gouttes et se perd en litres » (Jean-Paul Sartre). Si des accidents surviennent, la défiance de la population vis-à-vis des drones augmentera, et il sera difficile de revenir en arrière.

Impossible dans ce magazine de ne pas parler des aéronefs d'État. Évitons une longue explication sur leur gouvernance en rappelant simplement qu'ils sortent du champ de l'autorité civile et que le ministère des Armées est en charge de la sécurité des drones étatiques. L'objectif principal est de trouver le bon équilibre bénéfice/risque de chaque mission.

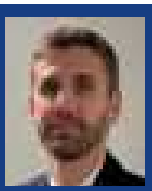
Et pour cela l'approche vue précédemment est idéale, en permettant de mesurer chaque risque et de trouver les mesures qui amèneraient à leur maîtrise au même niveau que dans le civil. Si la somme des contraintes n'est pas compatible avec la mission, il est alors possible d'en enlever et d'identifier le risque supplémentaire, pour le soumettre à l'autorité d'emploi qui assume la décision finale de façon éclairée. C'est pourquoi une réglementation courte (4 pages seulement, fait assez rare pour être noté), a été adoptée en 2023, décrivant les catégories d'opération et l'analyse de risque décrites précédemment, et intégrant souplesse et adaptations.

La souplesse est obtenue grâce à une approche générique des dossiers qui tient compte du haut niveau de rigueur des exploitants : ils soumettent des scénarios, qui peuvent être déroulés où et quand ils le souhaitent, dès lors que les hypothèses structurantes sont identiques (type de vol, envergure de drone, densité de population survolée, espace aérien pénétré).

Les adaptations ont pour but de couvrir les cas spécifiques : survol de population dense (secours, sécurité), transport de marchandises dangereuses (décontamination, santé, munitions), largage de charges explosives (entraînement en conditions réelles), navalisation (emploi depuis un navire). Les risques particuliers sont alors identifiés et traités, eux aussi, de manière proportionnée, soit techniquement (exemple : blindage aux champs forts des navires), soit organisationnellement (exemple : emploi sur des champs de tir avec des procédures adaptées).

« DILEMME ENTRAÎNEMENT REPRÉSENTATIF DE LA HAUTE INTENSITÉ VS SÉCURITÉ DES CONCITOYENS EN TEMPS DE PAIX »

La situation militaire donnerait-elle donc entière satisfaction ? En théorie seulement, car en pratique, il faut d'une part que la nouvelle approche soit appliquée et diffusée chez tous les exploitants, et d'autre part, les conflits récents ont démultiplié les besoins d'entrainement à risque sur le territoire national. C'est le dilemme « Entraînement représentatif de la haute intensité vs Sécurité des concitoyens en temps de paix », qui se pose quotidiennement aux autorités du ministère des Armées.



Thomas Pagès,
ICA, Responsable du segment d'ingénierie drones, DGA I&P

Une carrière 100% aéro, commencée avec une formation de pilote de chasse et 10 ans à DGA Essais en vol sur avions et hélicoptères, puis une intégration en équipe programme à Balard sur MRTT et NH90. Actuellement en fin d'adaptation psychologique aux aéronefs inhabités, après 3 années comme responsable des architectes drones de DGA Ingénierie & Projets.



Le drone de combat autonome CA-1 Europa, dévoilé en septembre 2025 : 4t, 19m d'envergure, 500kg d'armements

L'ÈRE DES DRONES

Par Denis Mercier, *GAA*

Depuis vingt ans, la numérisation des opérations, l'intégration des systèmes et la robotisation ont préparé le terrain, mais l'essor conjoint des drones et de l'intelligence artificielle (IA) constitue la rupture doctrinale la plus structurante.

Longtemps cantonnés au renseignement ou aux frappes ciblées en environnement permissif, les drones sont devenus des acteurs centraux de la supériorité opérationnelle : ils s'insèrent dans des réseaux où la donnée circule, s'analyse et se convertit rapidement en effets. Avec l'IA, ils tendent à gagner en autonomie (navigation, détection, décision locale) et deviennent des multiplicateurs de puissance, capables d'agir malgré la dégradation des communications.

Les conflits récents (Haut-Karabakh, Ukraine, Golfe) ont rendu visible une inversion du rapport coût/efficacité : des plateformes à quelques milliers ou dizaines de milliers d'euros neutralisent des systèmes valant des millions. En Ukraine, l'usage massif de drones — du quadricoptère de contact au drone d'attaque — a démultiplié l'artillerie (ciblage, réglage, évaluation des dégâts) et étendu la frappe de précision au niveau tactique. Le drone devient parfois un substitut de l'artillerie ou de l'aviation pour l'attaque de cibles au front comme en profondeur. Les contre-mesures (brouillage GPS, saturation radio) ont accéléré l'intégration d'algorithmes capables de naviguer sans GNSS, de conserver une efficacité en environnement contesté et, dans certains cas, de poursuivre la mission lorsque l'opérateur perd la capacité de guider.

La trajectoire n'est pas née hier. Dès les années 1990, l'Europe envisage des programmes de type EuroMALE, mais se heurte à des cycles industriels et politiques trop lourds pour une technologie à itérations rapides. À l'inverse, Israël intègre tôt les drones dans une doctrine de surveillance et d'appui des forces, tandis qu'aux États-Unis General Atomics, avec le MQ-1 Predator, impose le renseignement persistant et, en l'armant, ouvre l'ère de la frappe à distance. Cette combinaison persistance–précision–endurance a transformé les pratiques occidentales au début des années 2000. Le saut actuel tient moins à la plateforme qu'au « logiciel » : l'IA bouleverse à la fois les performances, les cycles de mise à jour et l'organisation du combat.

La notion de « drone » recouvre désormais un continuum. Les micro-drones/FPV, bon marché et rapidement remplaçables, sont devenus des armes guidées de contact et des capteurs de proximité (reconnaissance d'itinéraires, observation, neutralisation ponctuelle). Les drones tactiques intermédiaires structurent la manœuvre au niveau brigade (surveillance, appui artillerie, coordination interarmes). Les plateformes MALE/HALE (Reaper, Heron TP, Global Hawk) demeurent des capacités opératives/stratégiques grâce à leurs capacités d'endurance, leurs

charges utiles sophistiquées, l'intégration C2, et parfois leur armement. Elles ont de plus en plus un rôle d'« orchestrateurs » de bulles informationnelles. Enfin, l'émergence de plateformes stratosphériques et l'appui de constellations en orbite basse (connectivité et résilience de réseau) étendent la dronisation vers l'interface air-espace, indispensable en zone contestée.

L'IA introduit une rupture de conception « software-defined ». On entraîne des modèles pour répondre à un besoin opérationnel, puis on adapte des plateformes modulaires pour exécuter ces comportements. Le centre de gravité se déplace vers l'autonomie robuste : navigation sans GPS, détection/identification en conditions dégradées, adaptation tactique, résistance au brouillage et aux signaux trompeurs. Une évolution majeure est l'essor des essaims : des dizaines ou centaines de drones coopèrent, prennent des décisions locales, répartissent les rôles, sont résilients aux pertes et visent la saturation des défenses. Dans ce cadre, l'« unité » n'est plus le drone mais le collectif — une arme composite, difficile à neutraliser car distribuée, redondante et réactive.

Cette montée en autonomie repose sur des chaînes numériques souvent invisibles : collecte de données terrain, entraînement et validation en simulation à grande échelle, déploiement rapide de nouveaux modèles, évaluation et réinjection dans la boucle, une logique d'intégration/déploiement continu inspirée du logiciel. Là où des capacités classiques évoluent en « standards » espacés de plusieurs années, les systèmes dronisés exigent des itérations très rapides pouvant aller jusqu'au quotidien. L'algorithme devient un consommable.



Le drone d'attaque HX-2 : 12 kg, 100 km de portée, capable d'attaque en essaim

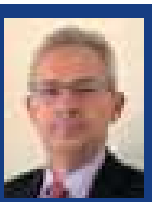
L'avantage compétitif dépend alors du volume/qualité de données et des infrastructures de simulation. Corrélativement, la vulnérabilité se déplace : au-delà de l'abattage physique, les attaques visent l'IA (corruption de données, injections de faux signaux, compromission de la chaîne logicielle, manipulation des modèles). Protéger le logiciel et ses processus devient aussi stratégique que protéger les munitions.

La bataille des communications et du spectre électromagnétique structure désormais l'emploi des drones. Brouillage, saturation radio, attaques cyber ou antisatellites peuvent rendre un système « sourd et muet » et priver l'opérateur de vidéo ou de navigation. Les architectures les plus robustes combinent des communications locales en maillage (chaque drone relais des autres), des modes sans lien externe (logique distribuée), et des solutions hybrides capables de basculer entre radio, satellite et autonomie.

La résilience ne se limite plus à « durcir » la liaison : elle consiste aussi à concevoir des comportements capables de poursuivre la mission en environnement dégradé, tout en maintenant des garde-fous et une supervision humaine adaptée.

Enfin, la « guerre des drones » est aussi une guerre de production et d'acquisition. Les cycles industriels classiques (conception longue, certification lourde, montée en cadence lente) sont inadaptés à des systèmes évoluant par mises à jour logicielles rapides et consommés en masse. Les priorités sont l'intégration de la conception et de la production (l'usine fait partie du système de combat), la sécurisation et la diversification de la *supply chain* (composants critiques, batteries, capteurs) et la structuration d'un écosystème où coexistent des *start-ups* avec de nouveaux acteurs industriels plus agiles que ceux de la base industrielle de défense « traditionnelle ». Les modèles d'achat doivent passer du « programme » figé à la « capacité » incrémentale répondant aux besoins du terrain.

La feuille de route proposée vise un *backbone* numérique (simulation + registre de versions IA), des standards d'interface, des lots d'expérimentation, des capacités anti-brouillage, un *red teaming* IA, l'accélération de la cadence industrielle, appuyés sur le développement de nouvelles doctrines avec un point d'attention central : la supériorité viendra moins du « meilleur drone » que de la capacité à apprendre et à adapter plus vite, par le logiciel, les systèmes de combat mettant en œuvre ces nouvelles technologies et à les produire aux cadences nécessaires.».



Denis Mercier,
Général

Pilote de chasse de 1983 à 1994, Denis Mercier exerce des responsabilités dans le domaine des plans, stratégie et innovation en France et dans l'OTAN.
Il devient chef d'état-major de l'Armée de l'Air en 2012, puis commandant suprême allié pour la transformation de l'OTAN.
Directeur général adjoint du Groupe Fives de 2018 à 2025 il co-préside la task force New Space du MEDEF International et est administrateur de plusieurs entreprises dont Helsing, spécialisée dans les capacités « software driven ».

LES ROBOTS DE L'EMPIRE… DU MILIEU

Par Bertrand Le Meur, *IGA*

La Chine est aujourd'hui un acteur majeur dans le domaine des systèmes robotisés, tant sur le plan civil que militaire. Et les observateurs attentifs ont bien évidemment mesuré ses avancées, que ce soit avec des robots humanoïdes d'usage général ou leur déclinaison militaire qui sont largement diffusées sur les réseaux sociaux. Le développement technologique de la Chine dans ce secteur s'inscrit dans une stratégie globale de modernisation de ses forces armées et de domination par la technologie, avec les Etats-Unis comme point de mire. Les drones et les systèmes robotisés jouent un rôle central dans cette vision, comme en témoignent les investissements massifs et les innovations constantes.

La stratégie de modernisation militaire chinoise

La Chine a opéré une réforme majeure de son développement militaire en 2015, adoptant le concept de « guerre informatisée ». Cette nouvelle inflexion stratégique a conduit à la création d'une Force de Soutien Stratégique, divisée en trois départements : les forces aérospatiales, les forces du cyberespace et la force de soutien informationnel. Les deux derniers opus de « la science de la stratégie militaire chinoise » (que chacun devrait lire) indiquent que « le futur de la guerre se fera sans hommes, sera intangible et sans bruit ». Sans négliger l'aspect dogme et propagande de ce slogan, c'est toujours une indication utile.

Cette vision est soutenue par une politique de fusion civilo-militaire, initiée en 2007 sous Hu Jintao et accélérée sous Xi Jinping. Cette politique vise à créer des ponts entre la recherche civile et l'appareil militaire chinois qui sont en fait extrêmement imbriqués. Elle favorise le rapprochement des différentes structures en charge du pilotage de la base industrielle et technologique de défense (BITD) et l'ouverture des marchés publics de la défense à des acteurs inhabituels, tout en soutenant la mise en place de systèmes de recrutement continu d'ingénieurs qualifiés, sous le contrôle de la Commission Militaire Centrale.



Le Wing Loong - ou Pterodactyl - est un drone MALE chinois de 14m d'envergure et d'un poids de 1t dont plusieurs versions sont en service

Les drones : une priorité militaire

Les drones sont un atout majeur pour la Chine et le produit le plus représentatif de cette politique de fusion civilo-militaire, et pour cela, elle peut s'appuyer sur un très grand nombre de constructeurs. Historiquement, les premiers furent des entreprises d'État, qui restent les acteurs majeurs de l'offre chinoise. Les constructeurs privés, qui ont émergé plus récemment, reçoivent eux aussi un fort soutien de l'État : des fonds, des accès à des technologies, la fourniture d'équipements, le soutien à la participation à des salons professionnels. Tout cela crée un écosystème extrêmement dynamique, qui évolue à un rythme très soutenu.

Les deux plus grands succès à l'export de drones militaires sont les drones Caihong (CH-), produits par CASC, et la série des Wing Loong, produite par Chengdu Aircraft Industry Group (CAIG), une filiale de AVIC, qui ont conquis un certain nombre de pays, parmi lesquels des alliés de la France ou nos clients historiques.

Les systèmes robotisés terrestres et navals

La Chine a également développé des systèmes robotisés terrestres et navals. Les UGV (Unmanned Ground Vehicles) armés sont une priorité, avec plusieurs entrées en service déjà effectuées.

Les USV (Unmanned Surface Vehicles) et UUV (Unmanned Underwater Vehicles) tiennent une place importante dans la mise en

œuvre du Underwater Great Wall, un programme consistant à établir un réseau de surveillance des eaux proches de la Chine.

Drones humanoïdes : la nouvelle frontière ?

La Chine organise régulièrement des événements pour mettre en avant ses avancées en matière de drones humanoïdes. Par exemple, en 2025, une conférence mondiale et annuelle sur la robotique a eu lieu à Pékin, et des robots humanoïdes ont participé à un semi-marathon. En 2026, leur utilisation pour une chorégraphie lors du Nouvel An chinois a été remarquée, démontrant leurs capacités de mouvement et de coordination.

« … DES ROBOTS HUMANOÏDES ONT PARTICIPÉ À UN SEMI-MARATHON… »

Les drones humanoïdes peuvent également avoir des applications militaires. La Chine explore des concepts d'opération innovants, comme des raids entièrement robotisés. Un article publié par l'unité 78092 de la PLA (People's Liberation Army), en lien avec une équipe de scientifiques, explore les possibilités de mener des opérations entièrement robotisées de raids sur les arrières, sans intervention humaine. Ces concepts incluent des systèmes capables de s'infiltrer, d'engager des cibles et d'évaluer les dégâts de manière autonome. Des vidéos largement rediffusées montrent des robots « en action » : même si des progrès immenses restent à faire, on peut craindre que la promesse se réalise à un horizon qui ne serait pas si lointain.

Le contrôle humain dans la boucle : enjeux éthiques

Tout cela soulève des questions éthiques importantes, notamment en ce qui concerne le contrôle humain et la transparence des intentions d'emploi. Bien que la Chine communique largement sur ses avancées technologiques, elle reste discrète sur ses intentions d'emploi sur la façon dont ces systèmes pourraient être utilisés dans des concepts d'opération sur la place du contrôle humain dans les réflexions. Paradoxe ou une incohérence, c'est difficile à dire, parce que ce qu'elle donne à voir de ces robots semble contredire le «centré sur l'humain» pour encadrer l'IA militaire qu'elle affiche dans les instances internationales, qui prévoit notamment de soumettre tous les systèmes d'armes concernés à un contrôle humain pour éviter des actions non autorisées.

Conclusion

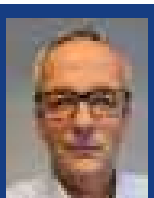
La Chine est en train de révolutionner son appareil militaire grâce aux systèmes robotisés. Les drones, les UGV, les USV et les UUV jouent un rôle central dans cette transformation. La stratégie de fusion civilo-militaire, combinée à des investissements massifs et à des innovations constantes, permet à la Chine de se positionner comme un leader dans ce domaine. Les concepts d'opération innovants développés par l'APL montrent que la Chine est déterminée à intégrer pleinement ces technologies dans ses futures opérations militaires.

Mais des questions éthiques importantes subsistent et subsisteront, notamment en ce qui concerne le contrôle humain et la transparence des intentions d'emploi. Il faudra que la Chine clarifie ses positions et s'engage à respecter les principes éthiques internationaux pour garantir un développement technologique sûr et transparent.

Et il nous faut être pragmatiques : nous serons confrontés, peut-être à notre corps défendant et à rebours de notre posture éthique sur le sujet, aux comportements de pays, dont la Chine probablement, qui s'affranchiront de telles contraintes et développeront des armées de robots. L'accélération de l'histoire technologique et les progrès actuels dans le domaine de l'IA tendent à crédibiliser cette prédiction déprimante. Dark Vador n'est peut-être plus très loin, en tout cas à l'échelle d'un programme d'armement.



Les robots humanoïdes progressent en performance à grande vitesse



Bertrand Le Meur, *IGA*

X85, après un début de carrière à la DGA dans le domaine des télécommunications militaires, Bertrand Le Meur rejoint SFR en 2001. De retour à la DGA en 2009 , il sera chef du Service des affaires industrielles et de l'intelligence économique en 2014, puis adjoint au Directeur des affaires internationales, stratégiques et technologiques du SGDSN. Il est directeur de la stratégie de défense, la prospective et la contre prolifération à la Direction générale des relations internationales et la stratégique (DGRIS).

Helsing




TERRESTRE

ARTICULER LOW TECH ET HIGH TECH

LA RÉPONSE INDUSTRIELLE FACE AUX NOUVEAUX BESOINS CAPACITAIRES

Par Céleste Choné, *KNDS*

L'ère des robots est arrivée ; non comme finalité en soi, mais comme moyen d'emporter, de distribuer et de protéger des fonctions critiques au plus près des zones d'exposition. Comment construire une cohérence d'ensemble, sans opposer quelques moyens spécialisés, ni miser sur la seule sophistication technologique, mais au contraire détecter plus tôt, décider plus vite, traiter à coût soutenable et adapter les architectures de réponse dans des délais plus courts.



Le système robotique Centurio armé d'un tourelleau téléopéré ARX30



Des véhicules blindés légers dédiés à la LAD

Une transformation observable du cadre capacitaire

Les conflits montrent que le drone n'est plus seulement un moyen de renseignement ou un capteur déporté. Il est devenu un instrument de saturation, de harcèlement, de correction du feu, d'attrition et de désorganisation tactique. C'est un « *game changer* » qui a modifié toute l'économie du combat.

Côté industriel, la réponse à la menace impose de concevoir des architectures capables d'articuler plusieurs couches de protection, plusieurs temporalités de réaction et plusieurs types d'effecteurs. A très courte distance, les forces sont confrontées à des drones petits, nombreux et parfois improvisés, appelés demain à évoluer en essaim et difficiles à traiter par des moyens lourds ou trop coûteux. A plus longue portée, les besoins portent davantage sur la robustesse de la détection, la qualité de la coordination et la continuité entre capteurs, effecteurs et chaîne de commandement. Au niveau opératif, voire stratégique, la protection de zone appelle des moyens plus puissants et davantage intégrés. L'enjeu pour l'industriel est d'accompagner les nouvelles doctrines d'emploi en développant des briques et des architectures suffisamment ouvertes pour répondre à cette diversité de situations.

Low tech et high tech : complémentaires, pas opposés

Face à des menaces souvent frugales, distribuées et remplaçables, nous devons construire une combinaison plus étroite entre solutions avancées et solutions robustes, simples d'emploi et soutenables dans la durée. Le *high tech* reste évidemment indispensable. Il conditionne la qualité de la détection, la fusion des données, l'assistance à la décision, la précision du brouillage, l'automatisation de certaines fonctions et l'intégration de capteurs et d'effecteurs dans une même chaîne. Mais les conflits récents le rappellent, il doit être complété par des solutions plus rustiques privilégiant simplicité d'emploi, facilité de maintenance, capacité de déploiement en nombre et coût d'usage. Pour un industriel, il faut construire une économie générale, où le coût du traitement de la menace, la soutenabilité logistique et la possibilité de montée en cadence redeviennent décisifs.

Autrement dit, la supériorité future ne résidera probablement ni dans le tout *high tech* ni dans le retour au seul rustique. Elle dépendra de la capacité à ordonner correctement les briques disponibles dans une architecture de réponse (dans une solution technologique) cohérente.

Robotique, drones et lutte anti-drone : des systèmes qui se rejoignent

Du point de vue industriel, il s'agit d'augmenter progressivement l'appui décisif du combat d'aujourd'hui et de demain. C'est l'objet des initiatives telles que DROIDE pour explorer les technologies nécessaires à la robotique, et Pendragon visant à mettre sur pied une section d'infanterie robotisée au moyen de l'intelligence artificielle de combat collaboratif, avant 2030.

Le Technology Readiness Level (TRL) permet de mesurer la maturité d'une technologie : il indique si une brique fonctionne, si elle a été testée et démontrée dans des environnements de plus en plus représentatifs.

Mais ce référentiel ne suffit pas à caractériser la valeur d'une solution et nous raisonnons en Combat Readiness Level (CRL), qui porte sur sa capacité à produire un effet utile dans une certaine typologie de conditions réelles d'emploi : robustesse en environnement dégradé, intégration dans une chaîne tactique, compréhension par l'opérateur, maintien d'une fonction sous contrainte, possibilité d'évolution rapide à partir des retours d'expérience.

Pour un industriel, Cela permet de rendre une technologie intégrable, intelligible, adaptable et soutenable, en élargissant et en durcissant les conditions permettant son bon fonctionnement.

Dans le champ de la lutte anti-drone, cette logique s'applique aussi. Un capteur avancé, un moyen de guerre électronique, un intercepteur ou un module de détection ne produisent pas le même effet selon qu'ils sont maintenus à distance, installés sur une plateforme habitée déjà très sollicitée, ou déployés en avant sur un vecteur robotisé. C'est pourquoi, en matière de combat terrestre, nous raisonnons en systèmes employables : mise au point de briques technologiques, et insertion dans un environnement marqué par la discontinuité du terrain, les obstacles, la perte de repères, la dégradation des communications et l'incertitude permanente.

Pour l'industrie, la différence se fera dans la cohérence d'architecture et dans son évolutivité

Les conflits récents suggèrent enfin un dernier enseignement : la crédibilité d'un acteur ne se mesurera plus seulement à sa capacité à concevoir des systèmes avancés, mais aussi à son aptitude à les faire évoluer vite. La menace drone impose un cycle d'adaptation plus court entre apparition d'un besoin, retour d'expérience, ajustement technique et mise en service. Dans ce contexte, la valeur industrielle résidera dans la capacité à faire converger rapidement des briques disponibles vers des solutions effectivement employables.

C'est sur ce terrain que se situe l'un des principaux atouts de KNDS France. La valeur ajoutée ne réside pas dans la juxtaposition de produits, mais dans la capacité d'intégration à des plateformes. Capteurs radar, détection radiofréquence, optronique assistée, capteurs acoustiques, brouillage, guerre électronique, drones intercepteurs, tourelles téléopérées, armement de moyen calibre, intégration sur plateformes blindées : l'intérêt de ces briques tient à la possibilité de les articuler dans une architecture ouverte cohérente, compatible avec les contraintes de mobilité, de protection et d'emploi des forces terrestres.

La réponse industrielle ne peut être uniquement logicielle, électronique ou robotique. Les effecteurs cinétiques conservent une place centrale, mais dans un cadre renouvelé par l'économie du coût. Face à certaines menaces, notamment les munitions rôdeuses ou les drones lents et peu manœuvrants, le canon et sa munition moyen calibre conservent une pertinence forte. Lorsqu'un vecteur hostile à faible coût impose une réponse disproportionnée, la soutenabilité de l'ensemble devient rapidement un problème capacitaire. Là encore, un industriel intégrateur raisonne en chaîne complète : détection, conduite, priorisation, engagement, soutenabilité.

En définitive, la convergence entre robotique terrestre, drone et lutte anti-drone apparaît comme l'un des terrains les plus révélateurs des transformations en cours. Au delà d'une rupture doctrinale, elle fait apparaître très clairement plusieurs exigences nouvelles de coordination entre les Forces et les industriels : mieux distribuer les fonctions, mieux intégrer les briques, réduire les coûts de traitement, accélérer les cycles de développement et de production et concevoir des architectures suffisamment ouvertes pour évoluer avec la menace. C'est là que pourrait se jouer, dans les années à venir, une part importante de la crédibilité du combat terrestre



Céleste Choné, *Directrice des Lignes de Produit et Préparation de l'Avenir, KNDS France*

Diplômée de Supélec (S03) et du GeorgiaTech Institute, Céleste Choné est Directrice des lignes de produit et préparation de l'avenir chez KNDS France. Après un parcours en cabinet de conseil en stratégie puis au sein de Safran Security & Identity, elle a rejoint le groupe KNDS en 2017. Orientée résultat et engagement collectif, elle œuvre à développer des systèmes innovants pour équiper et protéger les forces armées.

PROTÉGER L'HOMME, ENGAGER LA MACHINE

DE NOTRE DAME À LA KILL ZONE

Par Simon Troubat, *IPA*

La robotique, qu'elle soit terrestre, aérienne ou de surface, offre une large variété d'applications et d'enjeux : du simple gadget de divertissement, au robot industriel décuplant la productivité et optimisant les coûts ; ces divers domaines ont en commun la transformation des usages. Historiquement, les métiers dits « *3D – Dangerous, Dirty, Dull* » ont toujours été un terrain d'application privilégié de la robotique, la technologie devenant « *mission critical* ». Témoignage d'un IPA en période d'ouverture chez Shark Robotics.

Convaincre sur le terrain

La robotique de sécurité et d'intervention ne se contente pas d'optimiser un processus existant ou de maximiser un profit : elle transforme profondément la manière d'agir face au danger. Mais cette caractéristique, bien que passionnante, fait aussi sa faiblesse : le retour sur investissement ne se calcule pas sur tableau Excel (bien que la vie humaine doive bien avoir un prix pour les assureurs !)

Le levier d'adoption est tout autre : il faut convaincre sur le terrain, penser l'évolution de la doctrine d'emploi, et défendre cette transformation dans les sphères décisionnaires. Pour Shark Robotics, cette logique est omniprésente depuis la création de la société, et passe par le co-développement des solutions avec les utilisateurs finaux, où l'innovation se construit en boucle courte, avec des itérations permanentes entre terrain et conception.

Ce mode de développement ne sert pas uniquement à produire de meilleurs robots ; il contribue à l'évolution des usages, et la robotique devient alors un outil intégré à la manœuvre, et non un gadget périphérique. Depuis sa création en 2016, et grâce à ses collaborations avec les sapeurs-pompiers, la sécurité civile, les douanes, et la gendarmerie, Shark Robotics a aujourd'hui un parc de plus de 350 robots en exploitation dans le monde, et réalise 90% de son chiffre d'affaires à l'export.



Le Colossus, en intervention dans la région de Khmelnytskyi en Ukraine (crédit photo SESU)

… UN PARC DE 350 ROBOTS EN EXPLOITATION…

Zone de guerre, lorsque la machine n'est plus une option

En 2025, Shark Robotics a équipé le *State Emergency Service of Ukraine* (SESU) de 40 robots pompiers Colossus, engagés dans des conditions inédites. Ces machines interviennent en première ligne, notamment pour faire face à la tactique du "double tap" : une première frappe, suivie d'une seconde visant les secours. Dans ce contexte, envoyer un robot en reconnaissance ou en intervention permet de réduire drastiquement l'exposition humaine. Les chiffres sont significatifs : 150 missions par mois pour cette flotte de robots, et des pertes humaines divisées par trois chez les pompiers ukrainiens.

Si cette statistique est évidemment majeure pour le service d'urgences ukrainien, ces 40 robots sont une goutte d'eau par rapport à l'utilisation massive des drones aériens et terrestres par les forces armées ukrainiennes. Cette massification des UAV (*Unmanned Aerial Vehicles*) et UGV (*Unmanned Ground*

18 mois dans une PME, 3 chocs des cultures

Responsabilités et échelle de temps
Avant mon arrivée en poste, mon futur chef me demande de signer un NDA (*Non Disclosure Agreement*). Aujourd'hui anecdotique, à l'époque je me demande : « Ai-je le droit de m'engager, ou d'engager l'administration ? Ai-je l'autorité pour signer ? » Si la question a vite été réglée – je n'allais pas risquer de faire *capoter* mon affectation dans laquelle j'avais déjà mis tant d'énergie – j'ai signé !) cela était symptomatique des mois à venir : chaque jour, chaque semaine, j'aurais à faire des choix structurants, engageant la responsabilité de l'entreprise, sans les multiples filets – et lenteurs – de la DGA.

Jargon *corporate*
Chaque métier a bien sûr son langage. De mon côté, le cocktail a été particulièrement revigorant, en passant des CCTP « SPECIAL FRANCE » d'un programme où tout anglicisme était proscrit, aux débats d'*equity story* et d'*EBITDA break-even*. Lecture du soir : « La finance d'entreprise pour les nuls ».

Les affaires publiques, kezako ?
Venant de l'expertise des programmes au profit des programmes d'armement, je suis formaté par la recherche de « ce qui pourrait ne pas marcher ». Je découvre à mon arrivée chez Shark Robotics le rôle des affaires publiques, un métier dont j'ignorais tout. Ma perception des choses a changé depuis que je vois que « tout se tente », et que le prisme des décideurs ne résulte pas toujours du célèbre triptyque coût/délai/performances.

Même si mon uniforme se résume pour le moment au polo *corporate*, je discute quotidiennement tactique et stratégie (d'entreprise, certes), mon sentiment d'appartenance et mon engagement sont totaux, et le sens de la mission me dépasse. N'est-ce pas ça, finalement, la militarité ?

Vehicles) traduit une transformation profonde du champ de bataille, rend tout déplacement humain impossible dans la « *kill zone* ». La robotisation n'est plus une option, mais une condition de survie opérationnelle. Ainsi, en 2025, environ 30 000 drones terrestres ont été utilisés sur le front, dans la majorité des cas pour du support logistique et des évacuations sanitaires. La « *marketplace* » Brave1 compte aujourd'hui plus de 550 solutions de drones terrestres, proposées par 280 entreprises ukrainiennes.



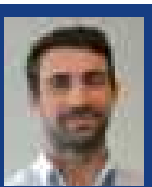
Le BARAKUDA dans cette boucle itérative de conception/évaluation, lors de l'exercice ORION 2026 avec la 11e Brigade Parachutiste (crédit photo Shark Robotics)

…LA ROBOTISATION EST UNE CONDITION DE SURVIE OPÉRATIONNELLE…

Prendre le train en marche, ou rester à quai
A l'heure où l'Asie et les Etats-Unis dominent fermement les marchés de la robotique domestique et industrielle, et où l'Ukraine est en train de réinventer la robotique d'intervention, tout acteur ne prenant pas le train en marche est assuré de rester à quai. En s'associant aujourd'hui à la société Tencore, acteur majeur de la robotique militaire en Ukraine, Shark Robotics poursuit deux objectifs :

- Renforcer sa présence en Ukraine avec la création d'un centre d'excellence local, afin de soutenir ses activités principalement axées sur la robotique de sécurité civile,
- Développer et produire en France des robots pour le secteur de la Défense, répondant aux besoins des armées européennes, tirant parti de l'expérience acquise sur le terrain Ukrainien.

Prise de risque stratégique, ou simple continuité dans la suite logique du co-développement au plus près du terrain, la suite de l'histoire de Shark Robotics s'écrit aujourd'hui à l'international.



Simon Troubat,
IPA, Responsable produits et projets de Shark Robotics

X13, Supaéro, Simon Troubat a exercé des fonctions d'expertise sur les systèmes de missiles à DGA-MI, avant de devenir manager d'affaires et architecte pour le compte de l'UM HORUS. Il est aujourd'hui en période d'ouverture dans l'industrie, d'abord chef de projet, puis responsable des produits de la société Shark Robotics.



Drone de sécurité civile (photo Entente Valablre)

LES DRONES AU SERVICE DE LA SÉCURITÉ CIVILE : L'EXPERTISE DE L'ENTENTE VALABRE

Par Jean-Frédéric Biscay, *LCL des sapeurs pompiers*

l'Entente Valabre - Nîmes-Garons est un établissement public dédié à tous les sujets en lien avec le monde de la sécurité civile. Elle développe des programmes de recherche dans le domaine des risques naturels, et plus particulièrement des feux de forêt. À travers son école d'application de sécurité civile (easc), elle forme à toutes les spécialités opérationnelles : de la lutte contre les feux de forêt, en passant par le secours en montagne, jusqu'à l'intervention sous-marine.

Sur la base nationale de la sécurité civile, la division des tactiques aériennes de nîmes-garons organise l'ensemble des formations aériennes, et notamment celles liées aux drones. Le chef de cette division, le lieutenant-colonel Biscay, fait le point sur l'utilisation de ces appareils dans la sécurité civile.

De la méfiance à l'intégration totale

L'emploi des drones dans le monde de la sécurité civile remonte à un peu plus d'une quinzaine d'années. Si une certaine méfiance a pu, dans un premier temps, ralentir leur intégration dans les missions de secours, la loi de sécurité intérieure est venue parfaitement clarifier leur emploi lors de situations de catastrophe.

Aujourd'hui, tous les services de secours disposent de drones qu'ils utilisent pour tous types de situations opérationnelles :

- Inondations
- Feux industriels
- Feux de forêt
- Tremblements de terre
- Recherche de personnes disparues

L'image au cœur de la stratégie : «voir, c'est comprendre, et comprendre c'est décider»

La première application du drone est bien entendu la captation d'images. C'est cette vision globale qui permet au commandant des opérations de

secours de mieux comprendre l'ensemble des éléments qui constituent le théâtre d'opération, et de favoriser ainsi des prises de décision rapides et de qualité.

En parallèle, le développement des technologies embarquables est venu élargir très sensiblement les possibilités offertes aux secouristes :

- **L'infrarouge (lwir, swir...)** : Il permet désormais de mesurer les enveloppes thermiques d'un feu de forêt, d'améliorer la vision à travers les fumées, ou encore de détecter des zones forestières en stress hydrique, potentiellement susceptibles de générer des éclosions de feux.
- **Le lidar et la photogrammétrie :** ces technologies permettent notamment de détecter par imagerie des zones de rupture sur des ouvrages de protection (comme l'analyse des digues en cas d'inondations).

L'ensemble de ces technologies a ouvert des perspectives multiples et inédites pour les opérations de secours.

Les « drones mulets » et l'avenir du sauvetage

L'augmentation des charges utiles, notamment sur les drones à voilures tournantes, permet aujourd'hui de se servir d'appareils dits « mulets » pour transporter du matériel lourd sur le terrain : tuyaux, motopompes, cordages, ou encore bouteilles d'oxygène.

Et demain ? Nous utiliserons très certainement des drones directement pour le sauvetage, capables d'extraire une victime dans des environnements inaccessibles aux moyens aériens traditionnels, ou nous permettant d'intervenir au plus près du danger sans risquer la vie des secouristes...



J.F Biscay en séance de formation de pilotes de drone en salle de simulation opérationnelleValabre

« VOIR, C'EST COMPRENDRE, ET COMPRENDRE C'EST DÉCIDER » : LES DRONES OFFRENT AUX SECOURS UNE VISION GLOBALE POUR AGIR VITE ET SAUVER ».



Participation d'un pilote de drone des forces de sécurité civile au centre de simulation d'Entente Valabre



Jean-Frédéric Biscay, *LCL*

Officier des Sapeur Pompiers, le LCL Jean-Frédéric Biscay est un acteur et expert reconnu au plan international de la lutte contre les incendies et à la gestion des crises. Il a dirigé le centre euro-méditerranéen de simulation des risques (CESIR) à Gardannes, avant de devenir directeur adjoint du Centre d'Essai et de Recherche (CEREN) à l'Entente Valabre.

LES DRONES AU CŒUR DE LA LIIC

LA TECHNOLOGIE AU SERVICE DES GENDARMES DU LITTORAL DES HAUTS-DE-FRANCE

Par Erwann Laisney, *LCL de gendarmerie*

D'après les autorités, 41 472 personnes ont rejoint irrégulièrement le Royaume-Uni à bord de *small boats* en 2025, depuis la côte d'Opale. Face à ce défi sécuritaire, le dispositif de Lutte contre L'immigration Irrégulière et Clandestine (LIIC) déployé par la gendarmerie des Hauts-de France repose sur une posture permanente de surveillance, pour laquelle les drones constituent une plus-value indéniable. Face à des migrants prenant des risques incontrôlés sous la pression de passeurs peu scrupuleux et à la recherche du profit, les gendarmes ont un besoin crucial d'imagerie aérienne et ne peuvent plus se passer des drones.



« VOIR PLUS TÔT, AGIR PLUS VITE, SAUVER DES VIES. »

Un terrain contraignant

Le littoral des Hauts-de-France s'étend sur 232 km. Des cordons de galets au sud de la baie de Somme aux dunes du dunkerquois en passant par des secteurs boisés, des zones humides ou encore les falaises d'entre deux caps, la côte offre autant de possibilités aux migrants pour préparer leurs actions et chercher à déjouer le dispositif des forces de l'ordre. Une tactique efficace repose non seulement sur l'étude du terrain mais également sur le recours aux moyens spécifiques : véhicules tout-terrain; appareils de vision nocturne, caméras de chasse, moyens nautiques … sans oublier la 3D: la gendarmerie a dans sa panoplie deux hélicoptères et une quarantaine de drones en tous genres. L'emploi de ces moyens vise essentiellement à déceler et suivre les mouvements de migrants notamment de nuit.

Sauver des vies humaines avant tout !

La mission de lutte contre l'immigration irrégulière est ponctuée d'évènements dramatiques qui rappellent l'importance de l'engagement de moyens humains et matériels bien dimensionnés. Les principaux risques sont liés aux conditions climatiques changeantes et au recours à des matériels primaires : embarcations non conformes, surcharge évidente, absence de gilets de sauvetage, moteurs de piètre qualité… sans compter les violences entre migrants provoquant des chutes à l'eau, des étouffements et autres blessures parfois mortelles. La clé de la réussite pour juguler les tentatives de traversée et sauvegarder les vies humaines réside dans la destruction du moyen de navigation lorsqu'il est encore à terre, d'où l'importance de déceler personnes et matériels au plus vite.

Le télépilote au cœur de la manœuvre

L'usage d'un aéronef sans équipage est réglementé et doit se faire dans le respect de la vie privée et de la tranquillité des propriétés environnantes. Obligatoirement accompagnés d'un observateur aérien, les télé-pilotes sont les seuls responsables de la préparation puis de

l'exécution du vol qui doit être réalisé en toute sécurité pour les usagers aéronautiques, les personnes et les biens au sol. Ils engagent leur responsabilité pénale ainsi que celle du commandant de région en tant qu'exploitant. Le télé-pilote, « commandant de bord » de son aéronef, a toute autorité pour déterminer si le vol peut se faire. Les missions sont soumises à une autorisation préalable à l'usage de la caméra du drone, délivrée par le préfet ou le magistrat. Un ordre de mission aérienne sera également remis par la région de gendarmerie. Au total, pas moins de 90 télé-pilotes sont formés dans la région qui dispose aussi de ses propres instructeurs. La LIIC offrant de réelles possibilités de pilotage, gage d'expérience, l'attrait pour cette spécialité est réel, comme en témoigne l'adjudant T. de la brigade de Zuydcoote :

« Passionné par les nouvelles technologies, je suis télé-pilote depuis 2021 et désormais instructeur… grâce au vecteur aérien, nous agissons dès la phase préparatoire en détectant en amont les livraisons de matériels et la préparation des embarcations pour stopper les départs avant qu'ils ne virent au drame ... chaque seconde compte et l'appui que nous fournissons avec cet outil est déterminant car il permet de prendre les décisions critiques pour éviter des drames humains »



A chaque drone son usage !

Du mini-drone au drone à voilure fixe de moyenne endurance, les gendarmes engagés en LIIC ont une variété de moyens financés par la région de gendarmerie ou par les fonds Sandhurst (financement britannique). Le plan d'achat et de maintien en condition doit être réfléchi et correspondre à des besoins justement exprimés, d'autant que les prix peuvent vite s'envoler. Les DJI néo, mini 5 pro et les Mavic 2 et 3T sont appréciés pour leur mise en œuvre très rapide et leur faible encombrement. Le poste à cheval de St-Valéry sur Somme a ainsi opté pour ce type d'équipement, idéal pour effectuer une levée de doute dans des zones escarpées. La résistance aux vents soutenus du littoral n'est en revanche offerte qu'avec des modèles plus conséquents du type Mavic 30T ou Mavic 300. Ces modèles offrent des perspectives plus intéressantes, notamment de nuit (caméra thermique, zoom puissant...) et lorsqu'il s'agit d'effectuer des prises de vue qui serviront à judiciariser les faits. De plus en plus dopés à l'IA, certains drones offrent un comptage automatique des humains au sol, un suivi caméra sur un objectif déterminé... A noter également la dotation en drones filaires Elistair Orion 2. Si leur mise en œuvre nécessite plus de temps et une protection physique, ils offrent l'avantage de disposer d'une grande autonomie (8h), intéressant lors de longs créneaux météorologiques favorables aux traversées. Enfin, une expérimentation du drone DT46 est en cours. Avec ce drone à voilure fixe on change d'échelle : 80 km de rayon d'action et 6h d'autonomie. Dès l'été 2026 il sera mis en œuvre par les forces aériennes de la gendarmerie et sous un contrat opérationnel fortement marqué LIIC, l'un des buts étant d'assurer un intermédiaire entre les drones à voilure tournante et l'hélicoptère de gendarmerie.

De belles perspectives pour l'avenir

Le perfectionnement des machines va à une vitesse fulgurante. Certes aidée par Albion, la gendarmerie voit son parc de drones dédiés à la LIIC évoluer positivement. Mais rien ne sert d'avoir des systèmes de pointe sans un cadre d'emploi pertinent, des règles de sécurité aérienne adaptées aux risques et surtout des télé-pilotes bien formés et disposant du temps pour l'entraînement et les missions. Récemment, la direction de la gendarmerie a accordé davantage d'élongation aux télé-pilotes de niveau 1 (1km hors vue et 50 à 80m d'altitude), ce qui va leur faciliter la tâche dans le dispositif de surveillance du littoral. La fin d'obligation d'équiper les drones en parachutes va également assouplir le maintien en condition. Par ailleurs la région de gendarmerie travaille sur un schéma tactique zonal d'emploi des drones, ce qui aura pour effet d'optimiser le volet opérationnel mais également sur la création d'une cellule de sécurité aérienne dédiée. Cette année un gros effort en formation initiale va être réalisé avec 45 nouveaux télé-pilotes formés ! Nul doute que la LIIC offrent des perspectives intéressantes en matière de drones, la région Hauts-de-France étant celle qui cumule le plus d'heures de vols !



Erwann Laisney,
lieutenant-colonel de gendarmerie

Le lieutenant-colonel Erwann LAISNEY est le chef du centre zonal des opérations au sein de la région de gendarmerie des Hauts-de-France depuis l'été 2025. Il a précédemment œuvré au cœur de l'état-major stratégique de l'OTAN à Mons en Belgique, après avoir commandé un escadron de gendarmerie mobile à Blois puis une compagnie de gendarmerie départementale à Morlaix. Ses fonctions actuelles le placent au plus près des opérations de grande envergure, notamment la lutte contre l'immigration irrégulière et clandestine.

DELCO

DRONE D'ENTRAÎNEMENT LOW COST POUR L'ARMÉE DE TERRE

Par Claude Chenuil, *IGA*, **et Maël Soum Le Guen,** *IETA*

Ou comment la participation de la DGA au défilé du 14 juillet 2024 a contribué à faire entrer l'armée de terre dans le monde du combat dronisé.

Le rapport entre la participation de la DGA à un défilé du 14 juillet et la dronisation de l'armée de terre ne semble pas couler de source et pourtant… Depuis 2023, un détachement de la DGA, constitué d'ingénieurs militaires, de commissaires et de gendarmes de l'armement venus de tous les établissements et unités de la direction, défile le 14 juillet à Paris. Ces personnels ayant peu l'occasion de pratiquer l'ordre serré dans leurs activités habituelles, un « stage » de mise à niveau est organisé le mois qui précède le défilé, à Fréjus. Pourquoi Fréjus ? Parce que la municipalité met à disposition du détachement DGA l'ancienne piste qui simule l'avenue des Champs Élysées.



Le détachement DGA qui va défiler sur les Champs Elysées le 14 juillet 2024 en répétition sur l'ancienne base aéronavale de Fréjus

Or en 2024, plusieurs personnes étaient impliquées dans le groupe de travail (GT) drones GICAT-ADIF. Une idée germe : pourquoi ne pas profiter du déplacement à Fréjus pour échanger avec les opérateurs drones du régiment voisin, le 21e régiment d'infanterie de marine (RIMa) ? Sollicité, l'EMAT donne un avis favorable à cette requête et une réunion est organisée avec les personnels du régiment entre deux séances d'ordre serré.

Une problématique d'entraînement cruciale

Parmi les nombreux points qui émergent, le fait que le régiment n'a pas les moyens de s'entraîner au combat de haute intensité « dronisé ». En plus des pilotes de drones, tous les autres personnels du régiment, du 2e classe au colonel, doivent désormais apprendre à combattre là où les drones pullulent. Difficile de le faire quand le régiment ne dispose pas de drones suffisamment bon marché permettant à la fois d'avoir une dotation suffisante et d'accepter leur perte à l'entraînement. En effet, un drone « bon de guerre » se chiffre en dizaines de milliers d'euros, ce qui n'en fait pas un matériel consommable dans un entraînement réaliste, pourtant indispensable d'après les enseignement du conflit en Ukraine.

La conclusion est claire : il faut doter en masse l'armée de terre de drones pour l'entraînement. Ceux-ci n'ont pas besoin d'être sophistiqués (notamment en matière de résistance au brouillage), mais ils doivent être peu coûteux et surtout de « confiance », excluant ipso facto tout drone de conception chinoise. Un débriefing avec l'EMAT le défilé à peine terminé confirme la problématique : l'Etat-major est conscient du problème, le besoin existe, il a déjà été exprimé, mais les procédures actuelles ne permettent pas de le satisfaire.

Pacte drones aériens de défense et intelligence collective

Opportunément, le Pacte drones aériens de défense se met en place après sa signature par le ministre en juin 2024 à Eurosatory. Dès septembre 2024, l'idée d'un drone d'entraînement *Low Cost* est mise sur la table. La faisabilité est démontrée par la production de drones à bas coût dans l'armée de terre au 17e groupement d'artillerie. L'idée remonte alors en interne DGA. Et là l'intelligence collective fait son œuvre : à la notion de drones *Low Cost* se rajoute celle d'économie de guerre, avec l'objectif d'un drone pouvant être produit en masse dans un délai contraint pour être prêt pour l'exercice Orion 2026, le grand exercice triennal des armées françaises (qui débute au 1er trimestre 2026), ce qui se traduit par un slogan simple « 1000 drones à 1000 euros pour Orion 2026 ».

L'idée parvient aux oreilles du DGA qui l'adopte avec enthousiasme et la fait valider par le CEMA. Une dynamique se met en marche, selon des procédures encore jamais mises en œuvre :

- Un cahier des charges extrêmement réduit rédigé entre DGA et l'EMAT est présenté à la réunion de lancement formelle du Pacte drones le 2 décembre 2024. Les industriels sont invités à présenter pour le

6 janvier 2025 des *White Papers* de 2 pages maximum exposant leurs solutions, l'objectif étant d'identifier quel est l'état de l'art à ce prix. C'est le choc pour beaucoup d'industriels : ils n'ont jamais vu une expression de besoin aussi épurée, leur donnant autant de liberté quant aux solutions. Certains se montrent sceptiques « il manque un zéro quelque part dans votre slogan », sous-entendu, c'est irréaliste ;

• Toujours est-il que 18 industriels déposent des *White Papers* qui sont immédiatement exploités par l'administration et donnent lieu le même mois à des pitchs devant des équipes intégrées DGA/Armée de terre ;

• A l'issue de ces auditions, la conclusion est claire : l'industrie est à même de répondre au besoin ;

• Les choses s'enchaînent alors rapidement. Un appel à candidatures pour un appel d'offres ouvert est lancé fin février ; début avril, le dossier de consultation est transmis aux candidats retenus. Il repose sur un socle technique minimal déterminé suite aux auditions, qui se traduit notamment par des exigences tenant sur deux pages ! Si les règles de passation des marchés sont respectées, les processus internes du MINARM sont par contre « adaptés » pour aller vite, de simples accords par mail de traitants remplaçant ainsi certaines décisions formelles de hautes autorités ;

• Les matériels proposés par les industriels font l'objet d'une campagne d' « essais éliminatoires » pour vérifier la tenue des exigences avant le choix du titulaire. Les Forces sont impliquées dans ces évaluations techniques et leurs avis comptent dans le choix final (une première là encore) ;

• Le 30 juin 2026, le marché est attribué à Harmattan AI, une start-up d'à peine un an ;

• Les derniers des 1000 premiers drones sont livrés comme prévu avant Noël 2025. Les livraisons débutent immédiatement vers les Forces, par palettes entières, une palette de 20 drones avec accessoires et stations de contrôle permettant la dotation d'une compagnie de combat.

L'objectif visé a été atteint :

• Dans sa version de base (il existe une version « nuit » plus sophistiquée qui représente 1/4 des drones commandés), le drone coûte moins de 1000€;

• Si ses performances sont inférieures à celles de certains modèles asiatiques équivalents, elles sont adéquates pour entraîner les Forces qui disposent enfin de drones en quantité suffisante et « consommables » pour s'entraîner au combat de haute intensité. L'adéquation du produit au besoin a été vérifiée lors de l'exercice Orion 2026 où ces drones ont été engagés en masse pour la première fois et ont donné satisfaction ;

• L'objectif de production de masse a été atteint, l'industriel a su gérer la montée en puissance de celle-ci, qui plus est dans une chaîne de production implantée en plein cœur du Paris historique.



Le DELCO, Drone du combattant Sonora - ©Harmattan AI

Une opération exemplaire

Que retenir de cette opération ?

• Tout d'abord l'utilité et l'efficacité du Pacte drones qui a permis de faire émerger une idée et de la faire mûrir grâce aux échanges entre administration et BITD ;

• L'état d'esprit qui a soufflé sur les personnels étatiques impliqués dans cette opération, où vitesse, efficacité et pragmatisme ont primé sur un formalisme stérile ;

• La capacité du MINARM, et de la DGA en particulier, à commander rapidement et en masse des drones dimensionnés au juste besoin, et de la BITD française de répondre avec agilité à ceux-ci.

Et tout cela parce que la DGA allait défiler un 14 juillet…



Claude Chenuil, *IGA, Consultant aéronautique et défense*

ENSICA, breveté pilote militaire, carrière « aéro » à la DGA. Il est aujourd'hui consultant pour le GICAT et anime dans ce cadre le Pacte drones aériens de Défense au profit de la DGA. Il est également responsable de l'organisation du défilé à pied de la DGA le 14 juillet à Paris.



Maël Soum Le Guen, *IETA, Architecte drone de contact*

ENSTA B, Maël débute sa carrière dans l'Armée de Terre en oeuvrant au soutien des matériels au SMITer puis à la SIMMT avec notamment une mission en Côte d'Ivoire avec le 7e RMAT. Il est aujourd'hui en poste à DGA/IP en tant qu'architecte sur les drones de contact. Il a travaillé notamment sur l'opération DELCO et a défilé pour la DGA en 2024.

PRODUCTION DE MASSE ET RAPIDITÉ DE DÉPLOIEMENT

Par Jean-Patrice Coste, *Harmattan AI*

Harmattan AI est un systémier, capable de concevoir, intégrer et déployer des systèmes complets répondant à des missions opérationnelles d'envergure. Cette approche repose sur une maîtrise de l'ensemble de la chaîne, depuis les effecteurs et capteurs jusqu'aux couches logicielles de commandement et de coordination.
Au cœur de cette architecture se trouve une capacité de commandement et de contrôle (C2) conçue pour orchestrer l'ensemble des systèmes déployés : elle permet de connecter les plateformes, de centraliser et traiter l'information en temps réel, et de coordonner les actions dans des environnements opérationnels complexes.

Les conflits récents ont confirmé une réalité que l'industrie de défense ne pouvait plus ignorer : la supériorité technologique, à elle seule, ne suffit plus. Les opérations imposent désormais une contrainte plus structurante, celle de produire, livrer et renouveler à un rythme soutenu. La performance ne s'apprécie plus uniquement à travers les caractéristiques d'un système, mais à travers sa disponibilité réelle, les volumes engagés et la vitesse de remplacement. L'intensité des engagements, qu'il s'agisse de l'Ukraine ou du Moyen-Orient, impose des niveaux de consommation quotidiens sans précédent. Dans ce contexte, protéger commence par être capable de livrer.

Cette réalité met sous tension le modèle industriel hérité de la fin de la guerre froide. Organisé de manière séquencée, il repose sur une séparation nette entre conception, production et usage. Le systémier conçoit, optimise, puis organise la fabrication au sein d'une chaîne de valeur fragmentée. Ce modèle a permis d'atteindre des niveaux élevés de sophistication et reste pertinent pour certains systèmes complexes. Il introduit néanmoins une inertie difficilement compatible avec le rythme des engagements actuels. Les cycles s'allongent, les ajustements deviennent coûteux, et l'écart entre le besoin opérationnel et la solution livrée tend à s'accroître.



Système GOBI, @Harmattan AI

Les conflits récents ont également fait émerger une approche différente en France, portée notamment par une nouvelle génération d'acteurs intégrés à la Base Industrielle et Technologique de Défense (BITD). Leur singularité tient moins à leur taille qu'à leur manière de travailler. La proximité avec les forces devient structurante. Les besoins sont captés en amont, les solutions testées rapidement, et les itérations s'enchaînent. En raccourcissant la boucle entre usage, ingénierie et production, ces acteurs limitent les décalages et ajustent en permanence les capacités. Les systèmes ne sont plus figés, ils évoluent au rythme du terrain.

C'est dans cette logique que s'inscrit Harmattan AI. Dès sa création, l'entreprise a choisi de travailler au plus près des unités, afin de comprendre les besoins réels avant de les formaliser. Cette proximité permet de tester rapidement, d'ajuster en continu et de faire évoluer les capacités à un rythme aligné sur celui des opérations. Dans certains environnements, une semaine de développement produit des effets qui nécessiteraient plusieurs mois dans un cadre plus classique. Ce différentiel tient moins à une accélération ponctuelle qu'à une organisation conçue pour réduire les frictions entre conception, usage et production.

Cette approche se traduit directement dans l'organisation industrielle. Chez Harmattan AI, ingénierie et industrialisation sont conduites simultanément. Les choix d'architecture intègrent dès l'origine leur réalité de production, ce qui évite les reconceptions tardives et préserve la capacité à monter en cadence. Inspiré en partie de secteurs comme l'électronique ou l'automobile, ce modèle permet de structurer des chaînes capables d'absorber rapidement des volumes croissants tout en maintenant un haut niveau d'exigence.

En pratique, cette organisation permet d'atteindre en un temps court des niveaux de production rarement observés dans l'industrie de défense. En moins de deux ans, Harmattan AI a structuré une



Système GOBI TEMPEST, @Harmattan AI

base industrielle complète et livré plusieurs milliers de systèmes aux forces françaises et britanniques, rapidement déployés sur le terrain. L'entreprise a par ailleurs étendu ses capacités avec une nouvelle usine dimensionnée pour produire plus de 10 000 unités par mois. Cette trajectoire, pour une entreprise aussi récente, ne relève pas d'une accélération opportuniste, mais d'un modèle pensé dès l'origine pour la cadence.

Dans ce cadre, standardisation et modularité agissent comme des accélérateurs. Elles permettent de structurer des briques communes, réutilisables sur plusieurs systèmes, et d'éviter de reconstruire en permanence les mêmes fonctions. Certaines capacités, notamment dans le domaine de l'autonomie, peuvent être conçues une fois puis déployées sur différents vecteurs. Cette approche réduit les cycles, améliore la cohérence d'ensemble et concentre l'effort sur l'adaptation critique opérationnelle.

La question de la vitesse renvoie directement à celle de la souveraineté. Produire en cadence implique de structurer une chaîne de valeur maîtrisée autant que possible. Chez Harmattan AI, cela se traduit par un principe simple : développer et produire en interne dès lors que cela conditionne directement la performance ou la capacité à livrer. Lorsque ce n'est pas possible, le recours se fait de manière ciblée, en privilégiant des partenaires souverains, en France ou en Europe, capables de garantir disponibilité et continuité dans le temps. Cette approche permet de limiter les dépendances critiques sans freiner la production, et de construire une base industrielle robuste et compatible avec les exigences de volume.

Les systèmes développés par Harmattan AI s'inscrivent dans une logique intégrée, organisée autour de grandes fonctions opérationnelles :

Préparer et entraîner les forces - Déployable rapidement sur le terrain et connecté au C2, le système SONORA permet d'entraîner les opérateurs dans des conditions proches du réel, en intégrant des vecteurs physiques et des scénarios dynamiques, avec des outils et des logiques directement transposables en opération.

Acquérir, traiter et exploiter le renseignement en toute condition - Les capacités ISR s'appuient notamment sur le système SAHARA, un radar à synthèse d'ouverture conçu pour être déployé sur des plateformes autonomes. Capable d'opérer de jour comme de nuit et indépendamment des conditions météorologiques, il garantit une acquisition fiable du renseignement.

Protéger et agir face aux menaces drones - Les systèmes de lutte anti drone, tels que la gamme GOBI, répondent à la prolifération des menaces drones. Conçus pour être déployés rapidement et en nombre, ils permettent la détection, le suivi et l'interception de cibles à courte portée. Selon les contraintes opérationnelles, ils peuvent être mis en œuvre en version cinétique ou avec charge militaire.

« … LA QUANTITÉ REDEVIENT UNE QUALITÉ… »

C'est précisément cette capacité à produire dans la durée qui devient déterminante dans les conflits actuels. Dans un conflit d'attrition, la production compte autant que la performance. La quantité redevient une qualité, et impose des arbitrages clairs : un système robuste, disponible en volume et rapidement remplaçable peut avoir plus d'impact opérationnel qu'un système parfaitement optimisé mais rare. L'exigence technique demeure, mais elle s'inscrit désormais dans un cadre où le temps et la cadence structurent les choix.



Jean-Patrice Coste, *Cofondateur et Directeur des revenus de Harmattan AI*

Fort de plus de dix ans d'expérience dans les ventes mondiales de systèmes de drones et de solutions de défense, il dirige les équipes commerciales et marketing et pilote la stratégie de croissance de l'entreprise.

UNE PROPULSION SOUVERAINE

Par Jean-François Nicolino, *EHP2*

Alors qu'il y a encore quelques années, la question de la souveraineté des systèmes de propulsion pour drones légers n'était pas une priorité et une source d'approvisionnement chinoise la règle, avec des approvisionnements désormais soumis à embargo ou à restriction d'exportation, une pénurie flagrante de systèmes de propulsion pour drones légers qui soient souverains, low cost et performants, est apparue.

Un drone, quelle que soit sa taille, nécessite un groupe moto-propulseur. Dans le cas des drones de moins de 200 kg, qui constituent l'essentiel du marché et de la demande des forces armées, les besoins en matière de systèmes de propulsion peuvent être classés en plusieurs catégories qui ont chacune leurs composants critiques.

- Système de propulsion électrique à hélice :
  - Types de drones : munitions téléopérées (MTO) courte portée, intercepteur, cargo et d'observation au contact… ;
  - Les composants critiques sont :
    - Batteries ;
    - Moteurs électriques ;
- Système de propulsion thermique à hélice :
  - Types de drone : MTO moyenne et longue portée, drone de surveillance à long rayon d'action, drone cargo lourd… ;
  - Les composants critiques sont :
    - Composants mécaniques de moteur à piston ;
    - Système de contrôle moteur/injection ;
- Système de propulsion thermique à réaction :
  - Types de drone : MTO rapide à moyenne et longue portée, intercepteurs rapides… ;
  - Les composants critiques sont :
    - Composants mécaniques de turboréacteur ;
    - Système de contrôle moteur/injection.

Pour chacun de ces systèmes, de fortes vulnérabilités d'approvisionnement existent vis-à-vis de la Chine, menaçant notre souveraineté en matière de production de drones légers. Regardons chaque famille de composants critiques plus en détail, car les problématiques et les solutions potentielles sont différentes dans chaque cas.

Batteries : un approvisionnement de cellules chinoises sous menace d'embargo permanent

Une batterie est composée de cellules, de pièces mécaniques et électriques d'assemblage, et éventuellement d'un BMS (Battery Management System). La Chine a structuré depuis plus de 20 ans une filière verticale de production de batteries et de cellules, ces dernières et les matériaux qui la composent (notamment le graphite) étant les éléments les plus critiques. L'Empire du Milieu s'est montré visionnaire et organisé avec des plans à 50 ans : les Chinois ont ouvert des mines, construit des raffineries et formé des milliers d'ingénieurs dans le domaine, et soutenu le développement d'entreprises de production de cellules. Ils dominent aujourd'hui ce marché mondial et l'approvisionnement de cellules de forte densité d'énergie (>300Wh/kg), indispensables aux drones, est désormais sous risque permanent d'embargo chinois (cf. celui décrété le 8 novembre 2025, mais qui a été levé quelques jours plus tard).

L'Europe et la France ont certes engagé des moyens importants de structuration d'une filière de production de cellules dédiées à l'automobile mais le format et la capacité unitaire des cellules considérées ne sont pas du tout adaptés aux drones. Il existe cependant des producteurs de cellules françaises adaptées à ces vecteurs (Saft, Advantelec, Tiamat…), mais il convient de les soutenir par des commandes.



Exemple de batterie pour drone intercepteur

A ce sujet, le Groupe de Travail (GT) batteries du Pacte drones aériens de défense a rédigé un dossier de recommandations stratégiques de la filière batteries pour drones et robotique en France. Des discussions sont en cours avec la Direction Générale des Entreprises (DGE) pour appliquer celles-ci. L'objectif est de structurer une filière de batteries et cellules souveraines pour drones, sachant qu'il faudra aussi s'intéresser à la question des composants de ces cellules, autre vaste chantier.

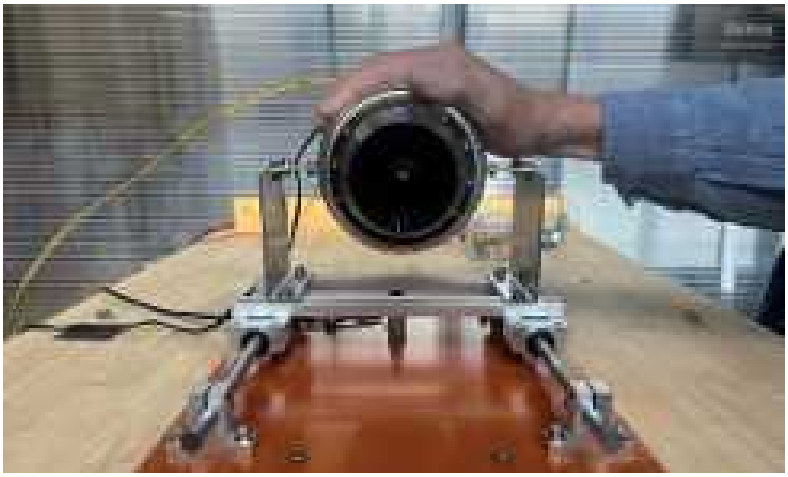
Moteurs électriques : une filière sous tension d'approvisionnement d'aimants à base de « terres rares »

La Chine, là encore, a structuré très tôt une filière verticale d'approvisionnement d'aimants à base de « terres rares » (éléments indispensables aujourd'hui pour obtenir les performances demandées sur les moteurs électriques pour drones) et dispose aujourd'hui d'un quasi-monopole sur ce type de moteurs. L'Empire du Milieu fait régulièrement peser là aussi des menaces d'embargo de fourniture de ces aimants sur toute la filière de production de ceux-ci.

Des solutions sont en cours de développement chez des fournisseurs français de moteurs électriques pour pallier cette menace, mais il conviendra de définir là encore une stratégie d'approvisionnement souveraine à long terme pour soutenir une filière française voire européenne. Là aussi le GT propulsion du Pacte drones prépare des recommandations pour pallier ce risque.

Moteurs thermiques à piston et turboréacteurs : un besoin capacitaire à assurer

Le marché des drones à long rayon d'action dotés de moteurs à piston, en particulier les *One Way Effectors*, a augmenté fortement ces dernières années (citons la référence bien connue des drones Shahed). Le besoin concerne là principalement des moteurs à piston de faible puissance (10 à 40kW) et bas cout (<150€/kW). Du côté des drones rapides à turboréacteurs, la demande très faible jusqu'à présent, est désormais fortement haussière pour ne pas dire exponentielle. Le besoin exprimé ici concerne principalement des turboréacteurs de très faible poussée (10 à 50 daN) et bas coût (<150€/daN).



Exemple de turboréacteur pour MTO de 20 daN vue arrière

Que ce soit pour les moteurs à pistons ou pour les turboréacteurs, le marché était jusqu'à récemment dominé par des modèles chinois ou taïwanais issus du marché du radio modélisme. La demande européenne se tourne désormais vers des industriels européens pour fournir ces moteurs. La difficulté ici n'est pas technologique ou d'approvisionnement en composants ou matériaux, mais capacitaire, avec un besoin de production très important (>1000 moteurs/mois).

La filière française, réputée pour la qualité de ses moteurs, est en train de se structurer pour répondre à ces besoins en termes de performance (opérabilité, robustesse, densité de puissance, faible consommation), de souveraineté (y compris sur les systèmes de contrôle moteur/injection électronique), de prix maîtrisé adapté au marché mais surtout de capacité de production. Le réseau de fournisseurs des industries automobile et aéronautique françaises semble en avoir toutes les compétences.

Il y a donc un enjeu majeur autour de ces systèmes propulsifs. Sans filière souveraine pour les composants proposant un coût bas et une capacité de production suffisante, il ne peut y avoir de filière de drones légers souveraine. Selon les types de propulsion, les solutions à mettre en œuvre et les calendriers diffèrent. Mais dans tous les cas il est nécessaire d'organiser et promouvoir cette filière par une action coordonnée et concernée des différents acteurs, aussi bien étatiques qu'industriels.



Moteur à piston de 40CV pour drone 100% made in France



Jean-François Nicolino,
président de EHP2

Il s'est forgé depuis 1990 une longue expérience en direction d'équipe de conception et industrialisation de moteurs et groupes motopropulseurs multi-secteurs d'activités en aéronautique, défense, compétition automobile, marine, énergie.
EHP2 a notamment développé et commercialise des batteries, moteurs thermiques à pistons de 5 à 100kW, des turboréacteurs de 10 à 100 daN appliqués aux drones, MTO et intercepteurs. Il est également co-animateur des GT batterie et GT propulsion du Pacte drones aériens de défense.

LES ENJEUX DE LA FILIÈRE ROBOTIQUE FRANÇAISE

PETITES SÉRIES POUR CONCEPTS OPÉRATIONNELS.

Par Michel Bouvet, *IGA*

Ne procrastinons pas comme pour les drones. La filière industrielle française de robots terrestres propose d'ores et déjà des systèmes. Il n'est que temps d'acquérir des petites séries pour préciser les concepts opérationnels. L'Ukraine a montré la voie !

La prise en compte de l'usage des drones est arrivée dans l'urgence, une fois « percutés » par les enseignements du conflit en Ukraine. Ne refaisons pas la même erreur avec les systèmes robotisés terrestres.

Si les travaux sur la robotique terrestre militaire ont débuté en France et dans le monde depuis plusieurs dizaines d'années, cela ne se traduisait jusqu'à présent que par des prototypes ou des démonstrateurs des technologies disponibles. Les industriels français, forts des travaux déjà effectués, sont présents sur le marché de la robotique terrestre. Des produits sont d'ores et déjà disponibles de quelques kilogrammes à plusieurs tonnes. Ce sont des robots à roues ou à chenilles, à propulsion électrique, thermique ou hybride, télé-opérés ou quasi-autonomes, pour des applications variées, de la surveillance au combat en passant par la logistique ou le génie.



Robot de combat CENTURIO-X20 A de KNDS

Une expérience de plusieurs décennies

En France, la robotique terrestre de défense débute en juin 1940, à Croissy-sur-Seine, avec un engin chenillé à télécommande filaire…, qui tombe rapidement dans les mains des Allemands et qui deviendra le *Goliath* !

On peut ensuite distinguer trois périodes. Tout d'abord « *Allegro* » : de 1990 au début des années 2000, les projets *Dards* puis *Syrano* ont eu pour conséquence l'émergence d'un écosystème industriel impliqué dans le développement de la robotique mobile terrestre militaire.

S'en est suivi « *Presto* », avec l'ambition de faire entrer la robotique mobile terrestre dans le combat collaboratif au travers du démonstrateur *Tactic*, lancé en 2005, de la Bulle Opérationnelle Aéroterrestre, avec un succès mitigé du fait de l'écart constaté entre attendu et réalité ; la technologie manquait de maturité, les contraintes budgétaires étaient trop fortes.

Enfin « *Furioso* », qui a débuté avec le PST (projet de science et technologie) *Furious* notifié (tardivement) en décembre 2017, mais qui a pris sa pleine mesure avec l'irruption massive de l'IA (puissance de calcul, algorithmes, données), la banalisation des véhicules hybrides et électriques, le développement des assistances à la conduite dans les véhicules civils pour donner un nouvel élan technico-opérationnel à la robotique mobile terrestre militaire, renforcé par le RetEx ukrainien. Points d'orgue de ce troisième temps, le projet *Droïde* a été notifié à KNDS France et Safran le 30 décembre 2024… et le projet *Robin*, destiné au génie, a été attribué en janvier 2026 à UNAC associé à Safran.

Toutes les compétences nécessaires existent dans la BITD française

Si la robotique ne constitue pas une technologie mais relève de

l'architecture système, voire des systèmes de systèmes, aujourd'hui, grâce à ces plus de 30 années d'efforts, les industriels français disposent de l'ensemble des compétences et technologies nécessaires, hormis quelques composants électroniques de base (cartes graphiques, microprocesseurs, cellules de batteries, …). Citons ici les membres du groupe de travail robotique terrestre du GICAT : KNDS France, Safran, Arquus, Thales, CNIM, ISL, Texelis, Soframe, Sogeclair, MBDA auxquels peuvent s'ajouter Shark Robotics, Exail, … sans oublier les académiques tels que l'ONERA, l'INRIA, l'INRAE…

Certains de ces industriels traitent plutôt des plateformes, d'autres des charges utiles, de l'intelligence ou du système dans son ensemble. Cela nécessite des compétences très diverses pour assurer les performances dans des terrains déstructurés avec des conditions météorologiques sévères. Du fait de l'ensemble des compétences requises il est difficile pour un seul industriel de réaliser seul un produit performant.

C'est pourquoi la plupart des projets concrets sont réalisés par des groupements ad hoc. Par exemple, *Droïde* associe KNDS et Safran qui se répartissent les fonctions du système en s'appuyant sur la BITD française et en exploitant la complémentarité de diverses plateformes (*Phobos* de SERA, e-TRACER de Safran ou encore THEMIS de MILREM). Le projet *Robin* associe UNAC pour la plateforme et le bras à Safran qui réalise le contrôle. Les challenges et défis comme CoHoMa et Mobilex en France sont aussi de bons exemples de coopération entre grosses sociétés, PME, start-ups, laboratoires et écoles. Des expérimentations (exercice robotique en Ukraine, exercice REPMUS au Portugal, tests Brave 1 Ukraine 2026, …) ont lieu également en Europe, permettant de dresser un panorama de l'existant et aux industriels de se « benchmarker ».

Une prolifération de systèmes potentiels

Un robot, c'est quoi ? Une plateforme mobile plus une charge utile plus une intelligence de fonctionnement.
Un robot ne se réduit pas à sa plateforme. D'ailleurs, excepté pour les « mules » de transport, ce n'est pas le robot qui remplit la mission, c'est la charge utile (avec un effet potentiellement décuplé par la mobilité dont la dote le robot).

La gamme des systèmes robotisés est doublement, voire triplement large. La mobilité peut être à roues ou à chenilles, voire mixte ou à pattes. La masse va de 2 à 20 kg pour des micro-robots, tel la famille Nerva de KNDS France, à plusieurs dizaines de tonnes tel le SDZ de CEFA. Les usages couvrent un très large spectre : agression (directe ou indirecte, infanterie, cavalerie, artillerie), soutien-transport (munitions, sanitaire, matériel, carburant, batteries, …), acquisition-communication (surveillance, renseignement, transmission, …), génie (déminage, brèchage, NRBC, contre-mobilité).

CRL ou TRL ?

L'échelle TRL (*technology readiness level*) n'est pas pertinente pour caractériser le niveau de maturité des robots, car elle intègre implicitement une notion binaire (ça marche / ça ne marche pas) ; alors que les robots disposent dès à présent de nombreuses capacités autonomes dans un domaine contraint mais maîtrisé. L'enjeu consiste à étendre ce domaine de manière continue au fil du temps (et la compétition industrielle future se situera bien au niveau de l'étendue du domaine de fonctionnement des robots en confrontation).

Dans le cadre de ***Droïde***, la notion de CRL (*capacity readiness level*) est en cours d'élaboration. Elle vise à caractériser le domaine de fonctionnement des robots selon des critères pertinents pour les opérationnels (nature du terrain, météo, J/N, charge cognitive, résistance au brouillage, etc.). L'idée maîtresse est de pouvoir caractériser un domaine de fonctionnement dans lequel l'industriel garantit la performance, ce qui permet à l'opérationnel d'employer sans crainte les robots dès à présent, dès l'instant où il les maintient dans leur domaine fonctionnel.

Yapluka

Le low cost

Les conflits récents (Ukraine mais aussi Iran) montrent que le coût des matériels est une donnée fondamentale, surtout lorsqu'il faut faire « masse ». Il convient donc de mener une réflexion conjointe État-industrie pour préciser et définir l'emploi et les impacts du *low cost* (doctrine, processus d'acquisition, risques associés, outil industriel, BITD, …) et aider au renforcement d'une « offre étagère » adaptée.



Fardier MKII de SOFRAME

Harmoniser la demande au niveau européen

La BITD se construit à partir de la demande, en fait, de la demande solvable. Le marché français (offre, demande) est trop petit pour une efficacité économique et technologique.

Il convient de raisonner « Europe », pour ne pas dire OTAN, au niveau de la demande (spécifications, calendrier d'acquisition, …) pour atteindre une taille de marché suffisante, faciliter l'interopérabilité, faciliter la définition de standards (en proposer pour ne pas se les faire imposer), diminuer les coûts récurrents, exporter. Seule la certitude d'une activité pérenne permettra de poursuivre les investissements nécessaires dans un environnement géopolitique changeant.

Se doter de petites séries pour affiner le besoin

Au niveau national, au-delà des programmes et projets en cours (*Droïde, Robin*, …), à court terme, la filière a besoin d'orientations plus que de spécifications détaillées.

L'»équipe robotique France», notamment sa partie industrielle, la BITD, se renforcera par l'acquisition rapide de premiers lots d'UGV (Unmanned Ground Véhicle) pour des usages spécifiques. Cela devrait avoir lieu au travers du PEM Robotique prochainement, ce qui permettrait la réduction du flou doctrinal, l'identification et, si possible, la résolution des problèmes techniques majeurs dans le chaos d'un champ de bataille réel, ainsi que la création d'un dialogue constant avec l'industrie, où l'armée joue un rôle de co-développeur. Cela permettra également à notre BITD d'avoir un soutien à l'export, indispensable pour qu'elle puisse survivre dans un environnement mondial fortement concurrentiel. L'industrie française de la robotique de défense a les compétences et est prête à jouer son rôle dans cet effort commun de préparation des UGV dans la guerre occidentale !

Drones-Robots : des environnements techniques et industriels très différents

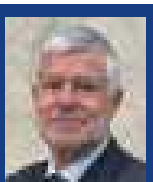
Certes, quelques analogies entre drones et robots existent (systèmes automatisés non habités, une plateforme, une charge utile, une « intelligence », …), mais les différences sont nombreuses.

L'environnement physique terrestre est très contraignant. Par définition, un robot terrestre maintient un contact avec le sol. Les champs de bataille terrestres sont très déstructurés et remplis d'obstacles, certains inattendus ou d'apparition récente, comme les fibres optiques des drones en Ukraine. Une large flaque d'eau sur le chemin, coupure humide, peut être profonde de 2 cm ou de quelques dizaines de cm, voire plus. Les capteurs peuvent rapidement se couvrir de boue ou être arrachés par des branchages.

L'environnement industriel des drones (légers) est constitué de fournisseurs civils. Ces fournisseurs sont nombreux, agiles et habitués au *low cost*. Les robots civils existants, au-delà des tondeuses ou autres aspirateurs, se limitent aux robots agricoles ou miniers, travaillant en terrain structuré. Les seules applications civiles se rapprochant un peu des contraintes environnementales de défense sont la foresterie (avec une robotique encore très peu développée) et la sécurité.



Système robotisé pour l'ouverture d'itinéraire piégé ROCUS A de CNIM



Michel Bouvet,
IGA, conseiller au GICAT, président d'ESR Conseil

X78, Docteur-Ingénieur et Docteur d'État, Michel Bouvet a occupé divers postes de direction ou de direction générale au sein du ministère de la Défense/des Armées et dans le monde de la recherche publique (IRSN, DGRI, IRD). Il a fondé et préside le cabinet ESR Conseil, accompagnant les acteurs publics et privés de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation. Il accompagne le GICAT dans ses réflexions technico-capacitaires, notamment via un GT sur la robotique terrestre.



LUTTE ANTI-DRONES

S'ADAPTER

UN NOUVEAU COMBAT POUR LA DOCTRINE

Par Jacques Sueur, *IGETA*

Le rôle du CICDE est d'anticiper les futures formes de conflit et d'établir des doctrines et procédures. En matière de drones, le changement très rapide des emplois a pris tout le monde de court, et évolue avec un retour d'expérience permanent, venu de l'étranger. Comment dès lors mettre à jour, piloter et mieux, anticiper ce que deviendront les combats futurs, qui dans un nouveau continuum capacitaire, seront de moins en moins prévisibles.

QU'EST-CE QUE LA DOCTRINE DES ARMÉES ?

La doctrine des armées établit les principes de l'action militaire et de l'emploi des moyens dont celles-ci disposent. La doctrine a une finalité pratique. Les principes directeurs qu'elle dégage servent de guide dans l'élaboration des décisions et des directives ainsi que pour la planification conduite de l'action. La doctrine couvre un champ très vaste, allant de l'emploi des forces interarmées jusqu'aux modalités et procédures particulières de mise en œuvre des unités et de certains systèmes d'armes. Cette doctrine se décline au niveau interarmées sous la forme de concepts (CIA), de doctrine (DIA) et de publication (PIA). Le CICDE, rattaché à l'état-major des armées, au sein de la communauté militaire des opérations, est le référent de cette doctrine interarmées, chaque armée restant en charge des domaines qui lui sont spécifiques lorsque les particularités de milieu prévalent.

QUELS SONT LES ENJEUX DOCTRINAUX ?

La doctrine est source d'efficacité et de supériorité opérationnelle. Elle consiste, par la pensée, à anticiper l'action et concevoir au mieux la manœuvre militaire afin de l'adapter aux futurs engagements opérationnels en tenant compte de leurs évolutions prévisibles. Les cadres de coopération militaire, l'évolution de la menace, l'élongation stratégique, l'environnement géophysique, l'émergence de technologies de différenciation, le droit sont autant de facteurs dont la doctrine doit tenir compte. Mais elle apporte également cohérence et cohésion de l'action militaire. La formation et l'entraînement des états-majors et des forces sont basés sur la doctrine et la mettent en pratique afin d'assurer un comportement constant et maîtrisé des unités engagées au combat, source d'efficacité. Mais l'art de la guerre est aussi celui de la surprise et de l'adaptation récurrente entre l'épée et le bouclier, entre une menace évolutive et la réponse à cette menace. La doctrine bien que cherchant des constantes dans l'action militaire doit aussi répondre à cet enjeu d'adaptation aux évolutions de l'adversaire pour maintenir ou retrouver la supériorité opérationnelle. Dans les situations d'engagement de haute intensité, comme en témoignent les conflits en Ukraine et au proche moyen orient, le temps de la pensée doctrinale se contracte et doit se faire selon un tempo accéléré tout en cherchant à anticiper ce qui pourra constituer un avantage opérationnel pour l'adversaire et pour nos forces. De ce point de vue et en matière d'adaptation, la doctrine est aux armées ce que le logiciel est aux systèmes d'armes : un socle stable mais une certaine flexibilité.



Le fusil NEROD F5-5 sature les fréquences des mini et micro-drones du commerce ou improvisés

L'EMPLOI DES DRONES : UNE RÉVOLUTION DANS LES CONFLITS RÉCENTS

Moyen-Orient, Haut-Karabakh, Sahel, Ukraine, les conflits récents révèlent l'emploi croissant des

drones qui portent le combat à distance et couvrent un spectre quasi-complet de missions en tous milieux.

La dronisation du champ de bataille ukrainien est un laboratoire inédit. Innovation, agilité, adaptabilité des sphères industrielles et militaires pour modifier le rapport de force à moindre coût sous-tendent cette révolution technologique. Un recours massif à des technologies civiles grand public, des écosystèmes réactifs, innovants, connectés au besoin des forces et des modes de financement participatifs et d'achats décentralisés sont les piliers de cette guerre des drones (4,5 millions produits en 2025, 12 millions attendus en 2026, 15 000 drones de contact utilisés quotidiennement).

La ligne de front est devenue transparente, figée, hyper-létale. Les drones causent 75 % de l'attrition, saturent l'espace aéroterrestre, exercent une pression psychologique continue et alimentent la propagande (captation, diffusion des images des combats). Leur taux d'interception (90%) est un défi.

Après la massification, la nouvelle révolution des drones sera leur interconnexion et le recours à l'intelligence artificielle pour la planification boucle courte du ciblage et l'introduction dans les vecteurs, de comportements automatisés et adaptatifs dont les prémices sont déjà présentes sur le théâtre ukrainien.

LA LUTTE ANTI-DRONE : UN DÉFI D'ADAPTATION NOTAMMENT DOCTRINALE

Face à une nouvelle menace

Si les systèmes de drones aériens de taille conséquente, principalement drones tactiques, de théâtre, stratégiques et de combat, sont pris en compte par les moyens de défense aérienne, air-air comme surface-air, la menace constituée par une catégorie de drones aériens plus légers échappe à ces moyens de défense aérienne classiques. C'est pour contrer cette menace, capable de surprendre jusqu'aux plus bas échelons tactiques tout en pesant sur la sécurité nationale, que la lutte anti-drones aériens (LADA) a fait l'objet de la publication interarmées lutte anti-drones aériens PIA 3.3.1.8 LADA établie en 2021. Ce document définit la LADA comme étant « l'ensemble des mesures mises en œuvre par les forces armées, à partir du sol ou de la mer, pour se défendre face à la menace que constituent les drones aériens légers ». Ces drones légers, en raison de leur taille, de leur poids allant de quelques grammes à quelques dizaines de kg, de leur SER inférieure à 0,1 m² ou de leur faible signature thermique, ne peuvent être détectés par les radars de la DSA.

Les mesures face à ce type de drone reposent sur le triptyque « détecter / identifier & classifier / neutraliser. » Leur détection repose sur des dispositifs multicouches (radar, capteurs acoustiques, opérateurs de guet aérien) et leur neutralisation sur des mesures actives (brouillage, actions cinétiques) et passives (camouflage, déception, protection).

Un besoin de continuum DSA- LADA

La frontière de plus en plus ténue entre drones du champ de bataille et de frappes dans la profondeur et la conjonction d'emploi de vecteurs du haut du spectre avec des vecteurs à bas coût dans une tactique de saturation des défenses, militent pour l'établissement d'un continuum renforcé DSA/LADA. Ce continuum comprend la mise en réseau des capteurs et effecteurs, avec notamment des capteurs optroniques et infrarouges pour éviter la saturation des moyens et assurer la discrimination des menaces ; le développement d'analyseurs de spectre et de senseurs passifs acoustiques ; la réappropriation du segment « guet à vue ».

Ce besoin de continuum DSA-LADA doit aussi conduire à rechercher un optimum capacitaire et opérationnel entre des systèmes d'interception du haut du spectre et des systèmes d'interception à coût plus faible, et en quantité assurant un rapport de force favorable face à un nombre important de vecteurs assaillants.

La boucle de décision doit enfin s'appuyer sur des délégations des responsabilité de mise en œuvre compatibles de la réactivité souhaitée.

Evolutions doctrinales à venir

Ces évolutions récentes des drones conduisent à une adaptation de la doctrine qui est en cours sur trois angles.

- Une révision de la PIA LADA pour en étendre la portée aux drones évoluant dans d'autres milieux ;
- Une révision de la doctrine interarmées défense aérienne du territoire (DIA 3.60.3) demandée par le comité directeur de l'aptitude interarmées défense surface air / lutte anti-drones aériens ;
- Une réflexion sous la forme d'un éclairant prospectif interarmées sur la défense aérienne élargie prenant en compte la lutte anti drones.



Jacques Sueur, *IGETA, Directeur Adjoint du Centre Interarmées de Concepts, de Doctrines et d'Expérimentations - Etat-Major des Armées*

Jacques SUEUR a débuté sa carrière au sein de la DGA en 1987 sur le programme SICA. Attaché d'armement spécialisé auprès de l'ambassade de France à Washington, puis conseiller et représentant permanent auprès de l'OTAN, il a été sous-directeur des études au CATOD puis adjoint au chef du service d'architecture du système défense, avant d'être nommé en 2024 directeur adjoint du CICDE.

LA DGA À L'OFFENSIVE

Par François-Nicolas Pot, *ICA*

Entre innovation technologique, agilité organisationnelle et coordination interministérielle, la DGA joue un rôle clé pour protéger les Forces armées des menaces liées aux drones.

« – Dis François-Nicolas, est-ce que ça te dirait d'expliquer ce que la DGA fait en matière de LAD ?
– Tu veux dire, comme dans les 217 fiches que j'ai déjà rédigées sur le sujet ces six derniers mois ?
– Non, cette fois, c'est pour un article dans le journal de la CAIA. »

Au-delà de cette boutade (presque) fictive, le sujet de la LAD passionne. Pour des raisons techniques tout d'abord, liées à la diversité des technologies et des systèmes mis en jeu. Mais aussi pour des raisons organisationnelles : face à une menace qui change tous les mois, la DGA doit adapter son organisation et ses pratiques. Objectif : aller toujours plus vite, tout en gardant la maîtrise technique, programmatique et contractuelle d'ensemble.

Foisonnement ou désordre ?

Pour la DGA, gérer la LAD c'est avant tout gérer la diversité.

Diversité et variabilité de la menace tout d'abord. Rien de commun de prime abord entre une meute de Shahed et un drone du commerce piloté par un plaisantin de mauvais goût. Pourtant, la DGA doit permettre aux Forces de traiter ce panel de menaces de façon proportionnée et cohérente – et ce alors que lesdites menaces sont parfois mal connues et caractérisées, car très évolutives.

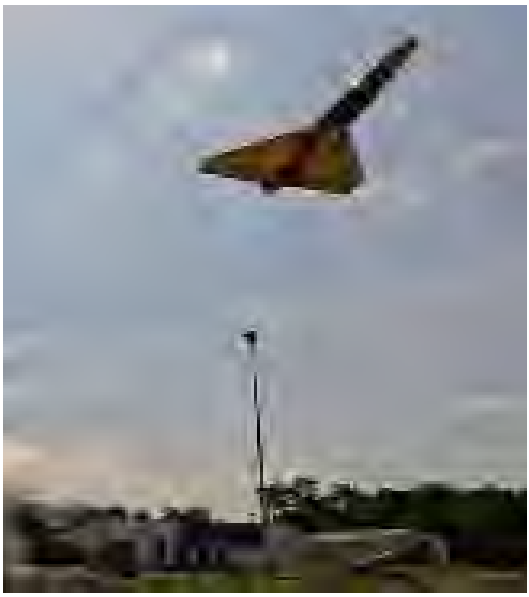
Ce constat appelle une deuxième diversité, celle des systèmes. En effet, face à des menaces variées, un principe s'impose : le système-magique-qui-traite-tout n'existe pas (« no silver bullet » comme disent les anglo-saxons). La DGA doit donc détecter, faire émerger et acquérir une vaste panoplie de capteurs et d'effecteurs en tous genres, et les faire fonctionner dans des environnements d'emploi très divers.

Là se niche une troisième diversité, celle des acteurs ; cela concerne bien évidemment les acteurs industriels, PME comme grands groupes. Mais cela touche aussi les acteurs étatiques. Faites le test : la prochaine fois que vous allez dans une base militaire, demandez-leur ce qu'ils font en matière de la LAD – je parie qu'ils vous présenteront, avec une fierté méritée, la dernière trouvaille de leurs innovateurs.

« LA DGA A UN RÔLE DE FÉDÉRATEUR »

Les Forces ne sont pas seules sur ce terrain, bien au contraire : les centres techniques sont aussi à la manœuvre, et l'AID détecte ou fait émerger les technologies prometteuses, soit par un soutien résolu au développement de technologies spécifiques militaires (les armes électromagnétiques par exemple), soit par l'exploration et l'adoption des options spontanées du secteur privé (par des appels à projets et partenariats d'innovation)… Enfin, l'Ukraine a joué un fort rôle d'accélérateur, faisant émerger des solutions et des tactiques nouvelles.

Au sein de cette véritable jungle d'innovations, la DGA a un rôle de fédérateur. Le foisonnement, s'il est nécessaire, nécessite :



La DGA a piloté en 2025 des essais de neutralisation de bombes planantes russes KAB - photo DGA

Une capacité à confronter ces innovations à la réalité opérationnelle, à la fois en soutien à l'industrie et à l'appui du développement des concepts d'emploi militaires. C'est l'objet des « LabLAD » mis en place depuis 2024 par l'AID et l'EMA pour réunir plusieurs fois par an, dans des espaces ségrégués, des concepteurs de drones et systèmes anti-drones, et des opérationnels expérimentés des Forces ; dernièrement ces LAB LAD ont ainsi permis de détecter plusieurs solutions de drones intercepteurs de drones – dont certaines sont en cours d'acquisition ;

• une capacité d'essais et d'expertise, pour que le ministère puisse faire la part des choses entre les beaux PowerPoint et la réalité des performances (de façon assez curieuse l'écart est parfois significatif…) ;

• la préservation de la cohérence : minimiser les duplications et conserver la capacité à agir de concert avec les autres systèmes de LAD, avec le porteur…, tout en restant simple et à bas coût. En 2024, une des actions emblématiques de la DGA a ainsi été d'acquérir, en quelques semaines et « au juste besoin », un système de détection/visualisation pour les FREMM et d'accélérer le déploiement sur ces frégates d'une conduite de tir canon optimisée contre les drones, afin que ces bâtiments puissent au plus vite lutter à coût commensurable contre les drones houtis en mer Rouge. C'est bien ici la compétence technique d'ensemble qui était requise pour trouver le meilleur compromis délais/performances (sans même parler des finances).

On est au cœur des compétences de la DGA : exigences au juste besoin, standardisation physique et fonctionnelle, industrialisation, sécurité des personnes et des biens, lien resserré avec les Forces, cohérence de bout en bout.

La Task Force LAD

Difficile de parler de LAD sans mentionner la *task force* dédiée, copilotée par la DGA et l'EMA. Ce forum d'échange permet de fédérer les initiatives menées au sein du ministère, d'identifier les leviers permettant de les promouvoir, de faire émerger d'autres idées, …

Prenons un exemple concret. Début 2025, nous présentons à la TF LAD les actions mises en place pour faire de la LAD depuis l'aviation de chasse. Réaction (justifiée) de l'armée de terre : *« Au fait, il n'y a pas que les avions qui volent, que peut-on faire depuis les hélicoptères ? »*. Parmi les hélicoptères considérés, le Tigre. Tiens, au fait, le Tigre dispose d'un canon de 30mm, soit un calibre largement utilisé dans l'artillerie sol-air anti-drones – peut-être y a–t-il là un potentiel à creuser ? La TF LAD, à qui l'idée est soumise, sponsorise une expérimentation. Et là, carton plein : le Tigre abat des cibles de type Shahed de façon radicalement efficace.

De l'innovation à la capacité

Une fois qu'une innovation a été détectée et est jugée suffisamment mûre, il faut pouvoir la produire et l'intégrer dans une capacité opérationnelle. C'est là que les équipes programme interviennent, et plus particulièrement celles du Programme à Effet Majeur (PEM) LAD et du PEM DSABC (Défense sol-air basse couche).

Mais attention : ce n'est pas parce que nous avons quitté le monde de l'innovation technologique qu'on revient sur des circuits classiques. Oui, certains systèmes, très complexes – par exemple l'arme laser, – nécessitent des développements longs et planifiés. Mais dans de nombreux cas, c'est surtout la rapidité et la réactivité qui sont de mise. Flux financier pour pouvoir faire des passages à l'échelle au coup de sifflet bref, mécanismes d'acquisitions réactives avec cartographie préalable de la BITD, recours aux services en complément des acquisitions patrimoniales … toutes les possibilités sont investiguées pour minimiser la durée de réponse à la menace.

Pour répondre aux crises d'aujourd'hui et de demain

Ces principes ont été appliqués de manière condensée par la DGA en mars-avril 2026, à l'occasion de la crise au Moyen-Orient. Afin de pouvoir protéger les troupes françaises et alliées, plusieurs solutions de LAD préalablement identifiées par les travaux capacitaires ont été accélérées. En quelques semaines, des commandes ont été passées, des briques technologiques ont été développées en interne, des



Arme laser anti-drone

campagnes d'essais ont été réalisées, afin de déployer au plus vite un maximum de matériels pertinents dans les Forces – bref, toute la vie d'un programme condensée en quelques mois !

La LAD, qui conjugue hautes technologies demandant du temps et une capacité à adopter et adapter rapidement les idées nouvelles, est donc bien au cœur de notre transformation. C'est le sens de la création, en fin d'année dernière, du Centre expert référent de la LAD (CERLAD) – qui était indispensable pour fédérer les capacités d'évaluation, d'expertise, de prototypage et d'expérimentation au sein du ministère. Ce centre incarne la volonté de proposer aux Forces des solutions opérationnelles, prototypées et testées, et ce de façon toujours plus rapide et réactive, en capitalisant sur l'expertise technique et programmatique de la DGA.



François-Nicolas Pot, *ICA, architecte adjoint du système de défense Aéromobilité Surveillance Protection.*

François-Nicolas Pot a tout d'abord occupé plusieurs fonctions techniques dans le domaine des missiles. Après un passage en bureau d'opérations d'armement puis au cabinet de la direction de l'ingénierie et de l'expertise (précédemment la direction technique) de la DGA, il a été directeur des programmes Patrouilleurs Outre-Mer et Patrouilleurs Hauturiers. Il rejoint en 2024 le Service d'Architecture du Système de Défense.



Illustration de déploiements de systèmes

LUTTE ANTI-DRONE : INTÉGRER POUR MONTER EN PUISSANCE

Par Arnaud Salomon, *ICA*

Face à des drones dont la multiplication est aisément accessible à l'attaquant, la défense ne peut prendre le dessus que par un « effet système » multipliant les performances, bien au-delà de leur simple addition, des briques technologiques combinées. Dans un contexte de cycles technologiques de plus en plus courts, nombreux sont ceux qui savent en parler, moins savent le faire, et le faire dans la durée nécessite une adaptation en boucle courte!

Un intégrateur clé dans l'écosystème

La lutte anti-drone (LAD), en croissance soutenue, voit une montée en sophistication technologique, notamment autour de la fusion de données, de l'intelligence artificielle et des architectures multi-capteurs.

CS Group, filiale de SOPRA STERIA, occupe une position particulière d'intégrateur de systèmes complexes de lutte anti-drone, capable d'assembler et d'orchestrer les multiples briques technologiques.

Son approche repose sur plusieurs facteurs clés de succès :

• Le système de commandement et de contrôle (C2), conçu dans une logique d'architecture de système ouverte, modulaire (fixe, déployable, mobile), et d'interopérabilité, gérant les interconnections, notamment avec la défense aérienne,

• l'intégration de capteurs multi-sources (radar, radiofréquence, optronique, thermique), et de différents types d'effecteurs (soft-kill et hard-kill, dont les brouilleurs, les drones antidrone, les lasers etc.),

• la fusion de données et l'aide à la décision, avec une forte composante d'IA apportant une automatisation avancée.

Sans préjudice de l'importance de chaque technologie isolée, la valeur se déplace vers la supervision globale et la cohérence opérationnelle.

BOREADES : une solution pivot, et une recherche amont en boucle courte

Le cœur du positionnement repose sur la solution BOREADES, développée depuis 2015, qui est un socle de base adapté et complété en tant que de besoin pour être décliné dans chaque programme.

CS Group a constitué son propre laboratoire de recherches. Les travaux, tout en se tenant à un niveau d'excellence tout à fait comparable à celui du monde académique (personnes habilitées à diriger des recherches, nombre et qualité des publications, partenariats scientifiques…) sont orientés en boucle courte par les débouchés





opérationnels. C'est un facteur clé pour la performance algorithmique et les traitements des signaux ou données.

Cette stratégie a permis de répondre à la demande, notamment française. La liste des programmes confiés à CS Group comprend en effet MILAD, ARLAD, PARADE, la composante LAD des SERVAL-LAD et l'industrialisation du système Proteus pour le ministère des armées, et RADIANT pour la Préfecture de Police de Paris. CS GROUP est coordonnateur du projet européen E-CUAS du Fonds Européen de Défense, et a vendu quelques systèmes hors de France.

L'expérience opérationnelle et les performances

Lors des Jeux Olympiques et Paralympiques de Paris 2024, CS Group a publiquement démontré sa capacité de déploiement (14 systèmes, sur les 18 déployés au total dont des systèmes du Royaume-Uni), et contribué à la sécurisation de plusieurs sites, via des systèmes anti-drone intégrés dans un dispositif global opéré par les forces armées et les autorités publiques.

L'OTAN, pour la protection anti-drone de certains de ses bâtiments essentiels, a organisé une consultation et évalué, en regard de son besoin, les fournisseurs de systèmes à l'échelle de l'Alliance. CS Group a été le gagnant de cette compétition.

En conclusion, s'il faut en tirer une, retenons que dans le domaine anti-drones comme dans bien d'autres, c'est la performance démontrée qui est finalement le meilleur juge de la valeur. CS Group a déjà livré plus d'une cinquantaine de systèmes, et en a une centaine en carnet de production.



Système embarqué sur véhicule



Arnaud Salomon, *ICA, Directeur du développement corporate de CS Group - Sopra Steria,*

Il a tenu divers postes en laboratoire de recherche puis direction de programmes à la DGA, direction de département au ministère chargé de l'enseignement supérieur et de la recherche, puis dans l'industrie.

LA DÉFENSE ANTI-AÉRIENNE DEPLOYER UNE APPROCHE SYSTÉMIQUE

Par Philippe Roudier, *ICA* **et Alexandre Forestier,** *MBDA*

L'essor rapide des drones et des munitions téléopérées transforme en profondeur les équilibres du champ de bataille contemporain. La menace aérienne est devenue accessible, proliférante, évolutive et capable de saturer les dispositifs de défense traditionnels. Dans ce contexte, la lutte anti-drone (LAD) ne peut plus être appréhendée comme un segment autonome, mais comme une composante à part entière d'une défense aérienne multicouche, intégrée et évolutive.

Une menace protéiforme et systémique

La démocratisation des drones, qu'ils soient commerciaux modifiés, tactiques ou employés comme senseurs ou effecteurs, introduit une rupture dans la conduite des opérations. Leur faible coût, leur facilité de mise en œuvre et leur capacité à opérer en essaims rudimentaires mais efficaces rendent caduque l'idée d'une réponse unique. Les conflits récents ont démontré la capacité de ces systèmes à s'insérer dans des attaques combinées mêlant roquettes, missiles et drones dans une logique de saturation.

Cette évolution impose de reconsidérer pleinement la couche de très basse altitude et de très courte portée, longtemps considérée comme secondaire. C'est précisément dans cette zone que se concentrent aujourd'hui des vulnérabilités critiques, notamment pour la protection des infrastructures ou équipements critiques, des bases aériennes ou des points de stationnement de forces. Les difficultés rencontrées en matière de neutralisation, en particulier face à des cibles nombreuses et agiles, illustrent les limites des approches actuelles fondées sur des effecteurs isolés ou fonctionnant en *stand-alone.*

Par ailleurs, la diversité des profils de drones — du micro-UAV volant à très basse altitude aux vecteurs plus rapides — rend indispensable une détection multi-capteurs. Aucun senseur ne peut, à lui seul, couvrir l'ensemble du spectre. La performance réside désormais dans la capacité à fusionner les données, à réduire les fausses alarmes et à prioriser les menaces dans des environnements complexes, y compris civils.

De la réponse technologique à l'architecture de système

Face à cette complexité, la LAD doit être pensée comme un système global articulant détection, identification, décision et neutralisation. Les doctrines contemporaines convergent vers des architectures ouvertes, modulaires et interopérables, capables d'intégrer des capteurs et des effecteurs hétérogènes. La neutralisation elle-même appelle une approche combinée. Les solutions de brouillage, les armes à énergie dirigée, les intercepteurs cinétiques ou encore les missiles sol-air doivent être coordonnés afin d'apporter une réponse proportionnée, efficace et soutenable dans la durée. Les scénarios de saturation soulignent l'importance de cette complémentarité pour éviter l'épuisement des moyens de défense et maintenir une capacité de protection crédible.

Cette transformation s'inscrit également dans une évolution plus large des modèles capacitaires. Les forces recherchent désormais des systèmes capables de s'adapter rapidement aux mutations de la menace, tout en s'intégrant dans des architectures de commandement plus larges. L'enjeu n'est plus seulement technologique, mais organisationnel et opérationnel. Cette transformation opérationnelle s'accompagne enfin d'une évolution du modèle économique. Les forces recherchent désormais des capacités disponibles et évolutives, au-delà de l'acquisition d'équipements. Le développement d'offres servicielles — leasing, licences, mises à jour continues et capacités opérées —, illustré par des initiatives récentes d'acteurs comme Orange, marque ce basculement vers une logique de performance garantie dans la durée, compte tenu du cycle rapide d'évolution de la menace.



Intercepteur drone hit-to-kill



Illustration du système de défense anti-drone Sky Warden

L'apport structurant de MBDA et du système SKY WARDEN

Dans ce contexte, l'expertise de MBDA s'inscrit dans une logique d'intégration et de maîtrise des effets au sein de la défense aérienne. Fort de son expérience dans les systèmes sol-air, MBDA positionne la lutte anti-drone comme une extension naturelle de la défense basse couche, en cohérence avec les architectures multicouches existantes.

Le système SKY WARDEN illustre cette approche systémique. Conçu comme une solution multi-capteurs et multi-effecteurs, il associe radars, capteurs passifs et optroniques à une gamme étendue d'effecteurs incluant brouillage, laser, drones intercepteurs « hit-to-kill » et missiles. L'ensemble est coordonné par un centre de commandement (C2) capable de fusionner les données, d'identifier les menaces et d'assigner automatiquement la réponse la plus appropriée. L'intégration de fonctions d'intelligence artificielle constitue un levier déterminant pour traiter la complexité informationnelle et améliorer la réactivité du système. Cette capacité à automatiser l'analyse et la décision permet d'optimiser l'emploi des ressources, notamment dans des scénarios de saturation.

Par ailleurs, l'architecture modulaire de SKY WARDEN garantit son évolutivité. Le système peut être déployé pour la protection de sites fixes ou en configuration mobile, et peut s'interfacer avec des systèmes de défense aérienne de portée supérieure. SKY WARDEN offre également une protection robuste, graduée et adaptée aux spécificités des environnements civils tels que les aéroports, les infrastructures critiques, les stades ou les zones urbaines denses.

Dans les environnements civils, notamment aéroportuaires, la nécessité de limiter drastiquement les fausses alarmes tout en conservant une détection efficace illustre la difficulté d'atteindre cet équilibre.

MBDA joue également un rôle central d'intégrateur, en fédérant un écosystème industriel incluant de nombreux fournisseurs. L'association de start-ups spécialisées dans les capteurs, d'acteurs du numérique et d'intégrateurs industriels illustre cette dynamique de complémentarité. Cette capacité à orchestrer des briques technologiques hétérogènes constitue un facteur clé de succès dans un domaine où l'innovation est largement distribuée.

Enfin, les investissements dans les armes à énergie dirigée et les effecteurs cinétiques de nouvelle génération, tels que les drones intercepteurs à coût maîtrisé, traduisent la volonté de proposer des solutions adaptées aux enjeux de masse et de soutenabilité économique.

La lutte anti-drone révèle un changement de paradigme profond dans la défense aérienne. Face à une menace diffuse, évolutive et potentiellement saturante, la performance ne repose plus sur des solutions isolées, mais sur la cohérence d'un système intégré, capable de s'adapter en permanence. Dans cet environnement, des solutions comme SKY WARDEN, d'ores et déjà sélectionnées par des clients export, illustrent la transition vers des architectures ouvertes, modulaires et intelligentes, où la valeur réside dans l'articulation des capteurs, des effecteurs et de la décision.



Philippe Roudier, *ICA, Directeur des Programmes des systèmes de défense aérienne*

X84, ENSTA, docteur en mécanique des matériaux, Philippe débute sa carrière à la DGA dans la recherche pour DCN, puis en soutien technique des différentes directions de programmes. En 1996, il rejoint la préfecture de Haute-Normandie, puis la DGA où il participe à la création de l'OCCAr. Il dirige ensuite les programmes FSAF (2000-2006), puis est directeur adjoint du Service des Affaires Industrielles. En 2007, il rejoint Thales, puis MBDA en 2010 où il dirige les systèmes de défense aérienne.



Alexandre Forestier, *Cdt, Responsable du domaine Air Défense de MBDA*

Saint-Cyrien, près une carrière d'officier des armes dans les troupes de marine, Alexandre rejoint MBDA en 2023 comme directeur de projets avant de devenir en 2025 responsable du domaine Air Défense.

LA LADA BIENTÔT AUTORISÉE POUR LE PRIVÉ

UNE RÉVOLUTION IMPOSÉE PAR LA MULTIPLICATION DES MENACES

Par Gaëtan Laurent, *COL de l'armée de l'air et de l'espace*

Les forces de sécurité intérieure ne peuvent pas à elles seules assurer la protection périmétrique de 1500 points d'intérêt vitaux : il en est de même vis-à-vis de la menace drone qui vient de prendre un coup d'accélérateur majeur. L'Etat intervient donc en proposant une stratégie visant à déverrouiller l'usage de technologies de lutte anti-drone aérien (LADA) pour les opérateurs privés.

Les JOP2024 : une opportunité pour la France d'accélérer sur la LADA.

« Quand je me regarde, je m'inquiète, quand je me compare, je me rassure » a-t-on pu entendre récemment parmi les habitués du sujet lutte anti drone aérien, notamment après les JOP 2024. En effet, face aux menaces d'emploi de drones par les organisations terroristes pendant cet événement majeur, le gouvernement a dès 2021 considéré la menace drone dans le dispositif de sûreté aérienne.

Matignon et le SGDSN, par l'intermédiaire des commissions interministérielles de sûreté aérienne, ont piloté un dispositif qui a doté la France d'une variété de systèmes technologiques (système de commandement conduite et contrôle, détecteurs de divers technologies, brouilleurs ou autre laser de neutralisation), de compétences et d'une organisation interministérielle spécifique.

Durant sept semaines, dans une approche multicouche de sûreté aérienne, la protection au-dessus de Paris et Marseille a été assurée. La LADA représentait donc la couche la plus basse d'un dispositif inédit placé sous la responsabilité du général commandant la défense aérienne et les opérations aériennes.



AST78 - Drone intercepteur d'ASTERODYN, conçu pour la neutralisation de menaces aériennes. Photo prise lors de la démonstration au SGDSN le 16 mars 2026. @systematic paris region.

Avant l'extinction de la flamme, 3500 drones ont été détectés parmi lesquels 500 n'étaient pas attendus et 100, dont les télépilotes ont été interpellés, étaient réellement indésirables.

Un héritage à cultiver : vers la lutte anti-drone du quotidien

Dès la fin des JOP 2024, la communauté interministérielle LADA s'est réunie pour définir comment transformer cette lutte anti-drone de circonstance en une lutte anti-drone dite « du quotidien » et permanente, centrée sur les sites sensibles.

Les systèmes de détection et d'entrave ont naturellement rejoint leurs unités et les sites sensibles à protéger mais il demeurait un constat froid : en 2025, 6 millions de drones étaient estimés en circulation en France. Comment protéger les 1500 points d'importance vitale[1] pour lesquels la loi impose une intervention des forces de sécurité intérieure aux moyens techniques

et humains limités ? L'asymétrie quantitative de la menace s'ajoute à l'asymétrie qualitative déjà bien ancrée dans les esprits qui assoit le drone comme une potentielle nouvelle arme moderne du faible au fort. Les réflexions interministérielles sous l'égide du SGDSN ont permis d'établir une première feuille de route LADA validée par le cabinet du Premier ministre en juillet 2025 et couvrant des ambitions législatives, capacitaires et organisationnelles au service d'une LADA du quotidien en pleine expansion. Les événements de la fin 2025 ont finalement donné raison à ce premier élan de paranoïa.

Des événements récents en Europe

Le 1er juin 2025 s'inscrit comme un tournant de la ruse mettant en œuvre des drones de loisir à des fins malveillantes : l'opération *SpiderWeb* (toile d'araignée) montre au monde entier que des drones de loisir dissimulés dans des containers sur des camions, équipés d'explosifs et pilotés à des milliers de kilomètres par des Ukrainiens, peuvent anéantir une flotte aérienne stratégique russe, véritable instrument de puissance de Vladimir Poutine.

Consécutivement, l'Europe a observé de nombreux survols de drones à proximité de sites sensibles, que ce soient des sites militaires en Allemagne, des aéroports au Danemark ou en Suède, à la veille du sommet UE le 29/09/2025. La France n'a pas été épargnée avec les survols de sites militaires comme le camp de Mourmelon quelques semaines plus tard.

Bien entendu, la psychose aidant, de nombreuses détections farfelues ont dopé ces chiffres à la hausse, et jamais autant de mises sur orbite des constellations Starlink n'avaient généré de signalements de survols de drones… Pour autant, la quantité de survols répertoriés, dont une bonne partie reste malgré tout crédible, a conduit les autorités françaises à se mobiliser pour prendre le taureau par les cornes.

Une mobilisation de l'Etat pour accélérer

Le 9 décembre 2025, au terme d'une séquence parlementaire tendue autour du vote du budget, le directeur de cabinet du Premier ministre s'est rendu au SGDSN pour présider une réunion dédiée à la lutte anti-drone et valider un plan d'urgence visant à accentuer le plan d'actions existant. Deux axes majeurs ressortent de cet épisode en présence des directeurs de cabinet de tous les ministres :

- permettre par la loi aux opérateurs privés d'importance vitale de se doter et d'utiliser des moyens LADA pour la protection de leurs points d'importance vitale (PIV) ;
- mener une véritable politique industrielle au profit de l'industrie LADA et permettre de segmenter un marché aujourd'hui majoritairement centré sur un besoin « défense ».

S'agissant du premier point, le projet de loi sur l'actualisation de la loi de programmation militaire 2024-2030 proposera une révision du Code de la Sécurité Intérieure afin de permettre aux opérateurs privés de protéger par eux-mêmes leur(s) PIV face à la menace drone qu'ils auront à prendre en compte dans leur référentiel de menace. Cette évolution législative est déterminante pour permettre de multiplier les forces en s'appuyant sur des moyens privés. Les difficultés constitutionnelles résidaient dans l'apport de garanties devant le Conseil d'Etat (CE) que l'Etat français n'abandonnait pas une mission de police (notamment l'article 12 de la déclaration des droits de l'homme et du citoyen) au profit d'entités privées, mais confiait bien un acte terminal technique de neutralisation, avec un impératif de réactivité, parfaitement encadré et autorisé par l'autorité administrative (préfecture ou Ministère des Armées selon le type de PIV). Le CE puis le conseil des ministres ont validé ce projet de loi le 8 avril 2026 et il est en cours d'examen au parlement pour un vote avant le 13 juillet selon les directives du Président de la République.

Concernant la politique industrielle, il s'agit de permettre l'essor de solutions industrielles de LADA disponibles, diversifiées, adaptées, de confiance et souveraines.

« UNE LOI POUR PERMETTRE AUX OIV DE SE PROTÉGER »

Pour ce faire, un pôle d'expertise LADA a été créé sous l'égide du SGDSN à Brétigny sur Orge. L'ambition était de permettre aux industriels du secteur de disposer, dès le 1er janvier 2026, d'un « bac à sable » pour améliorer les dispositifs de détection, brouillage et neutralisation. Menés sur l'ancienne piste du CEV, les essais visent à accélérer la boucle recherche, développement, essais. Ce centre a vocation à devenir un centre de labélisation de solutions LADA au bénéfice des industriels, faisant valoir des produits reconnus et testés sur des scénario réalistes, à destination des opérateurs privés.



Gaëtan Laurent,
Colonel, chef de mission au SGDSN

Breveté pilote de chasse en 2006, il sert sur Mirage 2000 puis sur Rafale depuis 2009. Engagé sur la dissuasion nucléaire et sur la posture permanente de sûreté aérienne, il a aussi participé aux théâtres d'opération impliquant la France depuis Harmattan en Libye à Chammal au Levant en passant par Barkhane au Mali. Affecté au SGDSN, il est chef de la mission interministérielle de sureté aérienne et responsable de la stratégie et de la coordination nationale de la lutte anti-drone.

LASER : 100% DE COUPS AU BUT !

SANS PROBLÈME DE BALISTIQUE OU DE TRAJECTOIRE

Par Laurent Tard, *CILAS*

La lutte anti drone par laser, testée à Paris en 2024, prépare ses prochains pas : diminution du temps d'illumination nécessaire, précision du pointage automatique, intégration avec les autres moyens : un survol (si l'on peut dire).

Nota : on ne s'intéresse ici qu'aux micro-drones et mini-drones (drones, respectivement, de moins de 2 et 15 kg). Les drones plus volumineux sont pris en compte par la défense sol-air.



Essai d'un tir laser à 1km sur un drone à voilure fixe à DGA EM

Le premier laser à rubis a été conçu par Théodore Maiman en 1960 en s'appuyant sur les fondements théoriques établis par Albert Einstein. Le faisceau laser est composé de rayons issus d'un dispositif comprenant un milieu actif, qui génère une lumière sous forme de rayons monochromatiques, visibles ou non, cohérents (de même fréquence et forme d'onde) et collimatés (tous orientés dans la même direction), Grâce à l'utilisation de fibres optiques comme milieu actif, il a été possible de générer des faisceaux laser de très forte puissance avec un encombrement et des besoins d'énergie limités, capables de projeter une énergie destructrice à des distances considérables. **Les armes laser sortent ainsi de la fiction et deviennent une réalité dans les années 2010.**

En parallèle, les premiers drones grand public se démocratisent. Ce sont des quadricoptères compacts, facilement pilotables, bon marché. Très vite, ils sont détournés de leur finalité initiale à vocation de loisir ou industrielle. Ils deviennent des menaces en zone de conflit et pour la sécurité nationale. Ils sont utilisés pour collecter du renseignement, pour transporter n'importe quelle marchandise, y compris des charges explosives, etc. De plus en plus véloces, ils sont surtout difficiles à détecter puis à neutraliser.

Avec ces micro-drones est née la lutte anti-drones aériens (LADA ou LAD). La LAD se différencie de la défense sol-air par la taille des drones et la portée de neutralisation. Elle fait donc appel à des moyens spécifiques de détection et de neutralisation. Un commandement centralisé peut coordonner ces moyens (le C2) ou elle peut s'exercer en autodéfense pour répondre à une défense imminente.

Revenons aux systèmes de neutralisation dont l'arme laser fait partie. Parmi la pléthore de ces systèmes, on trouve pêle-mêle des canons à filets, des drones à filets, des armes cinétiques, des rapaces dressés, hacking, impulsions électromagnétiques, les drones intercepteurs, le brouillage électromagnétique, le spoofing et les armes laser… (liste quasi exhaustive). Les drones, évidemment, sont adaptés dans une sorte de course classique entre le glaive et le bouclier, pour devenir résistants au brouillage, pour gagner en autonomie et pour, de manière générale, se rendre plus résistants aux moyens de neutralisation. Il est désormais admis qu'un système de neutralisation anti-drones est composé d'une association de plusieurs systèmes, chacun étant utilisé selon ses performances et ses spécificités.

Au sein de cet environnement, l'arme laser, comme les autres systèmes de neutralisation, se distingue par ses propres spécificités, dont la principale est de toucher sans erreur et immédiatement le point visé, indépendamment de la vitesse du drone. En effet, un faisceau laser est de la lumière. Il se propage donc sans balistique et frappe sa cible à une vitesse qui rend inutile l'anticipation de sa trajectoire, même si le drone est très véloce. Il n'y a donc pas d'incertitude sur le point d'impact, contrairement aux armes cinétiques. Le temps d'obtention de l'effet laser pouvant durer plusieurs secondes,

il est donc indispensable de pouvoir maintenir la visée exactement sur le point visé pendant toute la durée du tir. Une telle performance n'est possible que si ce pistage fin est automatique. D'autres caractéristiques spécifiques à l'arme laser sont très intéressantes, comme l'indétectabilité sonore et visuelle à l'œil nu, comme le coût quasi nul d'un tir laser, une logistique minimaliste nécessitant uniquement de l'énergie électrique, ou encore la facilité de prise en main par le biais d'une interface informatique qui permet à l'opérateur de s'assurer de la justesse de sa visée avant de déclencher le tir (il n'y a donc pas le coup de doigt propre aux armes cinétiques).

La France s'est dotée d'une telle arme laser : le système HELMA-P développé et produit par la société CILAS. Les armées l'ont déployé en mission opérationnelle pour la première fois à l'occasion des Jeux olympiques de 2024. Un tir d'essai réussi contre un micro-drone a alors été réalisé à partir des toits de Paris pour s'assurer de son bon fonctionnement. Notons qu'il a fallu au préalable adapter la réglementation…

Avec l'aide de la DGA, CILAS a conçu le système et l'a rendu sûr, avec une mise en œuvre sécurisée et la maîtrise des risques d'éventuels dommages collatéraux. Cette première expérience opérationnelle a ouvert la voie à d'autres déploiements dédiés à la protection de zones sensibles en OPEX, ou sur le territoire national, ou pour assurer la sécurité d'événements.

Les drones devenant de plus en plus autonomes, véloces, avec des capacités d'évolution en essaim, etc., la LAD doit s'adapter. Les armes laser doivent évidemment croître en puissance pour gagner en délai de destruction. Des gains de temps devraient pouvoir être obtenus sur toute la séquence de tir, de la réception des coordonnées de la cible au constat de destruction (kill assessment). Ainsi, des algorithmes de détection automatique devraient permettre d'acquérir les cibles quasiment instantanément, la reconnaissance automatique devrait placer automatiquement, sans intervention humaine, le faisceau laser sur l'un des points de vulnérabilité du drone. L'intelligence artificielle pourrait permettre d'optimiser l'ordre des cibles dans un essaim. L'automatisation du tir pourrait être poussée à l'extrême en déterminant les conditions du déclenchement de tirs automatiques, c'est-à-dire sans intervention de l'opérateur…



Canon laser de type HELMA-2

CILAS (Compagnie industrielle des laser) est une entreprise française, située à Orléans, pionnière et experte dans le laser et en optronique. CILAS fournit des équipements et systèmes pour la Défense, la Sécurité intérieure et le domaine spatial, dont des armes laser anti-drones.

Les technologies sont là. C'est désormais une question de budget, mais aussi de réglementation que les législateurs doivent faire évoluer pour supprimer les freins qui donnent des avantages décisifs à la menace.

Les besoins en armes laser pour d'autres usages devraient croître, comme l'illustrent les projets d'armes laser de très forte puissance (projet TALOS de la Commission européenne ou encore le PTD SYDERAL) qui pourront renforcer la défense sol-air et neutraliser des drones plus gros tels que les tristement célèbres SHAHED.



Laurent Tard,
Colonel (R) armée de terre, conseiller militaire chez CILAS

Après une longue carrière militaire dans l'armée de terre, le colonel (R) Laurent Tard a rejoint l'industrie, séduit par les problématiques technico-opérationnelles. À CILAS depuis 6 ans, il y tient les postes de conseiller militaire et du développement d'affaires. Ainsi, il fait la promotion des armes laser pour la LAD, technologie de rupture, dans un contexte de menace des drones grandissante en opérations extérieure comme sur le territoire national.

QUAND LA GENDARMERIE TRAQUE LA MENACE VENUE DU CIEL

L'ALLIANCE DU TERRAIN, DE LA TACTIQUE ET DE LA TECHNIQUE.

Par Nicolas Belec, *CNE de gendarmerie*

Neutraliser ou interpeller ? Brouiller ou observer ? Si la technique demeure un incontournable face à la menace drone, elle ne suffit plus à elle seule. Sur le terrain, chaque décision engage une manœuvre, parfois un renoncement. Comment la gendarmerie combine-t-elle technologie, tactique et expérience pour faire face à un adversaire discret, mobile et souvent imprévisible ?

Nous avions la capacité de neutraliser. Nous avions la détection, l'identification d'un drone inconnu, le moyen de brouillage prêt à être engagé. Et pourtant, sur la FanZone de Toulouse, lors de la Coupe du monde de rugby 2023, nous avons choisi de ne pas brouiller. Ce choix, contre-intuitif pour beaucoup, reste pour moi un point de bascule.

Le drone inconnu avait décollé de quelques mètres seulement, puis s'était stabilisé, à une centaine de mètres des abords du spectacle de drones. L'engagement du fusil brouilleur aurait perturbé un dispositif légitime, avec des effets collatéraux difficilement maîtrisables. Nous avons donc rompu avec le réflexe technique pour privilégier une manœuvre aujourd'hui naturelle : observation, classification de la menace, puis orientation vers le télépilote.

La lutte anti-drones, souvent perçue comme technologique, n'en est pas moins tactique. Chaque déploiement opérationnel apporte son lot d'expérience, pour l'un comme pour l'autre. J'ai cependant vu, sur le terrain, à quel point la décision humaine reste déterminante.

La limite des moyens techniques

Lors de cet engagement à Toulouse, nos capacités reposaient essentiellement sur des moyens de brouillage directionnels. Efficaces dans un cadre simple, ils se révèlent inadaptés dans un environnement contraint.

Nous avons identifié une lacune capacitaire : l'absence de solution de neutralisation discriminante. Autrement dit, la capacité à traiter une cible sans dégrader son environnement immédiat. Ce besoin n'avait pas été priorisé jusqu'alors. Il s'est imposé par l'expérience opérationnelle.

C'est une constante en lutte anti-drones : le terrain confirme ce que l'anticipation de la menace avait seulement perçu. Les équipements existent parfois, mais leur nécessité n'apparaît qu'à l'épreuve de la manœuvre. Le coût élevé des matériels de lutte anti-drones aggrave encore ce constat.

Adapter la manœuvre aux contraintes du terrain

Autre événement, autre apprentissage : lors des commémorations du 80e anniversaire du Débarquement, la menace n'était pas seulement aérienne, elle était logistique.

Dans cette manœuvre de flux, nous avons été confrontés à une saturation des axes, allongeant considérablement les délais d'intervention, sur un territoire s'étirant de Cherbourg à Caen. Cette contrainte a imposé une adaptation du dispositif pour pallier cette problématique.



La formation lutte anti-drones inclut une présentation générale des drones et de leurs capacités

Nous avons densifié le maillage, structuré des cellules capables d'agir en autonomie tout en se soutenant mutuellement. Certaines unités assuraient la couverture, d'autres ont pris en charge l'interpellation.

Mais surtout, nous avons confirmé le besoin d'une capacité nouvelle : l'emploi de télépilotes en appui direct de la manœuvre de lutte anti-drones. Non plus seulement comme opérateurs techniques, mais comme capteurs tactiques. Leur rôle consisterait à suivre les vecteurs, localiser les télépilotes adverses et orienter les équipes au sol.

Ce basculement est fondamental. Il marque le passage d'une logique de réaction à une logique de manœuvre coordonnée, combinant capteurs aériens et action terrestre, au profit direct de la lutte anti-drones et non plus seulement en opportunité.

La coordination comme facteur de supériorité

Lors des Jeux olympiques, nous avons atteint un niveau de coordination supérieur encore, par la maîtrise des différents outils de commandement à notre disposition. Une détection à proximité *du marathon pour tous* a permis de démontrer l'efficacité d'un dispositif intégré.

Les capteurs ont permis la détection et l'identification du drone. Les systèmes de commandement ont superposé en temps réel les positions des unités amies, du vecteur et de son télépilote. L'information a été immédiatement diffusée vers l'échelon tactique pertinent. Nous avons pu engager l'unité la plus proche, avec une précision suffisante pour permettre l'interpellation rapide du contrevenant.

Ce succès repose sur un triptyque clair : capter, comprendre, agir. La technologie facilite la captation et la diffusion. Mais la compréhension et la décision restent du ressort des opérateurs. C'est là, à mon sens, que se situe l'enjeu principal.

Former des opérateurs complets

La lutte anti-drones exige des personnels capables de maîtriser à la fois les outils et leur emploi tactique. Une compétence purement technique est insuffisante. La maîtrise des outils doit être transversale, et non pas seulement cantonnée aux matériels spécifiques de la lutte anti-drones : transmission, communication, dispositif global, mission des unités amies...

Nous faisons progressivement évoluer notre approche de la formation à la lutte anti-drones. L'accent est désormais mis sur le retour d'expérience, l'entraînement en conditions réalistes, et la réappropriation des fondamentaux : les actes réflexes et élémentaires du combattant, les missions du groupe… Il ne s'agit pas d'ajouter une spécialité, mais d'intégrer une capacité dans un ensemble opérationnel cohérent.



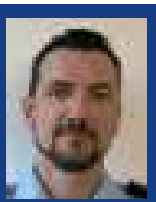
Opérateur lutte-anti-drones de la Gendarmerie nationale déployé sur le Sommet des Océans 2025

Vers des groupements tactiques intégrés

Les enseignements tirés de ces engagements ont conduit à structurer des dispositifs plus intégrés, notamment mis en œuvre avec succès lors du salon du Bourget 2025. Nous avions mis en place ce que l'on nomme désormais un groupement tactique LAD, capable de couvrir l'ensemble du spectre : détection, neutralisation, interpellation, investigation.

Ces groupements associent des unités opérationnelles, des capacités judiciaires et des moyens techniques, avec une autonomie d'action et une coordination renforcée. La lutte anti-drones devient ainsi une manœuvre complète, inscrite dans le champ de la sécurité intérieure, mais nécessitant une approche interdisciplinaire et interservices. Si le fait de dédier des unités à la mission est un idéal, il est important de prendre en compte les unités amies pour arriver à un juste dimensionnement.

Ce que ces expériences nous ont appris est simple : la menace évolue rapidement, mais notre efficacité ne repose pas uniquement sur la technologie. Elle repose sur notre capacité à l'intégrer dans une manœuvre, à l'adapter au terrain, et à former des opérateurs aguerris, capables de décider dans l'incertitude. On me demande parfois combien de temps il faut pour former un opérateur de lutte anti-drones. La réponse est, pour nous : un an et quelques jours. Un an pour la formation initiale d'un gendarme; quelques jours pour lui transmettre les spécificités de la lutte anti-drones et adapter naturellement les réflexes opérationnels qu'il a acquis dans le cadre de sa formation.



Capitaine Nicolas Belec, *Chef du Bureau Aéronautique de la Gendarmerie des Transports Aériens (GTA), Directeur de Programme (DP) Lutte Anti-Drones (LAD) de la Gendarmerie Nationale.*

Officier de Gendarmerie spécialisé dans la LAD depuis 2019, il a notamment commandé la Section de Protection et d'Appui Drones de 2020 à 2024. Issu d'un parcours opérationnel complet, il a été engagé comme planificateur et coordinateur LAD Gendarmerie sur la majorité des derniers grands événements : Procès du Bataclan, FIFA WC 2022, CMR2023, 80ADBN, JOP24, UNOC3, SIAé 2025...

DU FRONT À LA BITD

Par Hadrien Canter, *Alta Ares*

La guerre en Ukraine a transformé la défense sol-air en laboratoire d'innovation à ciel ouvert. Face à la menace Shahed et à l'accélération des boucles tactiques, les industriels qui opèrent sur ce théâtre accumulent un RETEX sans équivalent. Quels enseignements en tirer pour les armées européennes — et à quelles conditions sont-ils transposables ?

Une démarche agile

Les conflits en Ukraine et au Moyen-Orient ont fait émerger une menace pour laquelle les forces européennes n'étaient pas préparées : la saturation par masse d'effecteurs à bas coût, symbolisée par le drone Shahed. Produit industriellement, il permet de saturer ou neutraliser des défenses conçues pour des menaces plus onéreuses. Le symptôme le plus frappant : des opérateurs du Golfe engageant jusqu'à huit intercepteurs Patriot PAC-3 — quatre millions de dollars l'unité — contre une cible unique. Un trou capacitaire béant, héritage d'une architecture de défense aérienne pensée pour un autre monde.

Confrontée quotidiennement à cette menace, l'Ukraine a développé sur le champ de bataille la doctrine de défense aérienne la plus éprouvée du monde. Le 24 mars 2026, face à une attaque de 982 cibles, ses forces en neutralisaient plus de 94 % (chiffres officiels ukrainiens). Ce RETEX est précieux, mais il doit être lu avec discernement. L'efficacité ukrainienne est le produit d'une contrainte existentielle : tolérance au risque élevée, cycles d'adaptation de quelques semaines, flux continu de cibles réelles, données opérationnelles ouvertes aux industriels. Ces conditions sont sans équivalent en Europe, mais ne sont pas directement transposables. L'Ukraine n'est pas le vade-mecum absolu de la défense sol-air de demain — c'est un laboratoire qui accélère l'innovation et redéfinit en continu les concepts d'emploi dans les basses couches.

Le terrain enseigne aussi que le brouillage seul ne suffit pas. La menace évolue en permanence. Les dernières versions de drones embarquent des capteurs qui détectent les intercepteurs et déclenchent des manœuvres d'évitement autonomes, tandis que les vitesses de croisière progressent chaque mois.

La logique d'adaptation est implacable : tout brouilleur génère une contre-mesure, laquelle génère une contre-contre-mesure, en quelques semaines. L'architecture qui résiste combine brouillage, leurrage et interception — non en séquence, mais en couches simultanées et mises en réseau. Seule l'IA embarquée permet d'assurer le traitement à la cadence requise, aucun opérateur ne peut gérer seul plusieurs centaines de cibles simultanées.

Supervision, souveraineté et expertise

Le RETEX documente des conditions d'emploi sans équivalent : éclairage dégradé, guerre électronique intensive, attaques de saturation au crépuscule, fatigue des opérateurs sous pression d'alertes radar continues. Dans ce contexte, les industriels présents sur le théâtre ont unanimement constaté que leurs premiers systèmes — logiciels comme matériels — ne répondaient pas aux attentes opérationnelles. Les retours des unités ukrainiennes ont été directs, parfois brutaux. C'est précisément cette friction avec le réel qui a permis des améliorations itératives. Ces leçons d'humilité ont imposé une règle simple : chaque



Impact d'une attaque aérienne russe sur une infrastructure énergétique à Kyiv

faiblesse identifiée par les opérateurs doit agir comme un électrochoc. Notre module de guidage terminal autonome n'a atteint un niveau de maturité acceptable qu'après plusieurs cycles de déploiement et des échecs documentés à chaque étape. C'est le modèle ukrainien dans ce qu'il a de plus exigeant : on accepte que les dix premiers systèmes ne fonctionnent pas parfaitement, à condition que les dix suivants aient intégré les corrections.

Les écarts entre performances en banc d'essai et conditions opérationnelles sont structurels. Les systèmes à composants civils — choix imposé par la compétitivité économique — atteignent rapidement leurs limites face au froid, au brouillage et aux contraintes mécaniques du théâtre : autonomie réduite, vitesses de pointe en chute, avionique sous pression. Passer aux pièces certifiées aviation résout ces problèmes, mais multiplie les coûts

unitaires et allonge les délais d'approvisionnement. L'équation est connue, fiabilité contre vélocité. Il n'existe pas de solution générale, seulement des compromis à assumer explicitement.

Une chaîne d'approvisionnement souveraine et fiable est aujourd'hui le vrai goulet d'étranglement de la montée en puissance industrielle. La crise de la fibre optique en 2025 l'a illustré brutalement : en absorbant soudainement 10,5 % de la consommation mondiale, la Russie a provoqué une hausse de 650 % du prix de certains câbles, rappelant à toute la filière que la dépendance à des fournisseurs uniques pour des composants critiques est une vulnérabilité structurelle. Pour les industriels visant plusieurs centaines d'unités par mois, le facteur limitant n'est ni humain ni technologique, c'est l'approvisionnement en composants.

La montée en cadence soulève enfin un enjeu de contrôle qualité. Un modèle de production agile, adapté au tempo ukrainien, implique des modifications régulières des solutions pour coller à la réalité du théâtre — ce qui génère une multiplicité de versions et complique la traçabilité, surtout quand les cadences

Alta Ares est une société spécialisée dans la lutte anti-drones par IA embarquée. L'entreprise vise à adapter ses capacités d'interception, déjà déployées en Ukraine, aux règles d'engagement et à la DORESE (Doctrine, Organisation, Ressouces humaines, Equipement, Soutien et Entraînement) françaises, afin de les mettre au service des forces armées. Cette démarche s'inscrit dans une coopération étroite avec les armées et les experts de la DGA.



Drone intercepteur Black Bird d'Alta Ares lors d'un exercice OTAN en février 2026

s'accélèrent. Garantir une homogénéité des performances entre le premier et le millième intercepteur reste un défi industriel ouvert.

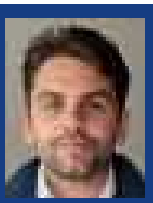
Trois enjeux se dégagent, qui valent au-delà d'Alta Ares.

Le premier est structurel. La défense sol-air européenne de demain devra combiner des effecteurs complémentaires pour couvrir l'ensemble des couches et répondre aux engagements de saturation. L'IA embarquée est le levier clé pour combler l'écart entre la cadence d'engagement requise et les capacités humaines. Non pour remplacer la décision de l'opérateur, mais pour lui permettre de superviser un grand nombre de systèmes autonomisés. Le maintien du contrôle humain dans ou sur la boucle de tir reste la limite éthique non négociable.

Le deuxième est industriel. La souveraineté des approvisionnements reste un chantier ouvert. La remontée en puissance française dans les domaines abandonnés aux fournisseurs asiatiques (motorisation électrique, cartes électroniques) est engagée mais insuffisante. Les PME françaises ont l'agilité pour recréer des filières, à condition d'être financées et soutenues dans la durée.

Le troisième est une leçon d'humilité. La défense sol-air est une mission où la probabilité d'interception fixe la norme, c'est celle des systèmes éprouvés par des décennies de développement. Pour un jeune industriel, être confronté et guidé par les experts de la DGA et des forces est un prérequis.

L'Ukraine n'est pas un conflit lointain. C'est un laboratoire malheureusement meurtrier et continu qui influence déjà la conception de nos formats d'armée futurs. Les entreprises qui en tireront des produits industrialisés, certifiables et souverains dans leurs approvisionnements seront celles qui structureront la BITD de la prochaine décennie. Le chemin pour atteindre cette excellence opérationnelle est exigeant et jalonné d'améliorations incrémentales dictées par la réalité des engagements, mais passer par cette porte étroite est, précisément, ce qui distingue un début de solution opérationnelle d'une démonstration en chambre.



Hadrien Canter,
CEO et co-fondateur d'Alta Ares

Juriste de formation avec des expériences opérationnelles en Europe de l'Est et au Moyen-Orient, il co-fonde Alta Ares en janvier 2024.

pyroalliance
arianeGROUP

Fournisseur de solutions pyrotechniques et mécaniques

MAÎTRISER LES INSTANTS-CLÉS *DE VOS MISSIONS*

- TRANSMISSION
- ALLUMAGE
- ACTIONNEMENT
- DECOUPE / FRACTURATION
- SEPARATION
- NEUTRALISATION
- OUVERTURE / FERMETURE DE CIRCUITS



Rejoignez-nous sur linkedin

www.pyroalliance.com



INNOVATION & TECHNOLOGIES

COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES QUELLES SOLUTIONS EUROPÉENNES ?

Par Guillaume Hervé, *ICA* **et David Fraboulet,** *CEA*

Par leur faible prix unitaire et la facilité de production, les drones aériens, maritimes ou terrestres transforment tous les champs de bataille. Mais dans ce domaine ultra-compétitif, il faut concilier productibilité en masse et course à la performance technique. La filière microélectronique française, déjà bien formatée par le civil pour innover à coût maîtrisé, peut répondre à ce besoin, y compris de manière souveraine.

Faciles à produire en masse et à transporter, de faible empreinte logistique et compatibles d'usages variés sur le théâtre d'opération, les drones et robots sont au cœur de tous les conflits armés actuels. En particulier les effecteurs bas-coût utilisés en nombre saturent les défenses adverses et interdisent d'accès des zones entières du champ de bataille. La dynamique d'innovation est aussi très forte. Pour combiner quantité, performance technologique et évolutivité, la R&D doit se faire à coût objectif. Le coût à considérer est celui de la mission réussie, compte tenu des attritions de multiples origines (défaillance technique, brouillage ou cyberhacking, interception, …) plus que celui du coût marginal de l'effecteur ; l'équation économique a donc de nombreuses solutions. Mais la sécurité d'approvisionnement et la simplicité d'industrialisation étant nécessaires, il reste toujours intéressant de privilégier l'innovation par le recours à des technologies duales, développées, industrialisées et entretenues avec le civil et utilisées à bon escient voire adaptées a minima pour optimiser l'effet militaire.



Illustration de l'intégration de technologies radar sur drone, sur la base de travaux pour le civil sur la miniaturisation des fonctions hyperfréquences.

Des composants électroniques disponibles ou en voie de l'être

De fait, la filière industrielle européenne est bien adaptée aux drones car elle est très tournée vers le marché de l'embarqué, et notamment du transport automobile. Une voiture moderne, c'est près de 1000 circuits intégrés, 1500 pour les voitures électriques haut de gamme, dans des domaines variés comme les microcontrôleurs, les imageurs, l'électronique de puissance, les capteurs inertiels MEMS, le radar ou le LIDAR.

Les drones peuvent déjà utiliser ces composants sur étagère : les microcontrôleurs de STMicrolectronics sont bien connus des dronistes. Dans le domaine des imageurs, l'industrie nationale est à l'état de l'art mondial dans le visible avec STMicrolectronics comme dans l'infrarouge thermique avec Lynred, deux sociétés pour lesquelles le marché « automotive » est important.

Mais les drones pourront également bénéficier de nouvelles générations de composants plus performants déjà en préparation, au départ pour le marché automobile. Citons les produits de deux start-ups grenobloises : pour l'anticollision, la détection d'obstacles et la navigation indoor, les LIDARs de Steerlight, à base de photonique intégrée, suppriment les mouvements mécaniques, ce qui facilite la production, l'intégration système et la miniaturisation ; et pour les centrales inertielles, les capteurs à base de MEMS développés par iNGage, très miniaturisés, ont des performances égales ou supérieures grâce à une nouvelle technologie de nano-jauges piezo-résistives.

Ces technologies émergentes pourront adresser nativement les marchés civils et celui des drones militaires, ce qui garantit à la BITD de disposer d'une supply chain économiquement viable. Réciproquement, pour favoriser l'innovation pour les drones tout en maîtrisant les coûts et en garantissant la pérennité des filières technologiques, il

paraît opportun que le secteur de la défense favorise l'émergence de composants adaptés à ses besoins mais assurés d'une synergie avec les débouchés civils. On peut en donner quelques exemples.

Des innovations attendues pour la défense, en synergie avec le marché civil

La filière française des imageurs infrarouges thermiques a bénéficié de marchés d'études amont défense, avant de trouver ses débouchés dans le civil (caméras thermiques pour le bâtiment par exemple). Ces technologies sont encore perfectibles pour réduire le flou de bougé sur les drones à grande vitesse de défilement. Les améliorations attendues profiteront aussi au secteur automobile pour la détection des obstacles de nuit.

Des évolutions des communications radio pour les liens à courtes, moyennes ou longues distances (terrestres et par satellite) sont également possibles, pour les rendre plus discrètes et robustes au brouillage, et ce grâce à de nouveaux composants en semi-conducteurs dits « III-V » dont le civil se saisirai pour satisfaire les besoins de miniaturisation et de moindre consommation.

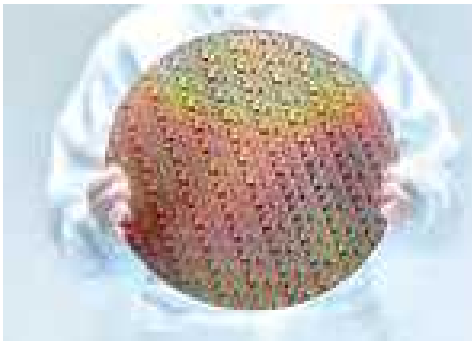
De même, l'excellence française en évaluation de la cybersécurité des matériels civils, portée par l'ANSSI et les laboratoires agréés (dits « CESTI »), alimente le développement de composants cryptographiques, d'architectures matérielles sécurisées, et maintenant d'IA embarquées sécurisées, qui deviennent des entrées pour les développements militaires. Les travaux sur l'accélération matérielle pour la cryptographie post-quantique (de façon à intégrer ces algorithmes dans des dispositifs physiques de manière optimisée, sécurisée et adaptée aux contraintes des systèmes embarqués) bénéficient déjà du Fonds européen de défense.

Des composants indispensables pour une IA embarquée souveraine

Mais au-delà de ces améliorations de l'existant français et européen, des démarches volontaristes sont également possibles sur d'autres types de composants essentiels pour les drones, mais avec une déficience d'offre européenne et donc des dépendances étrangères. Outre le risque associé au contrôle export, les livraisons aux différents industriels ou Etats demandeurs peuvent faire l'objet de priorisations selon les besoins du marché. Par exemple l'offre européenne pour les drones en matière de moteurs électriques ou de batteries avec leur électronique associée reste embryonnaire à l'échelle des besoins de la filière.

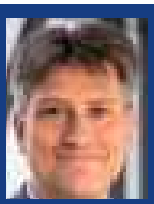
Dans le domaine de la microélectronique, la question la plus pressante concerne l'IA embarquée. Sécuriser les approvisionnements et maîtriser complètement les accélérateurs matériels et leurs outils de programmation suppose que l'Etat et/ou l'Europe développent des solutions souveraines. Mais, viabilité de l'écosystème oblige, un investissement initial impulsé par la défense devrait ouvrir de nouveaux marchés au civil pour ne pas rester sans suite. Cela suppose que ces composants d'IA souverains apportent un positionnement coût-performance nouveau et pertinent ; l'état de l'art semble indiquer que c'est encore possible.

L'IA embarquée est un axe de travail majeur du CEA, que ce soit au niveau de l'architecture de calcul, du design d'accélérateurs matériels optimisés pour les technologies maîtrisées par les fonderies européennes de composants, ou de l'ingénierie logicielle associée. Et pour passer aux composants complets, un développement à finalité militaire pourrait s'appuyer sur les fondations apportées par la recherche civile (programmes Horizon Europe, ligne pilote microélectronique FAMES de France 2030 et du Chips Act européen, programmes bilatéraux conduits avec l'industrie).



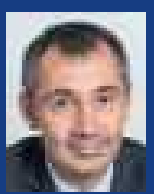
La fabrication collective des circuits intégrés permet la réduction des coûts récurrents et la grande série, pour des fonctions toujours plus complexes. ©Christian Morel/CEA

En conclusion, la convergence entre solutions techniques civiles et militaires qui s'accélère avec les drones peut être source d'opportunités militaires et économiques importantes pour l'Union européenne et la France, si des initiatives bien coordonnées et bien pensées sont initiées rapidement.



Guillaume Hervé, *X95, Ensta*

Guillaume Hervé a fait un parcours à la DGA dans les opérations d'armement aéronautiques puis a rejoint en 2017 le CEA-Leti, sur des fonctions cybersécurité et défense. Il est aujourd'hui responsable du programme innovation de défense pour la Direction de la Recherche Technologique du CEA



David Fraboulet, *CEA*

David Fraboulet est physicien normalien de formation (ENS Lyon) et ingénieur de métier. Il intègre le CEA comme chercheur avant d'évoluer dans le domaine de la microélectronique. Directeur scientifique puis conseiller senior au CEA/DRT, son champ d'action couvre aujourd'hui le spatial et la défense.

ROBOTIQUE AÉROTERRESTRE : QUELLE PLACE POUR LE « LAB-PROVEN » ?

Par Christian de Villemagne, *IGA*

Des start-ups à peine créées se prévalent de produits « combat-proven » en Ukraine. L'industrie automobile aurait vocation à devenir le supermarché de la robotique de défense. Les armées sont alléchées par une réduction des prix parfois vertigineuse par rapport aux acteurs traditionnels. Dans ce panorama, la recherche de défense a-t-elle encore une pertinence ? Témoignage de l'ISL.

Entre "Deeptech" et « time-to-market »

Les armées occidentales sont dans une course de vitesse. Il leur faut de la masse, tout de suite. Le « good enough » et le bas coût priment sur la perfection. Les start-ups, qui intègrent principalement des solutions existantes, excellent à cet exercice d'agilité. Le « lab-proven » est parfois vu comme l'ancien monde, où la connaissance progresse au rythme des thèses de doctorat successives, à l'opposé du « fail fast ». Il manquerait aux instituts de recherche une « culture produit ». Ils n'auraient pas compris qu'une technologie trop chère ou qui arrive trop tard est une technologie inutile.



Robot tactique polyvalent armé Aurochs 2 conçu par l'ISL, en cours de déploiment dans l'Armée de Terre

Loin de cette vision caricaturale, l'ISL témoigne de l'agilité tactique que permet une certaine profondeur stratégique acquise à travers des décennies de recherches amont. L'heure est au « rapid prototyping » de systèmes exploitant les innovations développées par l'ISL ces dernières années. Mais quand la guerre se démocratise avec des solutions « low cost », la supériorité future se gagnera sur des technologies de pointe. Elles apporteront ces ruptures de fond, moins facilement accessibles à l'adversaire que celles d'usage. L'ISL continue de les préparer, en évitant d'opposer "high tech, high cost" à "low tech, low cost". Concevoir une solution innovante à faible coût récurrent mobilise beaucoup de matière grise. C'est l'enjeu du "high tech, low cost" pour pallier des effectifs limités, compenser les quantités faibles par la précision et mener - grâce aux systèmes autonomes - des opérations à haut risque sans mettre en péril la vie des soldats.

La domination technologique abordable : quelques exemples

Sous brouillage (tant pour le positionnement GNSS que pour la radio), les robots terrestres équipés de l'intelligence embarquée ISL naviguent en milieu déstructuré en évitant les obstacles, de manière totalement autonome, grâce à une corrélation d'image avancée bas-coût exploitant une trajectoire de référence. Cette dernière est réalisée par un véhicule terrestre, ou bien par un drone, voire sur orthophotographies, l'ISL ayant développé des algorithmes robustes gérant la différence des points de vue. La même technologie sert aux convois automatiques avec des avantages uniques : ils sont sécables et avec une élongation choisie entre les véhicules en convoi. Il peut s'agir de convois logistiques sur le dernier kilomètre ou par exemple de véhicules de déminage en formation.

En réalité, la manœuvre robotique sera aéroterrestre, le drone aérien donnant une vision au-delà de l'horizon du robot terrestre, ou assurant un relais de communication avec lui, voire le protégeant. Mais la multiplication des plateformes robotiques sur le champ de bataille ne sera pas gérable si on doit mettre un téléopérateur derrière chacune d'elles. Chaque fois que c'est possible, il faut les réunir en essaim qui s'auto-organise, à la main d'un seul opérateur, dans l'esprit du commandement par l'intention. L'approche ISL des essaims de drones s'inspire des nuées d'étourneaux : cela donne à l'essaim un aspect semi-aléatoire, compliquant sa compréhension par

l'adversaire. L'intelligence est distribuée, l'architecture de communication est décentralisée et chaque drone de l'essaim n'utilise que ses propres capteurs pour observer ses voisins immédiats. Pour un essaim de combat, l'efficacité de l'attaque est enfin assurée par une répartition et une attribution optimales des cibles à chaque membre de l'essaim, doté d'un autodirecteur bas-coût.



Démonstration grandeur nature des technologies d'essaims développées en volière par l'ISL

Tous les vecteurs amis doivent pouvoir connaître leur position même lorsque les systèmes GNSS sont brouillés ou leurrés. Or, les alternatives sont chères ou à fiabilité limitée. La navigation par signaux d'opportunité, développée par l'ISL, exploite les signaux émis par les nombreuses constellations de satellites en orbite basse, recueillis par des antennes-patch bas-coût qu'il conçoit. Avec les seules éphémérides publiques, la précision en temps réel est déjà suffisante pour des applications navales ou bien pour amener un projectile dans la fenêtre d'acquisition de son autodirecteur.

Avec ou sans IA : exemples de solutions frugales

L'IA devient omniprésente dans les discours. Mais pour protéger des données souveraines, le MINARM a prévu que les industriels ne peuvent venir tester leurs algorithmes d'IA que sur une plateforme sécurisée. C'est excessivement lourd. Pour ses propres développements IA, par exemple d'autodirecteurs par image, où le capteur est bas-coût et où la détection-reconnaissance-identification de la cible bénéficie d'une IA embarquée, l'ISL développe une base de données avec une méthodologie standardisée pour l'acquisition de cibles (y compris à partir de modèles réduits : les soldats n'utilisaient-ils pas autrefois des cartes de silhouettes de véhicules ?) et pour leur annotation automatique. Des IA génératives contrôlées assurent l'augmentation des données et leur adaptation au concept d'emploi, notamment en insérant ces cibles dans leur environnement. Ces bases de données servent à l'apprentissage de l'IA. A bord, on n'embarque que le modèle entraîné spécifiquement pour la mission, compatible avec des calculateurs bas-coût.

Le taux de succès des drones kamikaze FPV (Munition à Pilotage Immersif en français) est trop dépendant de l'expérience et de la dextérité du pilote : l'ISL a mis au point une aide au pointage, avec ou sans IA, qui améliore grandement l'efficacité, quel que soit le niveau du télépilote. La chevrotine des fusils à pompe utilisés en dernier recours contre les drones est-elle d'efficacité limitée en raison de sa dispersion rapide ? L'ISL développe des cartouches de fléchettes à l'aérodynamique maîtrisée. La charge cognitive des pilotes de robots doit-elle être réduite ? Un mode « push-me » est introduit où le robot - en avant du pilote - interprète son attitude. La télécommande est complètement intégrée au fusil d'assaut. L'ISL adapte une commande vocale, jusqu'à des ordres d'effet ("sécuriser ce flanc").

Un « ISL de combat » en pointe sur la robotisation aéroterrestre

L'ISL traite ainsi de nombreux sujets autour de la robotique aéroterrestre, combinant recherche de base et trouvailles co-développées avec les opérationnels, dont certains sont insérés à l'Institut. La colocalisation de toutes les disciplines scientifiques encourage les synergies et la réactivité. Les 40 doctorants de l'ISL sont autant de traits d'union privilégiés avec la recherche académique, qui vient enrichir les travaux de l'ISL. La recherche fondamentale et l'astuce technique, informée par l'expérience opérationnelle, se complètent.

L'Ukraine a agi comme un électrochoc, rappelant l'exigence de masse et de rusticité. Mais pour que le robot devienne demain un partenaire de combat, il lui faudra marier l'ingéniosité du front avec des innovations de pointe, assurant un ascendant technologique abordable sur l'adversaire. Les innovations ISL ont vocation à être transférées aux industriels. En matière de robotique aéroterrestre, ils sont de plus en plus nombreux à solliciter l'ISL.



Christian de Villemagne, *IGA*

Il a eu de nombreuses responsabilités opérationnelles à la DGA avec une dominante : la coopération européenne. Il a également été Conseiller Armement à la Représentation permanente de la France auprès de l'Union Européenne. Il est actuellement Directeur français de l'institut franco-allemand de recherches de défense de Saint-Louis (ISL). L'ISL développe de nombreuses innovations pour les Forces Terrestres et les Forces Spéciales, qui sont ensuite transférées aux industriels.



Drone terrestre inspectant l'état des clôtures (crédit photo : Running Brains)

SÉCURITÉ PÉRIMÉTRIQUE DES AÉROPORTS

LA SURVEILLANCE AUTOMATISÉE AVEC PANDRONE.AI

Par Serge Chaumette, *université de Bordeaux,* **et Pierre Dejean,** *aéroport de Bordeaux*

Face à l'évolution des menaces, au renforcement continu des exigences de sûreté et de sécurité, et à des contraintes budgétaires de plus en plus fortes, les aéroports doivent repenser la surveillance de leurs emprises. Le projet PANDRONE.AI entend répondre à ce défi en combinant capteurs intelligents, robots terrestres, drones aériens et supervision augmentée au sein d'un système coordonné. Son objectif : améliorer la détection, fiabiliser la levée de doute et réduire la charge des opérateurs, tout en maintenant l'humain au cœur de la décision. Pandrone.AI (ANR-23-DMRO-0009) est financé dans le cadre du Défi Transfert Robotique du plan France 2030.

Etat des lieux

La sécurité des aéroports repose aujourd'hui essentiellement sur deux piliers. Le premier, technique, est constitué de dispositifs de surveillance tels que les caméras et les capteurs d'effraction. Le second, central, est l'humain. D'abord par des patrouilles qui réalisent des rondes régulières et des contrôles opportunistes. Ensuite dans les postes de supervision, centres névralgiques où les informations captées sont remontées et analysées en permanence. On le comprend aisément, ce dispositif présente des limites, liées à la fois aux matériels de captation et au fait qu'aucun système humain n'est infaillible mais aussi aux nombreuses fausses alertes.

Pandrone.ai

Le projet Pandrone.ai s'est fixé une double ambition : accroître la qualité de la surveillance et diminuer la charge des opérateurs dans les postes de supervision, en ne portant à leur connaissance que les alertes avérées ou, à tout le moins, en réduisant fortement les faux positifs. A cette fin, le système en cours de conception et de mise en œuvre s'articule autour de matériels innovants et de la prise en compte poussée des facteurs humains. En termes de matériels, il repose sur une combinaison de capteurs, de robots terrestres, de drones aériens et de drones de surface (bateaux *dronisés*), ainsi que sur une architecture réseau sécurisée. Une orchestration dynamique de ces sous-systèmes est assurée par un dispositif qui a connaissance de l'état de l'ensemble

du système à tout moment et qui en assure l'organisation en s'appuyant sur des techniques d'intelligence artificielle. Pour les opérateurs, il s'agit de traiter, filtrer et synthétiser les données collectées afin d'accroître la qualité de l'information et de faciliter la tenue de situation.

Ces composants matériels et logiciels du système global s'appuient sur des innovations apportées par l'ensemble des partenaires du consortium créé pour mener à bien le projet Pandrone.ai. Il s'agit de start-up, de PME et de laboratoires académiques qui disposent de briques technologiques innovantes. Les partenaires font croître le niveau de TRL de ces briques afin de permettre leur intégration dans le dispositif global. Il est bon de rappeler ici que les composants existant aujourd'hui sur étagère ne sont pas adaptés à la complexité du contexte. En effet, le système doit être complet, robuste, résilient et sécurisé. Complet dans sa couverture de la situation, il doit fonctionner par exemple quelle que soit la topologie du terrain, c'est-à-dire ne pas laisser de zone non surveillée. Robuste, il doit fonctionner quelle que soit la météo (pluie, brouillard, neige, etc.), de jour comme de nuit. Résilient, la défaillance de tout ou partie de ses composants ne doit pas mettre en pause la surveillance. Sécurisé, c'est-à-dire qu'il doit d'une part être résistant à d'éventuelles attaques (physiques et cyber) mais aussi ne pas mettre en péril les équipements aéroportuaires (ni bien sûr les appareils et le trafic aérien).

L'intégration des divers composants se fait via un bus logiciel, épine dorsale du système sur laquelle ils viennent se greffer pour déposer de l'information, en recevoir, recevoir ou émettre des directives à destination des autres composants. Le système est donc totalement modulaire. Les interconnexions sont sécurisées par des mécanismes d'authentification mutuelle et, lorsque cela est pertinent, les échanges sont aussi chiffrés. Néanmoins, le système reste ouvert à l'arrivée de nouveaux composants qui pourraient apparaître ultérieurement ou être déjà présents au sein des aéroports utilisateurs.

Un scénario typique

Un scénario typique est le suivant : un capteur de vibration signale un événement sur une clôture. Son intelligence embarquée, déployée en edge, analyse alors l'information. Si l'événement peut être classifié comme non sensible, les choses en restent là. Dans le cas contraire, l'information est remontée et l'IA de supervision décide d'envoyer un robot terrestre sur place, si le terrain le permet. Elle peut aussi décider d'envoyer un drone ou un essaim de drones selon les circonstances, voire de combiner ou d'enchaîner les missions de ces différents moyens. Après ces tentatives de levée de doute, il est décidé de remonter ou non l'information vers le système de tenue de situation, où elle sera finalement traitée par un humain, qui reste donc au cœur du système.

Comment Pandrone.ai se déploie sur le terrain

Après une première phase de tests en laboratoire, Pandrone.ai entrera dans une phase d'expérimentation progressive sur le terrain. Les premiers essais seront menés sur les zones de test de CESA Drones, membre du consortium, afin de valider les briques technologiques dans un environnement représentatif.

Le dispositif sera ensuite déployé sur l'aéroport de Bordeaux-Mérignac, premier site d'application en conditions réelles, avant d'être étendu à trois autres aéroports partenaires (Nice, Lyon et Bâle-Mulhouse). Cette montée en puissance progressive doit permettre d'évaluer la solution dans des contextes opérationnels variés et d'en mesurer la robustesse, l'efficacité et la capacité d'adaptation.

Gains attendus et points de vigilance

Les gains attendus s'expriment en termes quantitatifs et qualitatifs. Sur le plan quantitatif, l'automatisation permettra d'accroître le nombre de



Drone aérien en mission sur l'aéroport de Bordeaux. Une première expérimentation a porté sur la détection de stationnements sauvages sur la route d'accès à l'aéroport. (crédit photo : Azur Drones)

Comment France 2030 contribue à la sécurité nationale

Par Benoît de Laitre

Découpé selon des verticales technologiques, le plan d'investissements d'avenir France 2030 est orienté par une gouvernance interministérielle en mesure de définir les champs d'applications prioritaires de ces technologies de rupture. Le SGDSN y porte ainsi les besoins en matière de résilience et de sécurité nationale

Le bon tempo

Ma prise de poste, début 2023, a correspondu au démarrage de la stratégie « robotique » de France 2030 et à la définition des premiers appels à projets, avec un budget pluriannuel total de l'ordre de 500M€. Cet alignement a permis une prise en compte des enjeux de la robotique dans le vaste domaine de la sécurité et des contraintes inhérentes – qui recoupent largement celles de la défense – comme l'intervention dans des milieux non-structurés et complexes (exiguïté, obstacles, etc.) et dans des conditions potentiellement difficiles (jour/nuit, fumées, environnements indoor rendant ardues la localisation comme la communication, etc.)

Les technologies utiles aux robots et drones tous milieux ont ainsi pu figurer parmi celles mises en avant dans l'ensemble des appels à projets en matière de robotique, et la sécurité figure parmi les domaines applicatifs prioritaires.

Soutenir une innovation appliquée et de rupture

Parmi les appels à projets, le « Défi transfert robotique » partait d'un double constat : une recherche française d'excellence en robotique, tant dans les laboratoires publics que dans des start-ups, mais qui peine à dépasser les TRL 4-5, et des utilisateurs finaux confrontés à des problématiques auxquelles la robotique semble pouvoir répondre, mais ne trouvant pas de solution sur le marché.

Etant au contact de la Mission interministérielle de sûreté aérienne, j'ai vite identifié un cas d'usage autour de la sécurité périmétrique des aéroports, et diffusé au GT sécurité de l'Union des aéroports de France cette opportunité de financement, qui a suscité l'intérêt de plusieurs aéroports désormais réunis dans le projet Pandrone.ai autour de l'aéroport de Bordeaux-Mérignac, qui a pu mettre à profit des liens préexistants avec l'écosystème de recherche et d'innovation local pour monter un projet dans un délai très bref.

Parmi les projets sélectionnés, Pandrone.ai est cité en exemple pour sa coordination efficace d'un large consortium et la qualité de la coopération entre acteurs académiques et privés. A l'issue de la première phase du défi transfert, début 2027, les projets les plus prometteurs bénéficieront d'un second financement pour poursuivre leur montée en TRL : à Pandrone.ai de faire ses preuves et de convaincre les experts de l'Agence nationale de la recherche et de BPI France, mais le SGDSN soutiendra sans nul doute le projet !

rondes. Sur le plan qualitatif, l'impact se fera sentir à la fois sur le terrain et dans le poste de supervision. Sur le terrain tout d'abord, des zones peu ou pas surveillées jusque-là le seront dorénavant. Il s'agit de zones inaccessibles par les patrouilles du fait de la nature du terrain ou trop éloignées du cœur névralgique de l'aéroport. Dans le poste de surveillance ensuite, le filtrage des alertes réalisé par le système contribuera à améliorer la tenue de situation en déchargeant autant que faire se peut l'opérateur de la gestion des fausses alertes.

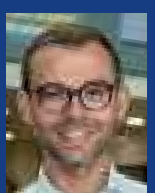
Un enjeu majeur est celui de la réglementation. Il est travaillé dans le projet au travers :

- d'un comité d'utilisateurs, qui réunit les responsables « sûreté » des aéroports de Bordeaux, Lyon, Nice et Bâle-Mulhouse.
- et d'un *advisory board* intégrant l'ensemble des autorités en charge de ces problématiques et de la délivrance des autorisations qui seront nécessaires au déploiement effectif.



Serge Chaumette, *Professeur, Université de Bordeaux / LaBRI*

Serge Chaumette est ingénieur en réseaux et systèmes, docteur en Informatique, professeur à l'Université de Bordeaux et chercheur au LaBRI. Il co-dirige le groupe « Systèmes téléopérés » du GIS Albatros (Université de Bordeaux – Thales) et participe au comité stratégique « Drones et Nouveaux Usages » du Pôle de Compétitivité Mondial Aerospace Valley.

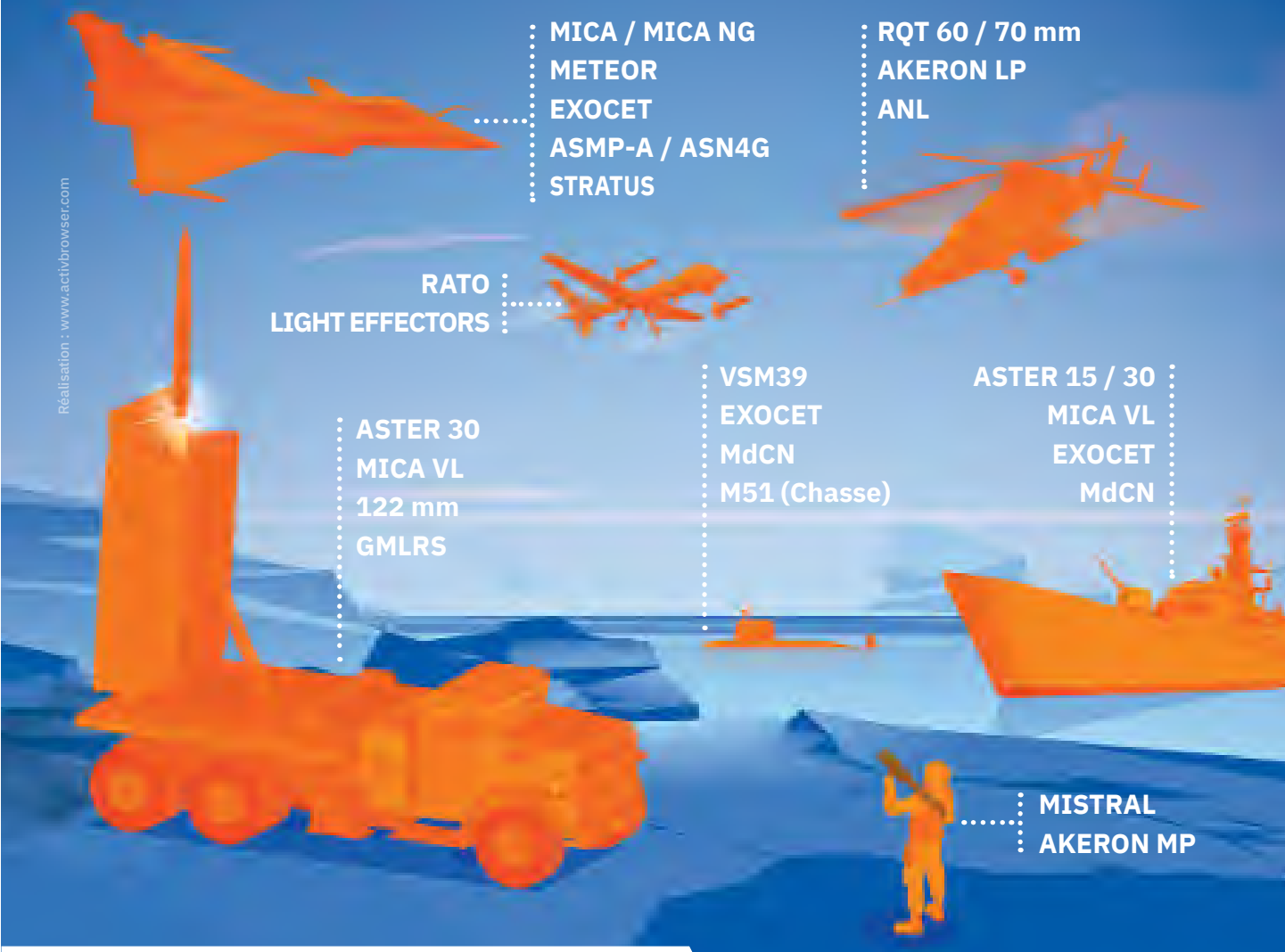


Pierre Dejean, *Responsable innovation*

Pierre Dejean est responsable innovation à l'aéroport de Bordeaux. Il accompagne les équipes métiers dans l'expression et la mise en œuvre de leurs besoins d'innovation, et pilote chaque année plusieurs expérimentations au service de la transformation et de la performance de la plateforme.

Roxel

MOTEUR DE NOTRE SOUVERAINETÉ



Réalisation : www.activbrowser.com

Roxel, un partenaire majeur pour les plus grands maîtres d'œuvre et la DGA

Forte de son expertise et de son expérience de plusieurs siècles, Roxel maîtrise l'ensemble des savoir-faire relatifs à la propulsion tactique sur la globalité du cycle de vie des produits. De la spécification au soutien en service, elle s'inscrit dans une démarche d'innovation agile, en développant des solutions modulaires et incrémentales adaptables à l'évolution des besoins des forces armées.

Roxel, une équipe d'experts passionnés au service de nos forces armées

Nos 1100 collaborateurs sont fiers de contribuer à l'excellence opérationnelle de nos forces armées et au succès de l'industrie de défense française. Ils apportent les technologies les plus innovantes au service de la performance, de la fiabilité et de la sécurité.

Roxel

www.roxelgroup.com

EUROSATORY
PROTECT YOUR FUTURE

Nos équipes seront heureuses de vous accueillir sur le stand Roxel.

HALL 6 - F26 | Parc des Expositions de Paris, Villepinte

LUTTE ANTI-DRONE CHEZ ORANGE

INTERVIEW CROISÉE DE PATRICK GUYONNEAU, IGA, DIRECTEUR DE LA SÉCURITÉ DU GROUPE ORANGE ET NASSIMA AUVRAY, ICA, DIRECTRICE DÉFENSE ET SÉCURITÉ ORANGE BUSINESS, ICA

La CAIA : Orange vient de lancer une initiative de détection de drones. Dans quel cadre ?
Patrick Guyonneau :
La prolifération des drones civils touche aussi de nombreux sites en France. On l'a vu avec les survols de centrales nucléaires dès 2014, ou plus récemment lors des Jeux olympiques de Paris en 2024. Ce n'est donc plus uniquement un sujet de défense, mais bien une question de sécurité au sens large.

Pour un acteur comme Orange, opérateur d'infrastructure critique, la question se pose très concrètement. Nous exploitons des infrastructures sensibles, largement déployées sur l'ensemble de nos géographies.

Dans ce contexte, s'intéresser à la détection de drones s'inscrit dans une logique de protection, mais aussi dans une continuité de compétences : maîtrise des réseaux, traitement de données en temps réel, couverture territoriale. Ce n'est finalement pas un changement de métier, mais une extension naturelle de nos capacités.

La CAIA : Quel a été le fait générateur de cette initiative ? Une demande client, une stratégie interne, ou ton parcours issu de la défense ?
Nassima Auvray :
C'est la convergence de plusieurs facteurs. Il y a d'abord une prise de conscience progressive, partagée par de nombreux acteurs publics et privés, de la réalité de la menace drone. Beaucoup de clients constatent une multiplication des vols de drones aux abords de leurs installations (sites de production, usines…) mais sont dans





l'incapacité de dire s'il s'agit d'une réelle menace. La détection reste donc le premier maillon incontournable de lutte anti-drone (LAD). Mais, encore faut-il avoir la capacité de disposer de systèmes déployables sur l'ensemble du territoire national : c'est un des premiers différenciants d'Orange, par son réseau d'infrastructures très dense.

Le lancement de l'offre d'Orange Drone 360 est une des premières concrétisations de la stratégie portée par la Direction Défense et Sécurité que je pilote : combiner des infrastructures numériques et des expertises du groupe Orange afin d'apporter des solutions souveraines dans le domaine de la sécurité intérieure et de la défense.

Nous disposons d'un large réseau de « points hauts », dont Orange a conservé la propriété, contrairement à d'autres opérateurs ; soit près de 20000 antennes et de très nombreux pylônes, répartis sur toute la France. Chaque point haut est alimenté en énergie secourue et relié au réseau. Cela en fait un support naturel pour déployer des capacités de détection et contribuer au maillage du territoire. S'ajoutent à cela le 5G sensing consistant à utiliser le réseau mobile 4G/5G comme un réseau de capteurs passifs distribués. Nous sommes actuellement en phase de développement.

Enfin, il y a une dimension liée à mon parcours et à sa diversité. Le fait de naviguer dans le secteur public et dans le secteur privé est un véritable atout. Mon passage à la DGA m'a permis de construire un socle technique solide sur des technologies de pointe et de maîtriser des systèmes complexes. Le monde de l'industrie est avant tout drivé par la rentabilité. Il faut donc constamment trouver le meilleur compromis sur le fameux triptyque coûts-délais-performance.

La CAIA : Concrètement, que peut-on faire avec des antennes ? Les drones sont de plus en plus discrets…
Patrick :
C'est justement là que la complémentarité des approches prend tout son sens.

Les drones, même discrets, émettent ou reçoivent des signaux : liaisons de commande, flux de données, interactions avec des systèmes de navigation. Un réseau d'antennes permet de capter et d'analyser ces signaux à grande échelle.

L'intérêt réside dans la densité du maillage territorial et dans la capacité à traiter les données en temps réel. En croisant les informations issues de plusieurs points du réseau, avec différentes technologies — acoustiques, optroniques ou radiofréquence — il devient possible de détecter, localiser, trajectographier et qualifier une activité suspecte.

Cela ne remplace pas les autres types de capteurs, mais vient les compléter. On est typiquement dans une logique de fusion multi-capteurs, où les technologies issues du monde civil apportent une valeur ajoutée décisive en termes de couverture et de rapidité de déploiement.

La CAIA : Qui sont vos clients et quelle est votre approche avec eux ?
Nassima :
Nos interlocuteurs sont à la fois des acteurs publics et des opérateurs d'infrastructures critiques : défense, énergie, transport, collectivités, grands événements.

L'approche que nous privilégions est très pragmatique. Plutôt que de proposer immédiatement des solutions figées, complexes et déployables dans plusieurs années, nous travaillons en mode "test & learn". C'est l'état d'esprit que j'ai souhaité insuffler au sein de mes équipes, avec nos partenaires et avec nos clients.

Nous sommes allés extrêmement vite en démarrant par des expérimentations sur 3 sites, en associant des utilisateurs. Plutôt que de s'appuyer sur un cahier des charges, nous sommes partis d'un besoin opérationnel basé sur l'effet recherché et des solutions disponibles sur étagère. Cette première étape expérimentale s'achève et se poursuit par une étape baptisée « early adopters ». Elle consiste à commercialiser un service qui ne couvre pas 100% de toutes des exigences opérationnelles mais qui répond aux principales attentes de nos clients. Tout le monde y trouve son compte avec un objectif commun : disposer d'un service « clef en main », tester les solutions en conditions réelles, affiner l'évaluation de leur performance et les adapter aux besoins spécifiques de chaque client.

Nos principaux différenciants reposent sur la couverture nationale et le caractère innovant de la solution sur un modèle « as a Service ».

Cette approche est particulièrement adaptée à un domaine comme la lutte anti-drone, où la menace évolue rapidement et où les usages ne sont pas encore stabilisés.

La CAIA : Pour cette activité LAD, comment vois-tu les perspectives à moyen terme ?
Nassima :
Bien qu'on en parle depuis des années, la LAD reste un sujet nouveau et nécessite donc beaucoup de pédagogie. Il est arrivé qu'on m'interpelle sur l'intérêt d'une solution de détection de drones s'il n'y a pas de neutralisation.
Dans la majorité des incidents drones, le premier enjeu est de comprendre ce qui se passe, le plus tôt possible, afin d'éviter des décisions inadaptées.

À court terme, l'enjeu est de déployer les systèmes à grande échelle et de démontrer leur efficacité.

À moyen terme, nous allons enrichir la solution en combinant différents capteurs – dont le 5G sensing. La valeur n'est pas dans un capteur, mais dans la combinaison et l'orchestration de divers senseurs. Nous souhaitons développer des partenariats avec d'autres industriels ou PME pour intégrer leurs solutions. Nous n'avons pas vocation à tout développer ; nous nous concentrons sur l'intégration de systèmes (connectivité, cloud, command & control, supervision 24/7).

Plus largement, la lutte anti-drone pourrait devenir un terrain privilégié de coopération entre acteurs publics et privés, précisément parce qu'elle repose sur cette dualité entre infrastructures civiles et enjeux de sécurité.
Il faut concilier innovation, cadre réglementaire et exigences de souveraineté, afin de construire des solutions à la fois efficaces, acceptables et durables.

La CAIA : Patrick, Nassima, comment voyez-vous le développement de la "New Defence" à travers cette expérience en matière de LAD ?

La lutte anti-drone s'impose aujourd'hui comme un révélateur des transformations profondes de la défense contemporaine.

À la croisée des enjeux technologiques, opérationnels et industriels, elle illustre l'émergence d'une "New Defence" fondée sur l'exploitation assumée de la dualité civilo-militaire, l'agilité des cycles d'innovation, l'intégration systémique des capacités et une logique d'adaptation continue face à une menace évolutive.

Au-delà, elle invite à repenser plus largement les équilibres entre innovation civile et besoins de défense, dans un contexte où la capacité d'adaptation devient elle-même un facteur déterminant de supériorité.

Propos recueillis
par Frédéric Tatout

CHAUMONT 2026

L'ARMÉE DE TERRE ORGANISE UN CHALLENGE INTERNATIONAL DE DRONES

Par Sophie, CEN, *Commandement de la Force et des Opérations Terrestres (CFOT)*

Du 19 au 20 mai 2026, sous l'égide du commandement de la force et des opérations terrestres (CFOT), état-major implanté à Lille, un challenge international de drones s'est déroulé sur la plateforme aéronautique de Chaumont.



Décollage pour l'épreuve de frappe sur véhicule mobile avec charge lestée (crédit photo : CFOT)

Ce challenge comprenait deux thématiques. La première reposait sur une compétition militaire, composée de quatre épreuves tactiques et d'un Grand Prix. Lors de cet événement, les équipes engagées ont pu mettre en œuvre leurs compétences de pilotage dans des scénarios exigeants, alliant précision et rapidité, les télé pilotes ont démontré leur maitrise du pilotage en FPV (« First Person View »)

La seconde visait à renforcer les liens entre les forces et les industriels de la défense. C'est donc à travers un village dédié que les compétiteurs ont pu échanger avec les différentes entreprises et découvrir leurs innovations en lien direct avec les drones FPV mais également des simulateurs ou encore des capacités propres au domaine de la lutte anti-drones. Entre démonstrations, essais en

Une dronisation en pleine structuration

La FOT a entamé une démarche ambitieuse pour généraliser l'utilisation des drones FPV. Cette démarche s'articule en trois étapes clés. La première consiste à mettre en place des actions de formation au pilotage FPV. Mêlant apprentissage théorique au sein de l'école des drones de Chaumont et pratique au sein des unités, cette montée en puissance a permis d'augmenter significativement le nombre de télépilotes qualifiés. La deuxième étape concerne l'équipement des régiments en systèmes FPV. L'année 2026 marquera un tournant avec une augmentation notable des dotations en drones.

Enfin, considérant que le drone peut être assimilé à une seconde arme pour le soldat, des centres d'entraînement tactique dédiés aux drones ont été ouverts dès avril 2025. Ces centres, véritables outils d'opérationnalisation, visent à fournir les moyens physiques (drones, terrains, simulateurs) et organisationnels pour former des équipes de drones dans un cadre tactique et rustique, en environnement contesté. L'armée de Terre compte désormais une dizaine de ces centres, chacun spécialisé dans un type d'environnement de combat spécifique (zone urbaine, amphibie, montagne).

L'évolution du drone FPV au sein de l'armée de Terre

Le conflit entre la Russie et l'Ukraine a démontré l'importance des drones sur les champs de bataille et leur emploi incontournable dans les zones de combat. Prenant en compte ce changement de paradigme, l'armée de Terre s'approprie la capacité drone FPV pour faire face aux exigences du combat moderne. L'innovation constitue un pilier essentiel dans ce domaine.Contrairement aux drones stabilisés, le drone FPV se caractérise par une vitesse pouvant atteindre 200km/h. Il offre une manœuvrabilité exceptionnelle, lui permettant de s'incliner dans toutes les directions. Piloté grâce à des lunettes immersives, il « embarque » intégralement le pilote dans sa mission ce qui nécessite une attention de tous les instants.

Deux grandes catégories de drones FPV sont aujourd'hui employées par les unités : 1) les drones FPV dont la taille peut varier de 5 à 10 pouces. Ils permettent de réaliser des missions d'attaque ou de destruction ; 2) les drones appelés « tiny-whoop » disposant d'un carénage d'hélices sont eux dédiés essentiellement à l'apprentissage, à un usage en indoor. Ils peuvent être également utilisés pour de la reconnaissance en milieu confiné.

volière indoor et séances sur simulateur, cet espace a favorisé la mise en valeur du savoir-faire national et a facilité les échanges entre partenaires industriels et unités de l'armée de Terre (adT). Au final, ce sont 48 équipes françaises et alliées qui ont pris part à cette première édition, contribuant à la mutualisation des bonnes pratiques et à l'interopérabilité des systèmes, tout en valorisant les compétences de chaque nation participante. Les militaires français étaient majoritairement issus des brigades de la force opérationnelle terrestre (FOT), démontrant ainsi la massification de l'emploi des drones au sein des unités combattantes. Le volet international était également un objectif prioritaire, atteint grâce à la participation d'équipes venues de 12 pays membres de l'OTAN.



Pilote opérant durant l'épreuve de précision (crédit photo : CFOT)

Cadre d'échange et d'innovation autour des technologies de drones, la première édition du challenge international de drones constitue un symbole de l'effort mené par les forces terrestres dans le domaine de la dronisation. Les résultats ont démontré l'importance d'être doté d'un large panel de compétences en pilotage.

Que ce soit en pilotage de précision, avec une charge lestée ou sous pression de temps, les équipes ont dû batailler ferme pour obtenir les meilleurs résultats sur chaque épreuve ainsi qu'au Grand prix. Une équipe des forces spéciales françaises a ainsi remporté ce challenge, suivi par une équipe du 61e régiment d'artillerie. Une équipe britannique complète également le podium.



Chef d'escadron Sophie,
officier synthèse au Bureau Drones Appui Feux

Officier saint-cyrien, le chef d'escadron Sophie a réalisé une première partie de carrière au 1er régiment d'artillerie. Officier d'artillerie servant en tant qu'observateur avancé, elle a ensuite commandé pendant deux ans une batterie mixte. Mutée à Lille au CFOT, elle travaille dans le domaine de la prévention et maitrise des risques aéronautiques et est chargée de missions dans le domaine des drones.

ROBOTS HUMANOÏDES

PAS SI SIMPLE !

Par Catherine Simon, *France 2030.*

Derrière les démos virales, les valorisations à des milliards de dollars et les promesses de déploiement imminent de la Chine se cachent de sérieux défis techniques, économiques et réglementaires que la robotique humanoïde doit encore surmonter.

Après les avancées de l'IA, puis l'arrivée de l'IA générative, la Physical AI va-t-elle apporter la solution du passage du virtuel au réel ?

Les **systèmes d'IA** contrôlant les robots humanoïdes sont confrontés à un ensemble de défis :

- Les grands modèles de comportement LBM (Large Behavior Model), lier la compréhension du langage aux actions physiques ou développer des *world models* sont certes des approches prometteuses. Mais la Physical AI reste une frontière à conquérir, d'autant que les **données** sur le comportement physique sont difficiles à collecter et à standardiser tant elles sont spécifiques à l'environnement.
- La **fiabilité**, pierre angulaire de l'automatisation industrielle, reste un point faible. Les robots humanoïdes, avec leurs centaines d'articulations et de capteurs, peinent à atteindre les 95 à 99 % de disponibilité des bras robotisés traditionnels.
- Leur **capacité de charge utile**, souvent limitée à une dizaine de kilogrammes, et leur équilibre précaire sur certaines surfaces soulignent les limites actuelles.
- **La durée de vie de la batterie est sans doute le goulot d'étranglement le plus critique**. La marche **bipède** consomme énormément d'énergie pour maintenir l'équilibre, laissant moins de puissance pour les tâches de travail réelles.
- La **manipulation dextre** (c'est à dire adroite) des robots n'est pas encore à la hauteur des performances attendues. La main humaine possède 27 degrés de liberté, des milliers de capteurs tactiles. Elle est contrôlée par l'une des plus grandes régions du cortex moteur. Le passage du virtuel au réel se heurte à des objets déformables et à de nouvelles géométries. L'ajustement de la stratégie de préhension à la volée en fonction du retour sensoriel demande l'intégration de capteurs multimodaux, fusionnant les données visuelles, de profondeur, de force et tactiles dans une « conscience situationnelle » cohérente.



Robot evoBOT de Fraunhofer, basé sur le principe du pendule inversé sans contrepoids externe, ciblant en particulier la logistique. (crédits photos © Fraunhofer IML - Sebastian Beierle)

Sur un plan purement technologique, la robotique humanoïde demande donc encore une recherche plus approfondie sur les architectures matérielles-logicielles intégrées, la simulation haute-fidélité et les mécanismes d'apprentissage adaptatif.



Le robot **ARU de Nio Robotics,** combinant pattes et roues, est testé pour des installations de soudage avec EDF Hydro et Naval Group.

L'économie des robots humanoïdes est encore largement théorique. Si les prix des robots chutent – Tesla vise les 20 000 à 30 000 dollars pour Optimus, Unitree propose le G1 à 16 000 dollars –, le coût total de possession, incluant maintenance, infrastructure et supervision humaine, reste mal évalué. La question de la pertinence même des humanoïdes se pose : face à des robots spécialisés, souvent plus fiables et rentables, leur utilité à grande échelle n'est pas encore démontrée, malgré des pénuries de main-d'œuvre réelles dans la logistique, l'industrie ou l'assistance à la personne. L'humanoïde polyvalent, séduisant en théorie, doit encore prouver sa supériorité sur des solutions dédiées, plus matures

et éprouvées. Imiter l'humain à tout prix n'est pas forcément pertinent : l'énergie necessaire à la marche bipède a ainsi conduit des acteurs comme Sanctuary AI à opter pour des bases roulantes, privilégiant l'efficacité énergétique et la stabilité.

La maturité et la chaîne d'approvisionnement des composants est la contrainte la plus sous-estimée. Quand bien même le marché s'avèrerait être de plusieurs millions d'unités, la pile matérielle de base d'un humanoïde comporte des risques aigus de goulots d'étranglement : les actionneurs (40 à 60% du coût unitaire) et les capteurs (10 à 20%), suivis des plateformes de calcul et de contrôle (10 à 15%) et des composants mécatroniques (5 à 10%), sont les composants à haute valeur ajoutée, principaux différenciateurs de performance, mais qui dépendent d'écosystèmes fournisseurs peu développés. Certains composants (moteurs, électronique de puissance, aimants, roulements de précision) **chevauchent la chaîne de valeur des véhicules électriques,** bénéficiant de leur maturité.

Pour autant, la production des réducteurs compacts à haute densité de couple exige une forte intensité de capital, des outils dédiés, une infrastructure de métrologie et de longs cycles de qualification. Les constructeurs humanoïdes recherchent des charges utiles plus élevées et des profils de mouvement plus dynamiques en s'orientant vers des architectures d'actionnement hybrides rotatives et linéaires, aussi la demande de vis à rouleaux de qualité robotique pourrait dépasser la capacité d'évolution des fournisseurs existants. Les actionneurs à couple élevé dépendent d'aimants permanents aux terres rares, en particulier le néodyme-fer-bore (NdFeB), pour atteindre la densité de puissance requise, créant une dépendance critique à la Chine qui contrôle près de 70 % de l'exploitation minière mondiale des terres rares et 90 % de la capacité de traitement et de raffinage des aimants.

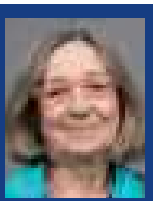
La France en pointe sur certaines briques : logiciels, simulateurs

L'équipe-projet commune WILLOW (Inria, ENS-PSL, CNRS) a développé le logiciel open-source Pinocchio, un ensemble d'algorithmes permettant un contrôle dynamique des robots et mis en œuvre dans nombre des robots humanoïdes à travers le monde. Les travaux se poursuivent dans le consortium Maestro, associant acteurs académiques, start-ups et grands acteurs industriels, pour développer notamment des simulateurs de nouvelle génération pour faciliter l'apprentissage de briques d'IA intégrées dans des robots, ou encore des algorithmes de détection de collision à la complexité drastiquement réduite, qui pourront tourner sur des architectures matérielles beaucoup plus frugales et abordables.

Les enjeux de **cybersécurité** sont d'autant plus importants que les failles de sécurité peuvent affecter la sécurité physique et la continuité opérationnelle. Les systèmes d'IA physique et les flottes connectées créent de nouvelles surfaces d'attaque, avec des vulnérabilités pouvant conduire à des accès non autorisés, des violations de données ou même un contrôle malveillant des robots. Les progrès exponentiels constatés exigent le développement de mécanismes complets d'évaluation des risques et de conformité, de revoir régulièrement les normes de sécurité, d'affiner les procédures d'urgence et d'ajuster les directives de coworking à mesure que la technologie évolue.

Pour que les robots humanoïdes se déploient en masse, il s'agit in fine de bâtir la confiance. Leur sensibilité aux conditions environnementales, la dégradation des batteries et les pannes logicielles imprévisibles posent encore des défis majeurs. Des indicateurs d'état clairs, des mouvements prévisibles, des limites de sécurité fiables et des interfaces de communication simples – typiquement, en langage naturel, accessibles à des non-roboticiens – sont essentiels. La chaîne de valeur est à développer en tenant compte des vulnérabilités et limites en matière de composants et matériaux critiques. Le déploiement réel et à l'échelle de la robotique humanoïde exigera des cadres et normes de sécurité qui restent entièrement à définir.

Des voies alternatives, en direction d'une robotique modulaire, multifonctionnelle, pragmatique, centrée sur les fonctionnalités, la fiabilité et la performance plutôt que sur le facteur de forme, sont à explorer et ont toute leur pertinence, quel que soit l'engouement suscité par quelques démonstrations spectaculaires…



Catherine Simon, *Conseillère en Numérique industriel au Secrétariat Général Pour l'Investissement*

Catherine Simon, engagée dans la robotique mondiale depuis plus de 20 ans, a dirigé Robopolis, assuré le secrétariat général de Syrobo et fondé INNOROBO. Ambassadrice French Tech, co-autrice d'un rapport parlementaire sur la robotique et de l'ouvrage « Des robots pour la paix », elle cumule 30 ans d'expérience en management exécutif dans l'entrepreneuriat et l'innovation. Conseillère en numérique industriel au SGPI (secrétariat général pour l'investissement), elle défend une robotique respectueuse du vivant et de la planète.

PREMIER PLAN D'ACTION DE L'UE

DES STRATEGIES ET DES OUTILS MULTIPLES EN VUE D'UN PASSAGE A L'ECHELLE OPERATIONNELLE

Par Julien Jamaux, *ICA*

La menace drone n'est plus une hypothèse de travail pour planificateurs : elle est quotidienne, polymorphe, et délibérément conçue pour exploiter les angles morts juridiques et capacitaires de l'Europe. Face à cette réalité, la Commission européenne a présenté en février 2026 un plan d'action structuré autour de quatre axes - préparation, détection, réaction, défense - et les premiers projets d'acquisition commune sous European Defence Industry Programme (EDIP) sont en cours de soumission. Après un milliard d'euros injecté dans la R&D depuis 2020, ces nouvelles initiatives marqueront-elles enfin le passage à l'échelle opérationnelle ?



Calibrage de détecteurs de drones au Centre aérospatial allemand (DLR), lors d'une présentation du programme "Custodian" à Cochstedt, en Allemagne, le 8 octobre 2025 © JENS SCHLUETER

Pourquoi maintenant ?

Le *Plan d'action relatif à la sûreté des drones* et des systèmes antidrones adopté le 11 février 2026 répond directement aux appels du Conseil européen d'octobre 2025 et du Parlement européen, qui réclamaient une approche unie face aux violations répétées de l'espace aérien et des infrastructures critiques d'États membres. Il actualise et remplace la communication de 2023, dont le champ était trop étroit et l'ambition trop civile.

Le déclencheur politique est clair : le cadre réglementaire UAS (Unmanned Aircraft System) en vigueur depuis 2019 n'était pas conçu pour gérer une menace hybride. Deux millions d'opérateurs enregistrés dans l'UE fin 2024, mais une capacité de suivi réelle lacunaire, et des drones de moins de 250 grammes - masse critique des engins de contrebande et de reconnaissance - largement hors de portée administrative.

Le plan s'articule autour de quatre axes :

1. Préparer : extension des obligations d'enregistrement à tous les drones de plus de 100 grammes, cartographie civilo-militaire des capacités industrielles, label "EU Trusted Drone" pour conditionner l'accès au marché à des critères de sécurité vérifiés par un tiers indépendant.
2. Détecter : stratégie multicapteurs (radars, acoustique, infrarouge, LiDAR) pilotée par un C2 fondé sur l'IA, et utilisation des réseaux 5G comme infrastructure de détection passive via la technologie Integrated Sensing Integration (ISAC), capable de transformer des antennes 5G en radars logiciels détectant tout objet volant, y compris les ballons.
3. Réagir : initiative volontaire de déploiement antidrone pour les infrastructures critiques, équipes de réaction rapide, exercices annuels, et étude de faisabilité pour un cadre réglementaire harmonisé, car la fragmentation juridique actuelle empêche une réponse cohérente.
4. Renforcer : le plan sort explicitement du giron civil en mobilisant l'EDIP, les Projets Européens d'Intérêt Commun (EDPCI), le Fonds Européen de Défense (FED), le plan d'action européen de sécurité (SAFE), et en lançant l'Alliance UE-Ukraine pour les drones.

Un milliard de R&D, mais quel déploiement ?

Le plan ne part pas de zéro. Le FED, doté de 7,3 milliards d'euros pour 2021-2027, a progressivement construit un portefeuille substantiel. Depuis l'European Defence Industrial Development Programme (EDIDP) 2020 et le projet JEY-CUAS (Joint European sYstem for Countering Unmanned Aerial Systems) - consortium de 40 entités de 14 pays aboutissant à une démonstration finale en avril 2024 - jusqu'à son successeur E-CUAS (European Counter Unmanned Aerial Systems) (71 millions d'euros, FED 2023), la filiation est lisible. Les éditions 2024 et 2025 incluent de nombreux projets novateurs tels que Small UAS, VANTAGE, SKYRAPTOR, SPECTRE, AEGISNET, AETHER, STRATUS – qui viendront directement soutenir les quatre initiatives de préparation de

la défense, dont la Drone Defence Initiative. Avec environ un milliard d'euros consacré à la R&D drone depuis le lancement du FED, la montée en puissance est réelle - mais elle reste concentrée sur la recherche et le développement. Le passage à la production de masse est précisément ce que les nouvelles initiatives cherchent à accélérer.

Le Projet Européen d'Intérêt Commun DECODER : l'acquisition commune comme test

Le plan d'action s'insère dans un écosystème institutionnel plus large. Sous le domaine capacitaire prioritaire drones et systèmes antidrones de la Defence Readiness Roadmap 2030, quatre nations co-chefs de file - Croatie, Lettonie, Pays-Bas et Espagne - ont soumis l'EDPCI DECODER (DronE and Counter Drone European Resolve). La coalition réunit déjà une vingtaine de participants, dont l'Allemagne, la France, l'Italie, la Pologne, ainsi que la Norvège et l'Ukraine. DECODER repose sur deux volets : un programme d'acquisition conjointe de systèmes interopérables sur étagère et un réseau européen de pôles technologiques drones pour l'innovation et la validation continues. Objectif : capacité opérationnelle initiale en 2030.



"We have seen that anything can be used as a weapon against us. Drone and anti-drone capabilities are central components in defending Europe and securing critical infrastructure. Today, we are taking a major step toward enhancing security and developing these capabilities together with our member states. In the current geopolitical context, Europe must cultivate home-grown solutions to enhance its collective security. We have the talents, the technologies and the industrial strength to protect our assets."

Henna Virkkunen, Executive Vice-President for Tech Sovereignty, Security and Democracy

Conclusion : des outils à saisir

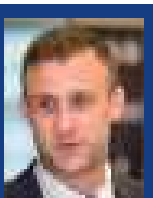
Le tableau d'ensemble révèle une réalité que le plan d'action ne résout pas entièrement : La thématique drone est couverte par plusieurs DG de la Commission, chacune avec ses instruments et sa logique propres. DG DEFIS pour le FED, l'EDIP et les EDPCI. DG HOME pour la sécurité intérieure et les frontières. DG CONNECT pour la 5G et l'harmonisation du spectre. DG GROW et DG MOVE pour la réglementation civile et le U-space. Sans oublier l'Agence de l'Union européenne pour la sécurité aérienne (AESA), l'Agence Européenne de défense (AED), Frontex et l'Agence de l'Union européenne pour le programme spatial (EUSPA). Cette architecture mobilise des masses financières considérables depuis des angles différents, c'est sa force. C'est aussi son risque : des stratégies fragmentées, des fenêtres de financement non synchronisées, un manque de lisibilité pour les industriels qui doivent naviguer entre des logiques d'appels à projets parfois divergentes.

La Commission a fait sa part : elle pose sur la table un ensemble cohérent d'outils réglementaires, industriels et financiers. Le plan d'action de février n'est pas une solution clé en main, c'est une boîte à outils mise à disposition des États membres. La vraie mesure de son succès se lira dans leur capacité à s'en saisir : adopter le paquet réglementaire drone attendu pour T3 2026, déployer les capacités de détection via la technologie ISAC, et concrétiser les premières acquisitions communes sous l'EDPCI DECODER. L'Europe a les instruments. Il lui reste à démontrer qu'elle a la volonté de les utiliser ensemble.



"With the launch of this Action Plan, we are turning the concept of a 'Drone Wall' from a political vision into an industrial reality. To achieve true defence readiness, Europe must be able to protect its borders and critical sites with a sophisticated, multi-layered shield that can detect and neutralise any threat in real-time. Commission is developing a range of tools to the industry and Member States to develop and acquire drone and anti-drone defence capabilities in Europe. This includes the Eastern Flank Watch initiative and European Drone Defence Initiative. By bridging the gap between innovative civilian technology and military requirements, we are ensuring that our defence industry can produce these essential systems at the scale and speed required to keep Europe secure and technologically sovereign."

Andrius Kubilius, Commissioner for Defence and Space



Julien Jamaux, *ICA*

Julien Jamaux, IPA, Expert national détaché à la DG DEFIS
- Architecte sur programme spatiaux
- Adjoint de bureau au MinArm
- Officier de Programme sur le programme spatial de l'union européenne (DG DEFIS)

MASSIFICATION ET AUTONOMIE TACTIQUE

LE SL 450 NG, UN DRONE LOW COST FABRIQUÉ PAR LES UNITÉS COMBATTANTES

Par Clément Bertin, *COL au 17e régiment d'artillerie*

La guerre en Ukraine a confirmé une tendance lourde : la conflictualité contemporaine est marquée par une logique de saturation capacitaire, privilégiant le volume sur la performance unitaire. L'utilisation massive et croissante chez les ukrainiens et les russes de drones, jusqu'à 10 000 par camp et par jour, en est l'illustration frappante. Dans ce contexte, le développement du drone SL 450 NG par le 17e RA constitue le révélateur d'une transformation profonde.

Le SL 450 NG : une bascule capacitaire vers la guerre low cost

Le SL 450 NG, imaginé, conçu et produit au sein du 17e Régiment d'Artillerie, s'inscrit dans une rupture doctrinale majeure : une dissociation croissante entre performance unitaire et efficacité opérationnelle croissante. 450 euros pour 800 grammes, ce drone ne vise pas l'excellence technologique. En témoigne son architecture volontairement simplifiée (châssis imprimé à cinq euros en 3D en PLA (acide polylactique), composants standards, intégration rapide. Au contraire, il incarne une logique de « super *low cost* » (SL) assumée, visant à réduire drastiquement le coût marginal de production.



Drone SL450

Si l'intérêt du SL 450 NG ne réside pas dans ses performances intrinsèques en ce qu'il est un drone cible utilisé à l'entrainement et donc ayant vocation à être détruit, il n'en conserve pas moins les caractéristiques d'une menace réaliste apte à atteindre une vitesse de 130-140 km/h avec une autonomie d'environ 15 minutes. Son véritable intérêt réside dans ce qu'il rend possible : la massification à coût marginal extrêmement faible. La bascule capacitaire est fondamentale : la survivabilité individuelle du vecteur devient secondaire, la densité de drones engagés simultanément devient déterminante et la capacité militaire se mesure désormais à l'aune du volume produit et consommé. Le drone se transforme ainsi en un effecteur de saturation, capable de submerger les défenses adverses et notamment les systèmes sol-air et les capteurs radar.

Enfin, le SL 450 NG a servi de démonstrateur : il a validé la faisabilité d'une production en France de drones à très bas coût, ouvrant la voie à des opérations d'armement au travers du Pacte drones aériens de défense lancé en juin 2024. Ce sont des réflexions au sein de ce Pacte, s'appuyant notamment sur la réussite du concept de drone du 17e RA, qui ont mené à la production de 1000 drones à moins de 1000€ l'unité, faisant naître un drone d'entrainement low-cost, le DELCo. L'ICETA Arnault Maury, l'animateur du Pacte, a affirmé que *« jamais autant de drones n'avaient été produits en aussi peu de temps en France »*, illustrant concrètement le changement d'échelle rendu possible par les enseignements du SL 450 NG.

L'autonomisation des unités : vers une maitrise tactique de la production

Au-delà de la question du coût, l'apport le plus structurant du SL 450 NG réside dans la décentralisation de la fonction industrielle au niveau tactique. Le concept de Fabrique Mobile Autonome (FMA) constitue à cet égard une rupture majeure. Il s'agit d'un atelier conteneurisé, projetable et mobile, capable d'être remorqué par un véhicule comme le VT4 et donc d'être déployé au plus près des unités combattantes. Doté d'une dizaine d'imprimantes 3D et alimenté par un groupe électrogène autonome (19 heures), il permet une production d'environ 60 drones par jour. La FMA peut être qualifiée de « micro-usine projetée », intégrée au niveau tactique dans la mesure où elle permet la production de drones FPV (*First Person View*) sur le théâtre d'opération et une réparation immédiate des drones endommagés.



Production de SL450 via la FMA-3D conçue par la société PER SE SYSTEMS

Pour la première fois, les forces terrestres s'approprient l'ensemble de la chaine de valeur par la fabrication des structures grâce à l'impression 3D, l'assemblage manuel des composants (motorisation, capteurs, modules de communication) et l'intégration logicielle via le paramétrage des cartes de vol. Le temps de production d'un drone ? 3 heures. L'unité combattante devient donc une unité de production industrielle, capable de générer ses propres effecteurs en fonction de ses besoins immédiats, réduisant ainsi les délais logistiques et renforçant la résilience opérationnelle face à l'attrition.

Souveraineté technologique : entre dépendance critique et recomposition industrielle

Si le SL 450 NG ouvre des perspectives inédites en matière de massification et d'autonomie tactique, il met en lumière une fragilité structurelle majeure : la dépendance aux composants étrangers. Aujourd'hui, environ 80 à 90% des composants utilisés dans ces drones proviennent de filières extra-européennes, et notamment asiatique et américaine. A l'instar des cartes de vol, des ESC (Electronic Speed Controller) ou encore des microprocesseurs, cette dépendance pose un risque critique dans un contexte de haute intensité, marqué par des tensions sur les chaînes d'approvisionnement. Pour y répondre, plusieurs axes structurants émergent dans le prolongement des réflexions du Pacte Drones. Des expérimentations sont en cours avec des industriels français et européens pour substituer les composants critiques, et notamment les plus sensibles (caméras sur les drones…). Ces composants étant plus chers, cela conduit à des arbitrages pour les intégrer dans le modèle *low-cost*. Il convient toutefois de souligner que ce modèle ne se substitue pas aux systèmes haut de gamme (type drone MALE), mais s'inscrit dans une réelle logique de complémentarité capacitaire : les équipements sophistiqués pour les frappes stratégiques et de longue portée, le *low-cost* pour la saturation et la permanence opérationnelle.

Le SL 450 NG est considéré comme une expérimentation réussie : volume rapidité de production, adaptation au plus près du terrain, et surtout réponse aux besoins des forces. Cette dynamique se prolonge déjà avec le programme D-BLADE, qui capitalise sur les RETEX du SL 450 NG. Nouveau drone quadricoptère développé au sein du 17e RA, le programme D-BLADE répond à une double finalité : renforcer la souveraineté via l'intégration de composants européens et français, tout en améliorant les performances pour se rapprocher des conditions réelles du terrain : rapidité, navigabilité, résistance et en intégrant les RETEX opérationnels. Dans ce cadre, les industriels sont désormais attendus non seulement sur la performance technologique, mais surtout sur leur capacité à produire en volume, à coûts maîtrisés, tout en garantissant une montée en souveraineté des composants critiques.



Clément Bertin, *Colonel, 75e chef de corps du 17e régiment d'artillerie*

Officier saint-cyrien, le colonel Clément BERTIN sert dans l'artillerie depuis 2005 en alternant unités opérationnelles, état-major et écoles. Il a suivi pendant 2 ans une scolarité à l'École de Guerre (2016-2018). Il a principalement servi au 35e RAP à Tarbes. De 2013 à 2016, il a travaillé au CPCO (Paris) sur des opérations au Proche et Moyen-Orient. Il a aussi enseigné à l'École d'Artillerie ainsi qu'à l'École de Guerre-Terre.

DÉTECTION DE DRONES ET COORDINATION D'ESSAIMS

DEUX CONTRIBUTIONS DU POLE RECHERCHE DE L'AMIAD.

Par David Filliat, *ICA*

Détecter des drones furtifs, coordonner des essaims en environnement hostile : les travaux du Pôle Recherche de l'AMIAD illustrent la manière dont des avancées en intelligence artificielle peuvent répondre à des besoins opérationnels concrets. Entre collaborations académiques et préparation du transfert, ils contribuent au développement des capacités de défense à venir.

Une recherche structurée entre excellence académique et impact opérationnel

Le Pôle Recherche de l'AMIAD a pour vocation de produire des avancées scientifiques en intelligence artificielle au service des besoins du ministère des Armées.

Ses activités ont trois objectifs principaux. D'abord, une politique active de publication dans les conférences et journaux de référence, permettant de positionner l'agence dans l'écosystème mondial de la recherche en IA, et ainsi d'asseoir sa crédibilité scientifique et technologique. Ensuite, le développement de collaborations académiques de haut niveau, en lien avec les meilleurs laboratoires nationaux et internationaux. Ces collaborations permettent de renforcer la prise en compte des besoins du ministère dans les travaux académiques et participent ainsi à l'orientation des recherches sur les enjeux de défense. Enfin, la préparation du transfert des résultats vers le pôle technique de l'AMIAD ou vers des partenaires industriels, afin de favoriser leur montée en maturité et leur intégration dans des systèmes opérationnels.

Les travaux du pôle couvrent un large spectre de thématiques en intelligence artificielle, notamment la perception et la robotique. Les deux exemples présentés ci-après illustrent plus particulièrement ses contributions dans les domaines des drones et de la lutte anti-drones.



Exemples de détections correctes de notre modèle (lignes du bas) en comparaison avec la meilleure approche de l'état de l'art, qui manque certaines détections (à gauche) ou produit de nombreuses fausses alarmes (gauche et droite).

Détection de drones : une approche robuste et frugale

Un premier exemple de recherche porte sur la détection visuelle de cibles de petite taille, un défi majeur pour les systèmes de lutte anti-drones. En effet, ces cibles sont souvent peu visibles, noyées dans des arrière-plans complexes, et les données d'apprentissage disponibles sont limitées, ce qui se traduit par des systèmes sujets à de nombreuses fausses alarmes ou présentant de faibles taux de détection.

Les approches récentes développées par Alina Ciocarlan, en collaboration avec l'ONERA et l'Université Paris-Saclay, proposent d'aborder ce problème sous un angle original : considérer les cibles comme des anomalies par rapport au fond. Cette idée conduit à intégrer un test statistique directement au sein d'un détecteur d'objets classiquement utilisé en IA.

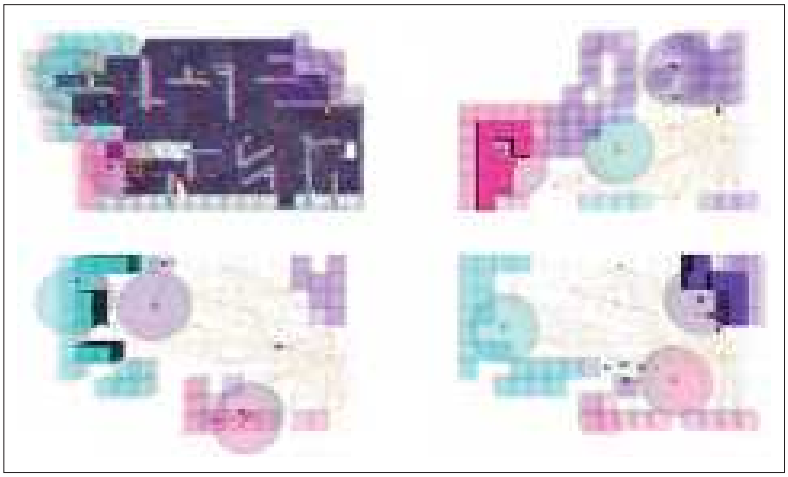
Ainsi, plutôt que d'apprendre uniquement à discriminer explicitement les objets de l'arrière-plan, le modèle apprend à caractériser le fond, puis à détecter les déviations significatives. Cette approche permet de mieux maîtriser les fausses alarmes — un enjeu critique en opération — tout en maintenant de bonnes performances avec peu de données et en réduisant les besoins en calcul, ce qui en facilite l'intégration dans des systèmes embarqués.

Les résultats obtenus montrent que cette approche atteint des performances de l'état de l'art sur plusieurs bases de données académiques, tout en améliorant significativement la robustesse, notamment en conditions dégradées (bruit, faible volume de données, changement de domaine).

Contrôle d'essaims : coordination sous contraintes de communication

Un autre axe de recherche porte sur le contrôle d'essaims de drones dans des environnements complexes, notamment pour des missions de recherche et de sauvetage ou en contexte hostile, où les communications sont souvent limitées, intermittentes ou dégradées. Ces systèmes doivent ainsi s'adapter à des situations dynamiques sous fortes contraintes, telles que des pertes de liaison, une information incomplète ou encore la présence de menaces et d'obstacles imprévus.

Le principal défi réside dans l'articulation entre coordination globale et autonomie locale. Une coordination centralisée permet d'assurer la cohérence stratégique, mais devient rapidement inopérante dès lors que les communications sont contraintes. À l'inverse, une approche entièrement décentralisée se révèle plus robuste, mais expose à une divergence progressive des décisions locales vis-à-vis de l'objectif global.



Exemple de carte 3D construite par un groupe de trois drones et reçue par l'opérateur (haut-gauche) et cartes des zones d'exploration de chaque drone, qui sont synchronisées lors de rendez-vous entre drones et avec la station de commande.

Dans le cadre de la thèse de Béatrice Garcia-Cegarra, menée avec l'ENSTA, les travaux explorent des architectures hiérarchiques intégrant explicitement les contraintes de communication dans la prise de décision. L'objectif est de structurer, plutôt que de subir, les pertes de liaison. Les agents planifient ainsi des rendez-vous spatio-temporels afin d'échanger des informations critiques (état, perception, intentions), puis évoluent de manière autonome entre ces phases, sur la base d'informations partielles. Cette approche limite la dérive des décisions locales grâce à des réalignements périodiques, réduit la dépendance d'une communication continue — peu réaliste en opération — et préserve une cohérence globale tout en conservant une forte réactivité. Elle combine ainsi une optimisation globale (répartition des zones, définition des points et des horaires de rendez-vous) et des mécanismes locaux dédiés à l'exploration.

Les développements sont menés dans des environnements de simulation réalistes, avec pour objectif la production de cartes tridimensionnelles de l'environnement. Ils pourraient être évalués en conditions réelles dans le cadre de l'arène de drones extérieure en cours de développement à l'ENSTA.

Préparer les capacités de demain

À travers ces exemples de travaux sur les essaims de drones et la lutte anti-drones, le Pôle recherche de l'AMIAD contribue à structurer les capacités futures en intelligence artificielle de défense, en associant des partenaires académiques à des projets à fort enjeu opérationnel à moyen ou long terme.

Menés en parallèle des travaux à plus long terme du pôle technique, l'enjeu est bien sûr de transférer des méthodes pouvant fournir de meilleures performances et d'éclairer les choix à court terme, mais aussi d'améliorer la prise en compte des contraintes opérationnelles chez les partenaires académiques.



David Filliat, *Directeur de Recherche à l'AMIAD*

David Filliat est ingénieur de l'armement (X97) et docteur en robotique (2001). Après un poste d'expertise en robotique à la DGA, il devient enseignant-chercheur à l'ENSTA en 2005, puis directeur scientifique du Centre pour la Défense de IP Paris (2021) et Directeur de Recherche au pôle recherche de l'AMIAD à Palaiseau en 2025. Ses travaux portent sur l'IA, la perception et la navigation pour la robotique et les drones.

DRONES ET C4ISR : LE RETOUR DE L'INGÉNIOSITÉ MILITAIRE

DU LABORATOIRE UKRAINIEN AUX TRANSFORMATIONS DU CHAMPDE BATAILLE

Par Jacques Vermorel, *IGA*

L'Ukraine a imposé une image d'Épinal : celle du drone FPV (First Person View) à 500 € percutant un char à 2 M€. Cette « démocratisation » de la létalité est une réalité tactique qui masque une révolution doctrinale. Elle ne réside pas tant dans le vecteur qui explose que dans la prolifération de systèmes d'observation, de désignation d'objectifs et de relais. Plus qu'une simple munition, le drone forme le tissu conjonctif d'un champ de bataille devenu réseau de capteurs distribués.

Le drone C4ISR : l'architecte du feu

Derrière le fracas des *Shahed*, les systèmes *Mavic* ou *Orlan* assurent une fonction C4ISR permanente. En multipliant les capteurs tactiques, ces plateformes rendent le champ de bataille non **pas transparent, mais « mesurable »**. La frappe n'est plus une question de calibres, mais de boucle OODA raccourcie : la détection et la correction de tir se font désormais en temps réel.

C'est ici que l'ingéniosité militaire reprend ses droits. Nous assistons à une hybridation technologique où des protocoles civils sont durcis à la hâte. Cette innovation « agile » redéfinit le cycle de vie des matériels : une solution technique peut vite devenir obsolète face à une contre-mesure.

Un exemple en détection

À mesure que la furtivité progresse, la détection classique (par écho ou auto-émission) atteint ses limites. L'avenir appartient à des procédés de **détection de type tomographie**. À l'image de l'ombre portée, la cible est trahie et révélée par les perturbations qu'elle introduit dans un environnement saturé d'ondes (Wi-Fi, GNSS, réseaux civils).

Ce saut qualitatif repose sur une mesure précise spatio-temporelle : la synchronisation (CSAC / GNSS / oscillateurs stabilisés) dans un réseau maillé devient le nerf de la guerre. En utilisant des techniques d'interférométrie distribuée, la comparaison des phases des signaux reçus par différents drones permet de constituer une image holographique à haute résolution de l'environnement, dépassant les capacités des capteurs monolithiques. Le défi bascule vers le traitement du signal massif pour corréler ces indices distribués.

Deux autres exemples, dans le domaine du stockage et de l'efficience énergétique

Le milieu sous-marin est une autre frontière. Ici, l'onde électromagnétique s'efface devant l'acoustique. A moyen terme, pour doter les drones sous-marins (UUV) d'une persistance réelle, l'ingéniosité réside dans l'utilisation de batteries aluminium-eau. Le principe est élégant : une simple anode en aluminium réagit avec l'oxygène dissous de l'eau de mer (électrolyte) pour produire de l'électricité, de l'hydrogène et de l'hydroxyde d'aluminium. Avec une densité énergétique théorique plusieurs fois supérieure au lithium, ceci permet des missions de longue endurance pour la surveillance de câbles sous-marins, de gazoducs ou de passages. Si la passivation de l'anode reste un défi, elle est gérable pour des systèmes "consommables" ou semi-persistants, parfaitement intégrés dans leur milieu.

L'autonomie restant le goulot d'étranglement, la recherche se tourne aussi vers le biomimétisme. L'albatros utilise le cisaillement du vent pour planer sur des milliers de kilomètres, quasiment sans effort. Le martinet reste en vol dix mois consécutifs. L'avenir appartient aux drones capables de « récolter » l'énergie de leur milieu (*Energy Harvesting*) de manière à assurer une permanence totale à empreinte quasi-nulle.

Le drone devient un vecteur de vulnérabilité systémique

Le scénario « *Dark Winter* » de 2001 imaginait un *kamikaze*, infecté par la variole, contaminant un aéroport. Ce projet fut jugé peu probable car il imposait au terroriste une mort lente.

Le drone change la donne : une nation malveillante pourrait utiliser des drones « vaporisateurs » pour disperser un agent pathogène sur un *hub* logistique. Le seuil d'engagement est abaissé, l'effet de panique est continental, tandis que la signature de l'attaquant est masquée.

Entre vecteur d'observation ou test de protection et arme de

déstabilisation massive non attribuable, le drone agit sur tout le spectre de l'action hybride

Dialectique du glaive et du bouclier : la guerre électromagnétique

Face à cette prolifération, l'anti-drone devient une priorité. Si l'interception physique est spectaculaire, la véritable bataille est invisible : c'est celle des spectres électromagnétique et acoustique.

Le brouillage GNSS (*jamming*) sature le récepteur, mais le leurrage (*spoofing*) est plus redoutable ; il consiste à simuler de faux signaux pour dévier le drone. Pour contrer cela, l'ingéniosité se déplace vers la navigation par corrélation optique ou par centrale inertielle à bas coût, hybridées par IA. La supériorité ne tient plus à la puissance d'émission, mais à l'agilité fréquentielle et à la capacité de navigation autonome.

La force du nombre : « Le simple est difficile »

Cette évolution consacre la fin du règne de la plateforme « totale » au profit de la force distribuée. La sophistication ne réside plus dans le coût des vecteurs, mais dans l'architecture qui les lie.

Nous redécouvrons ici l'intuition de Carl von **Clausewitz : « Dans la guerre, tout est simple, mais le simple est difficile. »**

Orchestrer efficacement cette simplicité de masse — synchroniser des milliers de nœuds pour qu'ils agissent comme un seul organisme — est le défi d'ingénierie militaire majeur du siècle.

À l'ère des essaims autonomes et éternels, la saturation par une surveillance létale ne va-t-elle pas rendre inutile l'occupation organique ?

La « ligne de front » linéaire et humaine s'efface au profit d'une zone d'interdiction en profondeur, une épaisseur de territoire où la machine se substitue à la présence physique pour le contrôle de l'espace.

Le défi de la détection discrète

Percevoir est une chose, ne pas être perçu en est une autre. La discrétion d'un drone ne dépend plus seulement de sa signature radar, mais de la nature de ses capteurs. Les capteurs actifs (radar, lidar), qui émettent une onde pour recevoir un écho, agissent comme des phares dans la nuit.

L'ingéniosité actuelle privilégie les capteurs passifs (infrarouge, acoustique, magnétométrie) qui « écoutent » le monde sans rien émettre, rendant le drone virtuellement indétectable par les systèmes d'alerte classiques.

Pourquoi les sensibilités diffèrent-elles autant ?

Les sensibilités des capteurs varient sur plusieurs ordres de grandeur, non pas seulement en raison de la maturité des technologies, mais surtout à cause de la physique de la transduction.
Chaque capteur convertit une grandeur physique (photon, pression, champ magnétique, molécule) en signal électrique. Cette conversion dépend du couplage entre le phénomène et le capteur, des pertes d'énergie et du bruit généré par le milieu.
Ces facteurs fixent une limite physique à la sensibilité, indépendante de la qualité de fabrication.

Dès lors, il ne faut pas attendre de bonds technologiques spectaculaires dans la détection brute, mais plutôt des progrès incrémentaux, sauf à découvrir un nouveau phénomène transductif ou des matériaux aux propriétés révolutionnaires.

MARÉCHAL JUIN : « ON NE POSSÈDE RÉELLEMENT QUE CE QUE L'ON FOULE AUX PIEDS. »

Conclusion : Une révolution intellectuelle

Le laboratoire ukrainien nous enseigne que le couple drone/anti-drone est une dialectique permanente, une course de vitesse où l'avantage appartient à celui qui sait absorber l'incertitude.

Le front n'est plus une ligne, c'est un volume instrumenté. Désormais saturé de capteurs, le champ de bataille ne se révèle plus : il s'interprète. La cible ne disparaît pas ; elle devient une anomalie.

Le général **de Gaulle** le constatait : « **L'innovation militaire n'est jamais seulement technique : elle est d'abord intellectuelle.** »

Pour notre Défense, l'enjeu est de maîtriser cette grammaire des ombres et de l'interférométrie distribuée, pour transformer une multitude de données imparfaites en une certitude opérationnelle.



Test de déploiement d'un robot mule autonome en environnement non-structuré réalisé sur la plateforme robotique du Centre de l'Yvette de l'ENSTA. Crédit : Jérémy Barand

DRONES MULTI-MILIEUX : L'ENSTA SUR TOUS LES FRONTS

DE FORTES SYNERGIES ISSUES DE LA FUSION

Par Camille Viallon, *IPA*

Article co-rédigé avec Alexandre Chapoutot, enseignant-chercheur de l'U2IS, campus de Paris-Saclay, directeur opérationnel adjoint du LARIAD et Lionel Lapierre, enseignant-chercheur du Lab-STICC, campus de Brest, directeur de l'équipe ROBEX.

Issue de la fusion de l'ENSTA Bretagne et de l'ENSTA Paris intervenue au 1er janvier 2025, la nouvelle ENSTA développe de fortes synergies entre ses deux campus dans le domaine des drones multi-milieux, qu'il s'agisse de formation ou de recherche. Tour d'horizon.

Un volet recherche très dynamique

Du côté du campus de Brest, les projets liés au milieu maritime foisonnent naturellement, tirant parti d'un écosystème local particulièrement propice à l'expérimentation et à la coopération dans ce domaine. L'équipe **ROBEX** (Robotique d'exploration autonome) au sein du **Lab-STICC**[1] est particulièrement en pointe sur ces aspects.

Parmi les projets les plus emblématiques, on peut citer notamment **RACAM**, bénéficiant d'un financement conjoint Contrat de plan État-Région et DGA. Il consistera pour l'ENSTA à développer une flottille d'engins autonomes de surface, constituée d'un bâtiment principal de 8 mètres accompagné de 6 unités d'escorte de 2,5 mètres. L'objectif est de simuler à échelle réduite des problématiques d'attaques de cybersécurité sur un groupe naval comportant une unité précieuse et son escorte afin de tester la résilience de l'ensemble à différents scénarios d'attaques cyber. La livraison est prévue pour début 2027.

Associant les deux campus de Brest et de Paris-Saclay, **CHRoMM** (Collaboration Humain-Robot Multi-milieux Multi-plateformes)

1. Lab-STICC : Laboratoire des Sciences et Techniques de l'information de la Communication et de la Connaissance

est pour sa part un projet financé par **l'Agence de l'innovation de défense** (AID) par le biais du Centre Interdisciplinaire Mers et Océan (CIMO) de l'Institut Polytechnique de Paris, dont l'ENSTA est membre fondateur. Ce projet envisage la coordination de systèmes robotiques hétérogènes (air-terre-mer) pour des missions de surveillance, avec une place particulière dédiée à la démonstration pour soutenir les résultats théoriques. Le projet CHRoMM est un projet scientifique collaboratif entre l'ENSTA, l'École Polytechnique et Télécom Paris qui s'inscrit dans la montée en maturité des résultats du projet FARO (Fondements des Algorithmes de la RObotique) avec les mêmes partenaires, financé également par l'AID via le **Centre interdisciplinaire d'études pour la Défense et la Sécurité (CIEDS) de l'institut Polytechnique de Paris.**

Dans ce contexte, le milieu sous-marin, rapidement opaque aux ondes électromagnétiques, se révèle le plus exigeant, avec les cas très particuliers de navigation aux abords des pôles où ni le GPS ni le compas magnétique ne sont utilisables, nécessitant la mise en place de solutions de navigation référencée « terrain ».

Des partenariats d'importance avec les acteurs défense

En février dernier, l'ENSTA et l'Agence ministérielle pour l'intelligence artificielle de défense (AMIAD) ont officialisé la création d'un laboratoire commun de recherche, le LARIAD « LAboratoire de Robotique et IA de Défense », lequel vise à développer des programmes de recherche dans le domaine de l'intelligence artificielle pour la robotique et les drones. La création de ce laboratoire commun permet de faire fructifier un investissement de longue date de l'U2IS[1] dans la robotique de défense. Un des axes de recherche concernera notamment le développement de la coordination de systèmes multi-drones.

1. Unité d'Informatique et d'Ingénierie des Systèmes (U2IS)

Autre approche, celle de la navigation en meute développée dans le cadre du **projet FAUV** *(Furtive AUV)*, où des drones associés progressent par étape, l'un devenant le point de référence de l'autre une fois posé au fond. Ce projet est financé par l'AID via le CIMO de l'Institut Polytechnique de Paris.

Enfin, le projet **RAMP** (Rapide Assessment of Marine Pollution) a pour ambition de traiter des cas d'usage issus du CEPPOL (Centre de lutte contre la pollution en mer de la Marine nationale) et du CEDRE (Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux) afin de développer des solutions robotiques pour traiter les opérations de dépollution sans mettre en péril les personnels.



Vue en coupe du bassin d'expérimentation Air-mer du campus de Brest. Crédit : Laboratoire d'architecture de Bretagne

Des moyens d'essais parmi les plus performants d'Europe

Du côté des moyens d'essais, l'ENSTA va se doter coup sur coup de deux installations de premier rang. Le 24 juin 2026 verra l'inauguration du **bassin d'expérimentation air-mer** sur le campus de Brest. Il s'agira d'un équipement unique en France et en Europe, composé d'un grand bassin couvert d'expérimentation air-mer avec volière et couverture satellitaire complète, pour tester les coopérations de drones autonomes et de systèmes d'observation mobiles de demain, en associant des technologies d'observation aériennes, de surface et sous-marines.

Quant au site de Paris-Saclay, c'est **une des plus grandes arènes à drones d'Europe** qui verra le jour fin 2027. Celle-ci permettra de reproduire un ensemble de milieux non-structurés diversifiés afin de tester en grandeur réelle des problématiques de coordination multi-robots hétérogènes : qu'ils marchent, roulent ou volent, ces différents types de robots et drones devront se déployer de concert sur des représentations de

théâtres d'opération non structurés afin d'accomplir des missions variées telles que la reconnaissance ou le sauvetage.

A terme, ces deux moyens d'essais seront interopérables à distance, étendant les possibilités de coopération entre drones dans les trois milieux, mer, terre et air, capacité unique parmi les établissements académiques français. Ces particularités feront de l'ENSTA un acteur incontournable de la recherche dans le domaine des drones, et plus largement de la robotique.

Des cycles de formation adaptés aux enjeux de dronisation et de lutte anti-drone

Grâce aux deux cycles de formation d'ingénieur de sa nouvelle offre, le cycle de formation ingénieur généraliste (FIG), déjà classé dans le top 10 des meilleurs de France, et le cycle de formation de spécialité « défense et sécurité » (FIDS), l'ENSTA forme des ingénieurs aux compétences particulièrement recherchées en robotique, en systèmes d'observation, cybersécurité et intelligence artificielle en ayant bénéficié de l'excellence académique des enseignements dispensés par l'École, nombre de ses jeunes diplômés décident de poursuivre en thèse, où ils ont l'opportunité de prolonger des thèmes de recherche venus irriguer leur propre formation initiale, notamment au travers des projets des étudiants, et beaucoup rejoignent des projets ambitieux du monde industriel ou de l'Etat au service des souverainetés.

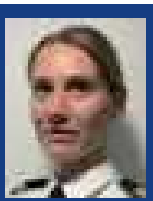
Dotée d'une expertise unanimement reconnue en matière de robotique multi-milieux, bénéficiant d'ancrages régionaux forts, irriguée par une recherche de pointe directement orientée par les besoins des forces et bénéficiant prochainement des meilleurs moyens d'essais disponibles sur le territoire européen, l'ENSTA dispose aujourd'hui de tous les atouts pour devenir un acteur majeur de la révolution robotique qui s'annonce.

Focus sur le nouveau cycle de formation ingénieur « Défense et Sécurité » (FIDS)

À la rentrée 2026, l'ENSTA et l'ISAE-SUPAERO lancent leur nouvelle formation d'ingénieur « défense et sécurité » dédiée à l'ingénierie de pointe et aux systèmes complexes pour les domaines stratégiques de la défense. Conçue en partenariat avec les industriels de la Base industrielle et technologique de défense (BITD) et la Direction générale de l'armement (DGA), cette formation a **vocation à préparer des ingénieurs pluridisciplinaires capables de relever les défis scientifiques et industriels dans des secteurs clés : cybersécurité, intelligence artificielle, ingénierie navale, ingénierie terrestre, ingénierie aéronautique et spatiale.**

L'objectif est de former chaque année une centaine d'ingénieurs, dont la moitié seront des ingénieurs militaires IETA (ingénieurs des études et techniques de l'armement), en leur apportant une maîtrise scientifique et technique de très haut niveau et une compréhension globale du contexte et des systèmes de défense et de la sécurité. C'est notamment pour contribuer à ce deuxième volet, en lien avec les directeurs du programme de formation, que la DGA et l'ENSTA ont souhaité la création début 2026 d'un poste d'adjoint « Officiers des corps de l'armement » au sein de la direction de l'école. L'introduction sur INTEGRALité de la scolarité de contenus « Défense et Sécurité » divers - enseignements, conférences, visites, témoignages – en capitalisant sur un lien renforcé avec la DGA et avec l'environnement étatico-industriel des trois campus — à Brest, Paris-Saclay et Toulouse – devra permettre de former les élèves ingénieurs à l'écosystème et aux enjeux de défense et de sécurité auxquels ils seront confrontés, et ainsi leur donner le maximum de clés pour faire des choix académiques et professionnels éclairés.

Via cette nouvelle formation, l'ENSTA réaffirme sa volonté de contribuer à doter la France et l'Europe de compétences scientifiques et techniques essentielles pour maintenir leur autonomie stratégique et soutenir l'innovation dans les secteurs sensibles, civils comme militaires.



Camille Viallon,
IPA, adjointe OCA à l'ENSTA

Diplomée de l'ENSTA Bretagne, promotion 2013, Camille Viallon a débuté sa carrière au sein de la Direction de l'ingénierie et de l'expertise (DIE) de la DGA, d'abord à DGA Techniques terrestres au profit de la survivabilité des véhicules et de la lutte contre les IED, puis à DGA IP comme architecte au profit des programmes GRIFFON, SCORPION et du programme FR-BEL CAMO. Après un poste de cheffe de cabinet à la Direction de l'industrie de Défense, elle rejoint la nouvelle ENSTA début 2026 comme adjointe OCA à la directrice générale de l'ENSTA pour contribuer au déploiement du nouveau cursus FIDS et des enjeux des défense et sécurité au sein de l'école.

ARMEMENT



ACTUALITÉS DE L'ARMEMENT

Par François Mestre,

Le numéro 132 de notre magazine traitait de la réponse capacitaire à apporter aux évolutions géopolitiques constatées. C'était une tentative d'éclairage au regard des enjeux d'augmentation de la cadence de production afin de satisfaire, d'une part, le besoin de l'Ukraine dans sa guerre contre la Russie, et d'autre part, pour encore mieux équiper nos forces de façon à dissuader toute tentative d'agression

Un premier trimestre en demi-teinte

Compte tenu du vote tardif du budget 2026, le premier trimestre 2026 a été calme en ce qui concerne les commandes, ce qui s'explique également par le montant record des commandes 2025. Il a été en revanche marqué par deux discours présidentiels, l'un traitant de la dissuasion nucléaire permettant de consolider notre doctrine et de rappeler notre solidarité européenne, l'autre lors du baptême du futur porte-avions « La France Libre ». Ce discours a également été l'occasion de rappeler la nécessité pour l'industrie de s'engager pour produire plus, plus vite et moins cher.

Sans omettre les quelques événements marquants concernant les programmes, je me propose de faire un bilan non exhaustif de comment l'industrie a déjà répondu à cet appel.

Actualités capacitaires : drones et franchissement

Mais pour commencer, je ne pouvais pas ne pas poursuivre la saga des drones MALE à bas coût. Après Turgis & Gaillard, après Daher avec sa solution Eye Pulse, c'est au tour de SE Aviation de faire la démonstration de sa solution lors d'un vol de démonstration en configuration OPV (Optionally Piloted Vehicle) avec, à bord, un pilote de sécurité. Il ne reste donc plus qu'à deux (Aura Aero et Fly-R) des cinq participants de ce challenge de nous éclairer sur leur solution d'ici la fin de l'année.

Toujours dans le domaine capacitaire, je tenais à souligner l'attribution à un GME regroupant Cnim Systèmes Industriels - CEFA - SOFRAME du programme Syfrall (un système de franchissement devant accompagner le système SCORPION), dont le stade de préparation a été initié en 2006…

Le premier trimestre de l'année est également la période de publication des résultats des sociétés. On constate de façon quasi systématique dans le domaine de l'armement une augmentation des prises de commande, une forte augmentation du chiffre d'affaires (a priori représentatif de l'augmentation de la production) et un retour à un résultat opérationnel (EBIT) proche de celui d'avant COVID, à l'exception de deux acteurs allemands (Rheinmetall et KNDS Allemagne) qui voient leur résultat opérationnel exploser, atteignant parfois le triple de leurs homologues français.



BACE 2

Enfin, avant de revenir sur le sujet principal de cet article, une révision de la LPM est en cours, avec comme objectif d'en disposer à l'été. Ce sera une réponse de plus à l'évolution du contexte géostratégique qui a déjà fait couler beaucoup d'encre dans la presse.

L'industrie de défense face à la montée en cadence

Alors que, dans l'industrie aéronautique civile, le retour à des niveaux de production ante COVID semble difficile, la croissance de 3% pour les livraisons d'avions Airbus et de 7% pour ce qui concerne les hélicoptères ne permettant pas de rattraper la chute, on constate des évolutions bien supérieures dans le domaine militaire.

De ma compréhension, les « difficultés » auxquelles fait face Airbus relèvent principalement de la capacité de sa chaîne de sous-traitance à monter en cadence, par manque de personnels formés et qualifiés, à cause de

pénuries dans certains secteurs et d'outillages industriels proches de la saturation.
La situation de l'industrie de défense est à la fois similaire et différente.
Elle est similaire, car en France, les principaux sous-traitants du secteur défense sont duaux et rencontrent les mêmes difficultés que dans le secteur civil pour ce qui concerne la montée en cadence.
Elle est différente, car jusqu'à récemment, les chaînes industrielles d'intégration étaient exploitées au minimum, ce qui laissait des marges d'évolution notables au travers de mesures organisationnelles, sous réserve de disposer de ressources humaines formées.

Comment les groupes et leurs *supply chains* s'adaptent à ce contexte

Concrètement, on retiendra que Dassault a augmenté sa production de Rafale en passant d'une cadence d'un avion par mois à trois afin de répondre à ses besoins d'exportation. Ce résultat a nécessité de gros investissements de la part de l'ensemble des acteurs industriels.
Pour ce qui concerne les munitions d'artillerie, la démarche engagée à l'échelle européenne (ASAP) par la Commission, visant à accompagner l'investissement industriel dans l'objectif de pouvoir produire un million d'obus par an, porte ses fruits. Elle se concrétise chez KNDS France par un doublement de la capacité de production des obus de 155 mm et bientôt un triplement. Cette démarche nécessite de mobiliser l'ensemble de la chaîne de sous-traitance, de l'élargir en ayant recours à des fournisseurs étrangers, et se trouve parfois contrariée par la concurrence interne en Europe sur certaines matières sensibles, certains fournisseurs nationaux pouvant préférer répondre en priorité au marché export (sans doute moins contraint ?).
Pour ce qui concerne le très populaire canon Caesar, KNDS a d'ores et déjà triplé sa capacité de production et vise à la multiplier par plus de sept afin de répondre au besoin exprimé dans le cadre du processus d'acquisitions mutualisées avec le prêt européen (SAFE). Une telle démarche s'accompagne d'une diversification des fournisseurs, y compris hors de France, et d'une relative prise de risque en anticipant certains approvisionnements à long délai, permettant de diviser par trois les cycles de production. On peut légitimement se demander si la capacité qu'a eue KNDS de s'adapter aussi rapidement n'est pas la suite logique de la montée en cadence du programme Scorpion (450 véhicules/an sur le site de Roanne), qui a mobilisé l'ensemble des acteurs internes (achat, logistique, programme, ressources humaines), ainsi que les partenaires et sous-traitants.
Dans le domaine des missiles, secteur de plus en plus sensible avec les événements dans le golfe Persique, MBDA prévoit d'investir directement dans ses moyens de production et ses stocks environ 5 Md€ sur la période 2026-2030, et prévoit d'embaucher plus de 2 500 personnes par an pour encore augmenter sa production. Après un doublement de la production des missiles Aster sur 2023-2025, une augmentation de 40% est prévue en 2026, et pour le missile Mistral la démarche déjà engagée par MBDA a réduit de moitié le cycle de production et quadruplé son volume. Cette démarche nécessite une forte mobilisation de ses sous-traitants et partenaires.
Pour ce qui concerne Thales, la capacité de production des radars de la famille Ground Master a été plus que triplée avec une capacité théorique encore supérieure et un temps de cycle réduit de presque 30%. Ce résultat est le fruit d'une réorganisation de la production mais également d'un gros accompagnement de la *supply chain* en particulier dans le domaine des PCB (supports de cartes électroniques) dont le marché a été très perturbé. C'est une prise de risque qu'il faut saluer et qui permettra de répondre à certains besoins dans des délais extrêmement courts. Dans le domaine des munitions, l'augmentation des capacités depuis 2023 a été rendue possible par la robotisation d'une partie des chaînes de production de roquettes et d'obus de mortier, par une remise en cause de l'organisation du travail des équipes, par un recrutement massif et par un accompagnement de la *supply chain*. A partir de 2028, la mise en place d'une nouvelle coulée (accompagnée par un financement partiel au titre de l'article 90) permettra de tripler la production d'obus de 120 mm. En parallèle Thales vise une multiplication par dix de la capacité de production de roquettes anti drones.
Toujours pour ce qui concerne les grands groupes, SAFRAN a doublé sa capacité de production de bombes AASM.

Une première phase où la DGA a joué son rôle

Au-delà des efforts engagés par les grands groupes de la BITD et par leurs chaînes de sous-traitance, les capacités offertes par de nouveaux entrants comme Parrot ou Harmattan, mais également Renault (dont le modèle semble devoir se dupliquer), permettent de mettre en place des structures de production aptes à répondre de façon efficace aux besoins d'aujourd'hui mais surtout de demain
Cette courte analyse me permet de constater que l'alliance de la DGA et de l'industrie a conduit, dans le domaine de la défense, à des résultats marquants. Ce n'est qu'une étape, comme les perspectives affichées le montrent, qu'il faudra ancrer de manière durable et soutenable par une mobilisation et un accompagnement de l'ensemble de la chaîne de fabrication, ainsi que par la mobilisation de ressources humaines compétentes et formées.
Cette démarche, avec la compétition européenne associée, ne doit en revanche pas fragiliser le modèle souverain actuel.



@elysee.fr

2 MARS 2026 - DISCOURS DU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE À L'ILE LONGUE

LES CLÉS D'UNE DISSUASION AVANCÉE

Par Dominique Monvoisin,

Après sa précédente intervention devant les stagiaires de l'Ecole de Guerre le 7 février 2020, le Président de la République Emmanuel Macron a prononcé le 2 mars dernier, sur la base opérationnelle de l'Île Longue, un discours très attendu sur la dissuasion nucléaire de la France, discours perçu comme une évolution fondatrice par nombre d'observateurs avertis et accueilli positivement sur le plan national comme par les pays européens qu'il a explicitement cités dans ses propos. A la gravité du discours, dont chaque mot a sans nul doute été pesé au trébuchet, s'est ajoutée une mise en scène exceptionnelle, le Président s'étant exprimé devant le sous-marin nucléaire lanceur d'engins Le Téméraire.

Prenant acte d'un bouleversement profond de l'ordre mondial, marqué par le retour affirmé des puissances, le recours assumé à la force et la transgression des règles du droit international, le Président a effectué deux annonces majeures tant sur le plan capacitaire que doctrinal.

Le réhaussement de notre arsenal nucléaire

Constatant « l'évolution des défenses de nos compétiteurs, l'émergence de puissances régionales, la possibilité de coordination entre adversaires et les risques liés à la prolifération », le Président a considéré « qu'un rehaussement de notre arsenal est indispensable » ajoutant que « pour être libre, il faut être craint et, pour être craint, il faut être puissant. » Il a par ailleurs indiqué qu'il « n'y aurait plus de communication sur les chiffres de notre arsenal nucléaire, contrairement à ce qui avait pu être le cas par le passé ».

« POUR ÊTRE LIBRE, IL FAUT ÊTRE CRAINT ET POUR ÊTRE CRAINT, IL FAUT ÊTRE PUISSANT »

Dans son discours de 2020 sur la dissuasion, le Président rappelait que la France disposait de moins de 300 têtes nucléaires, prolongeant l'engagement pris par le Président Sarkozy à Cherbourg en 2008 de ramener l'arsenal à un niveau inférieur à ce niveau.

Tout en annonçant que le futur SNLE NG qui « naviguera en 2036 se nommera l'Invincible », le Président a confirmé « le prochain lancement du programme de missile stratégique hypersonique et manœuvrant qui équipera nos avions de combat et le futur porte-avions dans la prochaine décennie »

L'initiative de dissuasion avancée

Le Président a indiqué que « notre sécurité ne s'est jamais conçue dans les seules limites de notre territoire, au plan conventionnel comme au plan nucléaire », rappelant que « dans le domaine nucléaire, cela a été reconnu par tous ses prédécesseurs sans distinction ».

La dimension européenne des intérêts vitaux français, qui s'apprécie par le fait que ceux-ci peuvent être affectés par des événements hors du territoire national, apparaît pour la première fois dans le Livre blanc de 1972.

Considérant que le temps de la concrétisation de cette dimension européenne était venu, le Président a précisé que cette offre de dissuasion avancée permettra « à nos partenaires de participer aux exercices de la dissuasion, qu'elle pourra impliquer également la participation conventionnelle de forces alliées à nos activités nucléaires et pourra enfin prévoir le déploiement d'éléments de forces stratégiques chez nos alliés ».

Le Président a pris soin de préciser, entre autres, « qu'il n'y aura aucun partage de la définition des intérêts vitaux, de la décision ultime, ni de sa planification, ni de sa mise en œuvre.» Il a rajouté que « le travail entamé sur ce projet avec les Européens s'est fait en pleine transparence avec les Etats-Unis d'Amérique et en coordination étroite avec le Royaume-Uni ».

Huit partenaires de la France dans cette offre de dissuasion avancée ont été explicitement cités : au-delà du Royaume-Uni et de l'Allemagne, qualifiée de partenaire clé, il s'agit de la Pologne, des Pays-Bas, de la Belgique, de la Grèce, de la Suède et du Danemark. Il paraît évident que tous ces pays avaient préalablement donné leur accord pour être ainsi mentionnés.

A noter que quatre d'entre eux – le Royaume-Uni, l'Allemagne, les Pays-Bas et la Belgique – comptent au nombre des cinq pays européens de l'OTAN accueillant déjà des armes nucléaires américaines B61 sur leur territoire (seule l'Italie manque à cette liste), ceci laissant penser que cette dissuasion avancée est compatible avec la doctrine de dissuasion (élargie) de l'OTAN.

De façon concrète, le Président a indiqué « qu'à l'image de ce que nous avons mis en place avec le Royaume-Uni, des organes d'échange, au niveau politique, vont être créés avec chacun de ces pays, dès les prochains jours ».

Du côté du Royaume-Uni, un groupe de pilotage nucléaire franco-britannique s'était réuni pour la première fois à Paris le 10 décembre 2025, en application de la déclaration commune de Northwood du 10 juillet 2025, qui actait la décision de nos deux pays d'approfondir leur coopération et leur coordination nucléaires.

La réaction de nos partenaires européens

Les pays européens cités dans le discours ont rapidement publié des communiqués de soutien et de salut de cette initiative. De plus, la Norvège, par la voix de son ministre des Affaires étrangères, qui s'exprimait le 3 mars devant son Parlement, a fait part de son intérêt pour participer à cette initiative.

« POUR ÊTRE PUISSANT, IL FAUT ÊTRE PLUS UNI »

S'agissant de l'Allemagne, peu après l'intervention du Président, un communiqué de l'Elysée publiait le même jour une déclaration conjointe du Président Macron et du Chancelier Merz, indiquant que « la France et l'Allemagne ont décidé de renforcer leur coopération en matière de dissuasion en réponse à l'évolution des menaces » et « ont mis en place un groupe de pilotage nucléaire de haut niveau qui servira de cadre bilatéral » à des fins « d'articulation optimale de capacités conventionnelles, de défense antimissile et de capacités nucléaires françaises. »

On peut y voir une évolution majeure de ce pays, dont on connaît l'aversion traditionnelle au nucléaire en général, bien qu'il accueille des armes nucléaires américaines sur son sol, dans le cadre du « nuclear sharing » de l'OTAN. Si nos partenaires européens rendent concrète cette initiative de dissuasion avancée, il est permis d'espérer que les échanges qui en découleront sur l'appréciation de nos menaces communes et les réponses à y apporter ne peuvent que favoriser leur cheminement vers une future autonomie stratégique européenne en matière de défense.

Épaulement stratégique

La dissuasion avancée s'inscrit également dans une logique d'«épaulement stratégique» des forces nucléaires par des capacités conventionnelles renforcées à l'échelle européenne.
Le Président a identifié trois domaines jugés prioritaires pour gérer une escalade sous le seuil nucléaire : *« L'alerte avancée, donc la capacité, par une combinaison de satellites et de radars, de détecter et de suivre les missiles qui pourraient nous viser ; la maîtrise de notre ciel avec la défense aérienne élargie et les protections anti-missiles et anti-drones ; et enfin, les capacités de frappe dans la grande profondeur ».*
Source : ministère des Armées

PRIX AAT

INGENIEUR GENERAL CHANSON



L'Association de l'Armement Terrestre

L'Association de l'Armement Terrestre a pour ambition de regrouper les différents membres de la communauté des armements terrestres au sens le plus large, qu'ils appartiennent ou aient appartenu à la DGA, aux armées, à l'industrie ou à la recherche, et de leur offrir un forum où ils ont la possibilité de se rencontrer librement, en n'engageant qu'eux-mêmes.

L'AAT a parmi ses objectifs de favoriser le développement de réflexions de haut niveau dans le domaine des armements aéroterrestres, de diffuser les connaissances et d'être un pôle d'animation en cette matière.

Le prix « AAT – Ingénieur général Chanson »

Le prix « AAT – Ingénieur général Chanson » est attribué tous les ans à des travaux ayant fait progresser le domaine de l'armement terrestre, comportant une part certaine d'innovation, mais suffisamment concrets pour être susceptibles d'applications pratiques.

Les lauréats peuvent être des ingénieurs de la DGA, des officiers des Armées, des ingénieurs de l'industrie ou des personnes des laboratoires de recherche.

Le prix est remis alternativement par le délégué général pour l'armement, le chef d'état-major de l'armée de terre et le président du groupement des industries concernées par les matériels de défense terrestre (GICAT).

Vous avez fait progresser les sciences et techniques au profit de l'armement terrestre.

Vous appartenez à l'écosystème de défense français.

Présentez votre candidature au prix AAT – Ingénieur général Chanson !

Avant le 1er septembre, déposez votre intention de candidature pour le prix de l'année suivante sur le site www.aat-asso.fr



HISTOIRE



MISE EN CHANTIER D'UN OUVRAGE DE RÉFÉRENCE

POUR LES 60 ANS DU CORPS DES INGÉNIEURS DE L'ARMEMENT

Par Gilles Bessero,

Conforté par la réforme des grands corps techniques de l'Etat, le corps des ingénieurs de l'armement fêtera le soixantième anniversaire de sa création le 1er janvier prochain. Aube d'une nouvelle décennie qui mérite de prendre le temps d'apprécier l'œuvre accomplie. C'est l'objet du projet d'ouvrage sur lequel planche déjà, depuis décembre 2024, un groupe d'une quinzaine de volontaires à la demande du comité histoire de la CAIA.



Le corps des ingénieurs de l'armement a été constitué par la loi n° 67-1115 du 21 décembre 1967, qui intègre en son sein, à compter du 1er janvier 1968, les ingénieurs du génie maritime et de l'artillerie navale, les ingénieurs militaires de l'air, les ingénieurs militaires des poudres, les ingénieurs militaires des fabrications d'armement et les ingénieurs militaires des télécommunications. Les ingénieurs hydrographes de la marine rejoindront le nouveau corps à effet du 1er janvier 1969, en vertu de la loi n° 70-4 du 2 janvier 1970.

Sa création s'inscrivait dans la logique des réformes de l'organisation de la défense nationale engagées sous la Ve République, avec la constitution de la délégation ministérielle pour l'armement en 1961 et les mesures qui ont suivi, notamment en 1965, pour « rationaliser l'étude, la conception et la fabrication des armes » et assurer la « concentration des moyens financiers, des moyens d'études et de fabrication ».

La CAIA avait déjà réalisé un ouvrage commémoratif en 2018 pour le cinquantenaire du corps, consultable ici (#QRcode)[1]. Cet ouvrage de 700 pages, reflet de la diversité des activités des ingénieurs de l'armement au sein du ministère de la Défense et des autres institutions publiques, a été réalisé dans des délais courts, pour constituer, selon ses auteurs, une « première ébauche », un « document provisoire » à enrichir.

C'est le flambeau qu'a repris le comité de rédaction de l'ouvrage du soixantenaire, afin de présenter l'histoire du corps de l'armement depuis sa création ainsi que la contribution des IA au service de la défense et plus largement de la nation, que ce soit dans le secteur public ou dans le secteur privé. En reprenant l'ouvrage existant et en y rajoutant une décennie, Il s'agira de constituer un ouvrage autoporteur aussi complet et homogène que possible, sans dépasser le volume déjà imposant de l'ouvrage du cinquantenaire. Une synthèse sera également proposée au grand public.



Nous avons besoin de vous pour ce projet ambitieux :

- si vous avez en tête un sujet qui vous tient à cœur, peu ou pas traité dans l'ouvrage du cinquantenaire,
- si vous avez détecté des erreurs matérielles ou des oublis,
- si vous avez dans vos archives des illustrations susceptibles de rendre l'ouvrage plus attractif,

n'hésitez pas à vous manifester sans tarder auprès du secrétariat de la CAIA (contact@caia.net).

Le comité de rédaction de l'ouvrage du soixantenaire

ANECDOTE SUR DES DRONES ISRAÉLIENS

Par Geoffroy d'Aumale,

En 1993, le ministre français de la Défense, François Léotard, décide d'octroyer un budget d'une centaine de millions de francs à l'achat de matériel produit en Israël. Mais quoi acheter ? La DRM (direction du renseignement militaire), créée en 1992, présente alors un projet d'achat de drones de surveillance, préparant une suite aux avions de reconnaissance, « Mirage » essentiellement.

Depuis des années, Israël utilise des drones de reconnaissance de basse et moyenne altitude pour surveiller ses voisins, car ils sont moins coûteux que des avions et peuvent rester sur zone de nombreuses heures. A l'époque, les quelques drones aériens français sont utilisés comme avions cibles pour l'entraînement à la chasse aérienne. En 1993, négociations puis accords d'acquisition auprès de l'IAI (constructeur des drones) ; je crois qu'il s'agissait de Search1. Quelques «couacs» avec le lobby aéronautique militaire français ; mais soutien de l'Armée de l'Air.

Les quatre drones et leur station de guidage sont expédiés dans les Landes. Ils s'avèrent adaptés à l'imagerie basse altitude, mais limités lorsque les conditions météo deviennent difficiles (pluie et gel).

Ces essais permettront de définir les besoins opérationnels en drones de moyenne et haute altitude de la DRM ainsi que les besoins de l'armée de l'Air en allumage de cibles. Mais il faudra des années pour que des programmes français soient lancés.

Les conflits récents mettent en évidence l'importance des drones de surveillance et également d'attaque.



Le Héron, d'Israel Aerospace Industries, premier vol en 1994

LE TELEAUTOMATON :
PROTOTYPE OUBLIÉ OU ENGIN FONDATEUR DES DRONES MODERNES ?

Par Océane Zubeldia,

On doit à Nikola Tesla de nombreuses inventions de rupture comme le moteur à induction et le développement du courant alternatif. On sait moins qu'il a développé des prototypes de torpilles télécommandées, ouvrant la voie aux drones, plus d'un siècle plus tard.

« L'homme de science ne vise pas un résultat immédiat. Il ne s'attend pas à ce que les idées qu'il avance soient facilement acceptées. Son travail est comme celui d'un cultivateur, pour l'avenir. Son devoir est de jeter les bases pour ceux qui sont à venir et de montrer la voie. Il vit, travaille et espère ». On doit cette citation à l'ingénieur serbe, naturalisé américain, Nikola Tesla dans « The Art of Telautomatics ».

En 1898, lors d'une exposition, l'Electrical Exhibition, au Madison Square Garden, New York, il présente ainsi un prototype de bateau radiocommandé, le Teleautomaton.

Son approche très novatrice, diriger une machine à distance, est révolutionnaire. Le public et les journalistes réservent un accueil plutôt mitigé. En effet, la croyance populaire n'est pas encore prête à intégrer la notion de « contrôle à distance » d'un appareil et encore moins sans fil. Les ondes radio étaient à la fin du XIXe siècle principalement associées à la télégraphie : les inventions d'Heinrich Hertz dont les premières expériences sur les ondes électromagnétiques datent de 1887 (comprendre les ondes) et celles de Guglielmo Marconi pour les premières communications à longue distance (envoyer des messages sans fil). Les travaux de Tesla semblent donc relever de la prestidigitation. Ses contemporains l'accusent d'avoir caché des mécanismes de câbles dans le bassin servant à la démonstration, voire un comparse sous l'eau. Il s'agissait pourtant pour Tesla de démontrer la capacité à agir sur la matière dans le monde réel et sans lien visible physique grâce à un prototype de plus d'un mètre de long qui exécute des séquences d'actions prédéfinies via des circuits électriques conditionnels. Tesla explique que les oscillations électriques sont la base de la mise en mouvement, la haute fréquence est le support, et l'engin, en l'occurrence le Téléautomaton, correspond à l'application.

En transformant pour la première fois un phénomène électrique en commande mécanique, Nikola Tesla franchit une étape majeure vers la robotique, l'Internet des objets (IoT), et les systèmes de drones actuels, voire les villes intelligentes (smart cities). Cela soulève également la question de l'énergie.



Nikola Tesla présente ses expérimentations électriques en 1891, en pleine révolution industrielle et économique

La maîtrise de l'énergie : une accessibilité sans limite ?

Sans être mystique au sens religieux, la pensée de Tesla est parfois décrite comme une vision « énergétique » ou « écologique » du monde en exploitant les lois de la physique. En effet, il défendait l'idée selon laquelle l'énergie pourrait être captée sans obligatoirement épuiser les

ressources. Dans ce sens, utiliser les ondes naturelles pour agir sur la matière a un rôle central, pour lequel la Terre comme de l'atmosphère constituent un immense circuit électrique naturel, c'est-à-dire de propagation des ondes dans l'air, par opposition à la transmission via des câbles. Il ne voulait pas seulement créer une machine, mais imiter des phénomènes naturels. Par exemple, la bobine de Tesla reproduisait dans une échelle moindre, la foudre. Elle accumulait l'énergie pour enfin la libérer sous forme d'arcs électriques visibles.

D'autres travaux peuvent être cités, la transmission sans fil d'électricité comme la tour de Wardenclyffe, le courant alternatif utilisé pour transporter l'électricité ou encore le moteur à induction. Même si la nature ne fournit pas forcément une énergie exploitable en continu, et si la transmission sans fil à grande échelle a des limites, sa vision de la durabilité fut en avance sur son temps de même que l'utilisation de l'électricité comme vecteur d'action et de contrôle.

Ses intuitions peuvent être rapprochées des évolutions des drones modernes, notamment le défi lié à l'énergie que l'on doit relever actuellement. De nouvelles voies d'explorations et de solutions sont initiées pour l'autonomie, la recharge sans fil à courte distance, la transmission d'énergie par micro-ondes ou laser, l'énergie solaire ou houlomotrice. Ces évolutions incarnent les idées de Tesla liées aux ressources de la nature, un réseau invisible d'onde et un contrôle à distance.

« DES TORPILLES MUES PAR L'ESPRIT DE TESLA »

Une vision systémique

Les travaux de Tesla ont exploré les flux d'énergie, la résonance, l'interaction entre les systèmes naturels et techniques. Dans cette vision, il n'est plus question de transmettre uniquement des ordres simples, mais d'articuler simultanément : chaîne technique, transmission radio, commande à distance, et action mécanique. Ainsi ces dispositifs, dans le cadre de la direction à distance et sans fil, peuvent être interprétés comme une première formalisation d'une rationalité technique intégrée à un système et est reliée à celle de l'énergie.

Cet ensemble rejoint, d'une certaine façon, les portes logiques modernes. La mise en parallèle, par exemple de la robotique marine contemporaine, relève d'une logique de type « ET », où la performance émerge de la coordination simultanée de différentes conditions (calcul, information, énergie, etc.). D'ailleurs le défaut d'un seul élément montre la dépendance structurelle du système que l'inventeur serbe avait déjà mise en évidence et souligne par voie de conséquence les invariants techniques dans le temps.

En conclusion, le Teleautomaton va au-delà d'une simple anticipation et correspond à un point d'ancrage d'innovations technologiques, notamment la place de l'humain dans la boucle décisionnelle (direction à distance - autonomie), la conversion énergétique (contrôle de l'hélice via les moteurs électriques - propulsion), système mécanique (ajustement du gouvernail – charges utiles). Le temps de l'innovation est complexe, toutefois son inscription dans les usages permet d'alimenter des horizons nouveaux de progrès.

Illustration 1
Source : https://tesla-museum.org/en/qr-en/exhibit-049/ Le Teleautomaton, Nikola Tesla, 1898.

Illustration 2
Source : https://commons.wikimedia.org/wiki/Nikola_Tesla#/media/File:Nikola-Tesla-experimenting-768x646.jpg



Le Teleautomaton, démonstration que les ondes ont un effet sur la matière. Proposé en pleine guerre hispano-américaine, ce prototype préfigurait des torpilles télécommandées que l'on disait mues « par l'esprit de Tesla ».



Le Caesar en action « de guerre » en Ukraine

LE SYSTÈME D'ARTILLERIE CAESAR : GENÈSE, ENGAGEMENTS ET PORTÉE STRATÉGIQUE

Synthèse de l'e-Conférence de Vulcain du 12 Mars 2026

Par Pierre André Moreau

Pierre André Moreau, IGA, ancien Directeur Général de la division des systèmes d'armes et de munitions de GIAT Industries était invité, pour cette 8e conférence sur l'histoire de l'armement, à évoquer le système désormais incontournable CAESAR. Cette web-conférence rassemblait près de 130 inscrits. Un record.

Patrick Michon a ouvert la 8e conférence historique de l'armement consacrée au canon CAESAR en présentant succinctement son intervenant, notre intervenant et camarade Pierre-André Moreau. Il a souligné que cette conférence avait enregistré un nombre record d'inscrits (129).

Le système **CAESAR (Camion Équipé d'un Système d'Artillerie)**[1] constitue aujourd'hui l'un des piliers de l'artillerie française et un équipement de référence sur la scène internationale. La présentation retrace l'histoire de ce système, depuis ses origines conceptuelles jusqu'à sa reconnaissance opérationnelle et stratégique, en mettant en lumière la rupture qu'il a introduite dans l'emploi de l'artillerie moderne.

La genèse du CAESAR s'inscrit dans le contexte de l'après-guerre froide et des enseignements tirés de la guerre du Golfe. Face aux limites des systèmes existants — canons tractés TRF1 et automoteurs AuF1/AuF2 — les armées françaises s'interrogent sur la vulnérabilité, la mobilité et la réactivité des formations d'artillerie traditionnelles. **Le besoin d'un canon de 155 mm conforme au standard OTAN, plus mobile, plus précis et plus autonome devient alors central.**
Sur cette base, GIAT Industries propose un concept répondant à ce besoin, mais avec une prise en compte dès l'origine de son adaptation au marché export et de performances opérationnelles innovantes, telles que l'aéro-transportabilité dans un C-130.

Toutefois, après une phase initiale prometteuse au début des années 1990, le projet connaît un revers avant d'être relancé en 1996 sous la forme d'une pièce **d'artillerie INTEGRALe**, montée sur camion. Cette renaissance repose sur une combinaison de nombreux facteurs : audace technique, compétences industrielles solides, vision renouvelée de l'emploi de l'artillerie, intégrant la décentralisation de la décision et l'usage croissant des réseaux numériques, fort soutien d'une direction générale de l'entreprise très favorable à ce concept et liberté de gestion du programme inusitée à l'époque. Le système CAESAR bénéficiera également du soutien d'un sénateur communiste qui intervient auprès du ministre de la Défense d'alors, Alain Richard[2], lequel décide de faire notifier par la DGA une commande de 5 canons CAESAR.

Ce système fut officiellement adopté en 2004, la France prenant alors dix ans d'avance sur les autres pays en retenant ce système original. Il n'est cependant pas retenu par les Etats-Unis qui lui préfèrent pour des raisons essentiellement politiques le système M777 de BAE Systems, malgré les réticences des artilleurs américains. Cette décision conduisit alors à l'abandon du CAESAR par l'Australie et le Royaume-Uni.
Le CAESAR se distingue par des **innovations majeures :** résistance structurelle validée au tir, grande mobilité stratégique (routes, pistes, ponts, aéromobilité), autonomie complète de la pièce, automatisation des pointages et repointages, précision remarquable et rapidité d'action. Ces caractéristiques permettent des modes d'emploi fondés sur la furtivité et le « raid d'artillerie », tout en maintenant un coût modéré pour un automoteur d'artillerie.

En réponse à une question, il est précisé que le coût de développement du système CAESAR était de l'ordre de 80 M€, bien inférieur aux 800 M€ du programme Crusader américain.
L'efficacité du système est largement démontrée par ses **engagements opérationnels.** Déployé en Afghanistan à partir de 2009, le CAESAR assure une couverture étendue avec un nombre réduit de pièces. Il est ensuite engagé au Liban, au Mali lors de l'opération Serval, puis en Irak dans le cadre des opérations Chammal/Wagram, où il se distingue par la précision et la permanence des feux, avec un volume de tirs élevé et l'emploi de munitions spécialisées.



Le M777 de Baé Systems, un système qui ne possède pas les mêmes avantages

Le conflit en Ukraine marque une étape décisive dans la reconnaissance internationale du CAESAR. Engagé à grande échelle, le système y démontre son efficacité, sa survivabilité et sa capacité d'adaptation. Les forces ukrainiennes développent de nouveaux modes d'emploi, notamment en utilisant des drones pour créer une boucle courte entre la détection et l'action. Il est également indiqué que le CAESAR est le matériel d'artillerie fourni à l'Ukraine avec le plus faible taux d'attrition. Ces retours d'expérience confirment la pertinence du concept, au point de susciter un hommage explicite rendu au matériel.

Fort de ces succès, le CAESAR s'impose également à l'export. Adaptable à différents porteurs et systèmes de commandement, relativement accessible et rapide à prendre en main, il est adopté aujourd'hui par 8 et bientôt 10 pays et se positionne avec succès face à une concurrence internationale affirmée.
En réponse à plusieurs questions sur les perspectives d'évolution du système CAESAR, Pierre-André insiste pour que le CAESAR évolue en gardant sa simplicité de fonctionnement plutôt qu'en ajoutant du blindage ou des tourelles, le blindage n'étant plus un élément de survie face à la menace des drones du champ de bataille. Il souligne également le fait que l'artillerie doit se concentrer sur la furtivité et la précision.

En matière d'évolution des munitions du système CAESAR, il mentionne que le couple CAESAR – Obus Bonus peut faire du très bon travail malgré l'absence de liaison directe entre ces deux systèmes et que les munitions furtives, capables d'être tirées par un CAESAR représentent une voie intéressante à explorer.

En conclusion, la présentation montre que le CAESAR ne constitue pas seulement une évolution technique, mais bien une **révolution doctrinale dans l'artillerie moderne.** Longtemps perçu avec scepticisme, le concept a fait la preuve de sa valeur sur le terrain. Selon la formule de conclusion, **« Le canard est devenu cygne »**, symbole d'un système désormais pleinement reconnu, éprouvé et durable.

Patrick Michon

LYCÉES MILITAIRES ET ARMEMENT

QUELQUES SOUVENIRS COLLECTIFS ET INDIVIDUELS

Par Louis Le Pivain,

Les lycées militaires sont des pourvoyeurs importants de candidats aux concours des écoles d'officiers, Saint-Cyr, l'Ecole navale et l'école de l'air, ainsi qu'à dose plus homéopathique à l'X.

Le Collège naval

Personnellement, j'ai un excellent souvenir d'un passage d'un an au Collège naval à Brest, pas spécialement studieux, avec des batailles de polochons, des bagarres à la lance à incendie prenant comme boucliers les grosses malles d'osier prévues pour le linge sale, dans les couloirs des locaux somptueux construits par Darlan pour héberger l'Ecole navale, de courses à pied le long de la côte depuis Trégana jusqu'au Centre d'instruction naval, emmenés par le maître-commando Deréac qui nous faisait traverser les bras de mer à la nage dans le ressac.

En septembre 2006, furent fêtés les 40 ans du Collège naval, présidé par Pierre-François Forissier, qui était alors major général de la marine, avant de devenir CEMM début2008, en présence du général Patrick Porchier, inspecteur général des armées Air ; j'étais le 3e plus haut gradé avec mes 3 étoiles d'IG1A. Ce fut la dernière fois que je portai mon uniforme dans une cérémonie officielle, qui se déroula sur la magnifique esplanade dominant la rade de Brest.

Aujourd'hui, la communauté des anciens du Collège naval se mobilise pour fêter dignement ses soixante ans d'existence à l'automne 2026, avec le nom affectueux de Kheu Nheu.

Le Prytanée militaire

La mafia des « brutions », nom amical des anciens du Prytanée militaire de la Flèche, est parfois jalousée.

Un des meilleurs moments de mon séjour au bahut fut la période de l'accueil des jeunes avec des bizutages – que j'ai trouvé plus agréables à subir qu'à faire subir – Ils soudent une classe pour la vie ! Quelques expressions typiques rappelleront des souvenirs à certains : « Bizuth, claque ton Matri ! », « Matheux Pi/2 ».

Le Prytanée est le cadre idéal pour le travail intense des classes préparatoires dans un environnement naturel, sain et agréable. Personnellement, j'y ai pratiqué l'aviron sur le Loir, l'équitation dans un magnifique manège, mes premières dizaines d'heures de pilotage sur un Jodel



Groupe d'élèves de première au Collège Naval en mai 1968 : Bernard Gilot, François Ransan, Dominique Jorel, Louis Le Pivain. Au fond, dominant la rade de Brest, le bâtiment imposant du Centre d'instruction naval (CIN) héberge le Collège Naval

102 en décollant d'une piste en herbe au charme typiquement champêtre, et la préparation à mes premiers sauts en parachute que nous effectuions en Nord-Atlas depuis l'aéroport de Vannes Meucon avec une superbe vue sur le golfe du Morbihan !

Le Prytanée, ce fut aussi les visites dominicales à l'hospice de La Flèche pour la conférence de Saint Vincent de Paul. J'y reçus le prix du sous-préfet de La Flèche à qui j'avais demandé une corde de montagne, point de départ d'une carrière d'alpiniste qui me conduisit jusqu'à la face nord de l'Everest *(voir mag CAIA 134 «https://www.caia.net/revue-auteurs-rubriques-numeros/article/alpinisme-d-expedition-un-sport-de-longue-haleine/1523»*

Un regret fut, de nombreuses années plus tard, de n'avoir pas participé au centenaire de la Très Vénérable Flotte Brutionne (TVFB) alors que j'avais été « Z fistot » dans une classe préparant à l'Ecole navale, avant de passer en taupe. Au grand dam de ma famille, je privilégiai l'X, alors que j'étais reçu major au concours de l'Ecole navale.

Une suite dans la défense ?

Lors de mes nombreuses plongées dans les conditions spartiates des sous-marins diesel-électrique de l'escadrille des sous-marins de l'Atlantique (ESMAT) basée à Lorient , le commandant était fréquemment issu de la très vénérable flotte brutionne, et dans l'Etat-major, les anciens du Collège naval étaient bien représentés, tels que Roger Levesque, que je retrouverai des années plus tard au conseil municipal de Viroflay, amiral en 2ème section.

Plus tard au SGDN (qui n'était pas encore le SGDSN), les réunions de direction quotidiennes animées par un ancien brution, l'amiral Moulin, secrétaire général adjoint, furent l'occasion de côtoyer ma collègue directrice, la diplomate Salomé Zourabichvili, qui fut présidente de la Géorgie de 2018 à 2024.

Avec des effectifs moindres que les grands bataillons issus des grandes prépa de Louis-le-Grand ou Ginette , quoiqu'avec ensuite une plus forte proportion d'X intéressés par la chose militaire et donc pensant naturellement au corps de l'armement , ainsi dans la promotion 1972 , sur dix-neuf venant de La Flèche nous fûmes quatre à nous diriger vers le corps de l'armement.

Dommage que l'intégration à l'X se soit tarie depuis les années 2000. Voir à ce sujet l'article https://www.caia.net/revue-auteurs-rubriques-numeros/article/la-renaissance-du-prytanee-national-militaire-dans-l-armement/334.

Elle existe heureusement toujours pour les IETA, comme le montre la création d'un groupe DGA pour les 60 ans du Collège naval !



Elève en math sup, aux vacances de Pâques 1970 le port de l'uniforme -naturel à l'époque- avec les galons de sergent major, est un excellent moyen pour faire rapidement le trajet en auto-stop entre La Flèche et Kermenez à Brest

On peut citer quelques postes prestigieux occupés par des IA issus des lycées militaires tant au sein du ministère des armées qu'à l'extérieur, directeur du SHOM, directeur au SGDSN, patron d'Airbus helicopters.

Quelques rencontres atypiques :

Embarqué à bord d'un SNLE pour son départ en patrouille , puis quand Alfost estime que l'équipage est paré, hélitreuillage en Super Frelon pour le retour à Brest, entre brutions.

Lors de l'accompagnement de plusieurs voyages présidentiels j'eus le plaisir de retrouver un ñass (autre nom des brutions) chef d'état-major particulier du Président de la République, puis un CEMP ancien du Collège naval qui m'a ensuite rejoint à l'Académie de marine.

Le DGGN rencontré à l'assemblée générale de l'association du corps préfectoral où je représentais la CAIA place Beauvau, me confia qu'il était brution et ancien du Collège naval.

Invité par les autorités ougandaises au début des années 2020, atterrissant à Kampala j'y suis accueilli par l'attaché de défense près l'ambassade de France, lieutenant-colonel brution, qui me fait rencontrer dès mon arrivée le patron de Total en Ouganda et recevoir par son ambassadrice.

Ou encore, lors de l'accompagnement du Premier ministre François Fillon au Cambodge en juillet 2011, je rencontre l'attaché de défense brution dans les ruines d'Angkor pendant la cérémonie présidée par le roi Norodom Sihamoni pour la fin des travaux de rénovation du temple Baphuon par l'architecte français Pascal Royère.

Plus classiquement, lors des comités Défense du GICAN nous nous retrouvons à plusieurs brutions, sous la présidence d'un ancien prix d'honneur du bahut.

Quatre membres du comité de rédaction du magazine CAIA sont brutions, démontrant l'implication des anciens élèves du Prytanée dans la vie collective de leur environnement, comme c'est aussi le cas d'un de nos camarades IGA brution que je rencontre dans mes activités de conseiller du commerce extérieur de la France , qui est aussi capitaine trompettiste bénévole dans l'orchestre des pompiers des Yvelines.

À proximité de notre corps on peut aussi citer l'IGETA Eric Waringhem qui a publié une étude sur le Prytanée militaire et les corps de l'armement.

Vestige du passé ou camaraderie hors de propos ? Les collèges et lycées militaires ont d'abord été ouverts aux enfants de militaires et aux pupilles de la nation. Républicains par nature, ses élèves portent une tradition qui fait souvent s'engager dans la défense avec loyauté et désintéressement. N'y aurait-il pas une action volontariste à conduire pour leur rouvrir une porte vers l'X et la DGA ?

QUELQUES DRONES DE PAR LE MONDE…

Par Xavier Lebacq,

Qu'est-ce qu'un drone ? C'est en anglais un faux bourdon, le mâle fécondateur de l'abeille et qui ne pique pas, à ne pas confondre avec le bourdon, mâle ou femelle, qui pique… Pourquoi avoir choisi ce nom anglais pour les véhicules non pilotés (UV, Unmanned Véhicules) qu'il désigne, notamment dans le domaine aérien mais désormais aussi dans les domaines terrestres et navals ?

Peut-être parce que les premiers drones furent en 1918 le Kettering bug (lieu-insecte), une torpille aérienne sans pilote de 120 km de portée, en 1935 le Queen bee (reine des abeilles), un avion de reconnaissance radiocommandé et en 1951 le Ryan Firebee (abeille de feu), un drone cible avec moteur à réaction. N'oublions pas le V-1 des Allemands redoutable drone kamikaze pendant la seconde guerre mondiale… Une bonne partie des premiers drones servait aussi de cibles pour l'artillerie. Le bourdonnement émis par les drones aériens peut effectivement faire penser à celui d'un faux bourdon et c'est encore plus vrai avec le bruit des petits moteurs électriques à hélices actuels…

Bien que les animaux, réels ou imités, aient inspiré nombre de drones, en vous recommandant la lecture de mon article paru en mars 2022 dans la revue de la CAIA, avec le lien suivant :
https://www.caia.net/revue-auteurs-rubriques-numeros/article/drones-d-animaux/948)

En langage militaire, on parle aussi couramment d'UAV (A pour *Aerial*/aérien), UGV (G pour *Ground*/terrestre) et USV (S pour Surface) et UUV (U pour *Underwater*/sous-marin). Tant qu'à faire on aurait pu aussi évoquer les UFO (*Unknown Flying Object* mais pas Unmanned) mais il y aurait eu risque de confusion… Enfin il y a les drones MALE (Moyenne Altitude Longue Endurance), doublement mâles car faux bourdons, et les drones HALE (Haute Altitude et Longue Endurance). La lettre Q désigne aussi un drone.

Bien que les drones navals et terrestres puissent faire l'objet de développements, notamment dans le domaine sous-marin, avec un foisonnement de drones de surveillance, de déminage et de combat, pour lesquels la France est en pointe avec les sociétés Exail, Naval Group et une kyrielle de PME.

Pour les drones équipés de caméra avec transmission vidéo en direct en radiofréquences ou par fibre optique,


Le Black Hornet


Le Reaper


Le missile V1


Le Sentinel CL 227 de Canadair


Le Shahed 136 (Gueran)


Le Kettering Bug

on parle de drone FPV (First Person View). L'armée française en utilise plusieurs types : le micro drone FX 70, le EBEE drone furtif de surveillance, le Patroller, le Black Hornet…

Bon ! L'essentiel est de retenir qu'ils ne sont pas pilotés par un humain installé à bord. Tesla en avait ouvert la voie en 1898 avec un premier bateau radiocommandé. Mais ils peuvent, bien entendu l'être à distance par l'humain ou être programmés, voire intelligents. Un petit cocorico aussi dans le paysage avec le français Max Boucher, qui passe pour être en 1917 l'inventeur du drone aérien, avion sans pilote de type Voisin 150 HP.

Pendant longtemps, la distinction fut faite entre les drones de surveillance et de renseignement, et les drones armés, comme le sont devenus les Predator puis Reaper américains. Au début des années 2000, la France et d'autres pays européens excluaient officiellement l'emploi de drones armés, et les drones étaient donc voués à la surveillance et au renseignement. Cela participait certes d'une grande humanité mais aussi d'une grande naïveté, dès lors qu'aucune institution internationale mondiale n'avait promulgué une telle interdiction, à la différence par exemple des armes chimiques, ou des armes à sous-munitions.

Le temps était à la psychanalyse, au principe de précaution, aux bons sentiments… Il suffit de visionner des films célèbres sur les questions éthiques et psychologiques soulevées par les drones : « Good Kill » qui évoque le stress psychique du pilote de drone qui, dans son container de pilotage sur une base américaine près de sa charmante petite maison, voit les cibles visées et tuées à des milliers de kilomètres de distance, « Eye in the Sky », qui évoque les contorsions nécessaires pour autoriser à très haut niveau politique des frappes avec le moindre effet collatéral civil. Je recommande tout particulièrement ce dernier film.

Il ne reste de ces temps vertueux, mais utopistes, que l'interdiction faite encore aujourd'hui d'autoriser un drone à des tirs létaux sans l'accord de l'humain. Pas sûr que cela dure longtemps avec les progrès de la robotique et de l'IA… Il faudrait d'ailleurs qu'on m'explique la différence entre un missile autoguidé et un drone qui tirerait une arme dès qu'il a repéré un ennemi présumé…

Le drone CL 227 de Canadair, une sorte de cacahuète développée au Canada et qui dans les années 1980 me semblait alors le véhicule idéal pour porter des brouilleurs et leurres électroniques navals.

On ne peut pas omettre l'apport important d'Israël à la technologie des drones militaires depuis les années 1970,



Le Neuron de Dassault



Le drone Sting Ukrainien, tueur de Shahed

avec les drones Scout, Pioneer, Heron, Harop, Hermes 450. Notre premier drone militaire classique, le Hunter, a été acquis à la société israélienne IAI.

Je me souviens encore de cet officier de l'armée de l'air israélienne qui m'expliquait que les moins bons des élèves pilotes étaient plutôt affectés aux commandes à distance de drones… Pas sûr que ce soit acté dans notre armée de l'Air ?

Avec l'essor des technologies de drones civils dans les années 2010, les drones militaires ont pu bénéficier d'avancées majeures : peu chers et terriblement efficaces, au point de mettre en doute l'intérêt d'armes sophistiquées, voire des blindés. L'art de la guerre doit désormais prendre en compte les drones, tant pour leur efficacité que pour leurs faibles coûts au regard de ceux, très élevés, des armements qui peuvent les détruire.

Heureusement, des solutions de contre-attaque de drones, parfois avec rusticité, voient le jour : brouillage, canon de 20 et 40 mm à grande cadence de tir, canon laser, à dispersion d'éclats, filets et lance-filet, drone tueur de drone à l'exemple du Sting ukrainien, spécialement dédié à la destruction des drones Shahed (appelés Gueran en Russie)… Et pourquoi pas d'ailleurs des rapaces apprivoisés ?



Le drone AAROK français

La technologie des drones est tellement répandue qu'aujourd'hui nombre de pays peuvent développer des flottes de drones.

Les développements technologiques du guidage par GPS (Ground Positional System), par satellite, par fibre optique et maintenant par intelligence artificielle (IA) confèrent aux drones des capacités redoutables, avec des charges militaires de quelques kilogrammes jusqu'à des centaines, des rayons d'action de dizaines jusqu'à des milliers de kilomètres et des autonomies de quelques dizaines de minutes à plus de 24 heures.

Bien entendu, ces « progrès » concernent aussi les drones terrestres et navals. Et que penser des robots humanoïdes, soldats de demain, produits par milliers par la Chine ?

Concernant les coûts des drones les plus gros, je ne peux m'empêcher de m'étonner des coûts et délais exorbitants des drones européens, notamment le drone Male ou l'Eurodrone dont un système coûte plusieurs fois celui d'un système Reaper américain… A quoi jouent donc nos grands industriels de l'armement ? Et certains de nos fonctionnaires pour financer de tels monstres, qui plus est en coopération !

Une menace pour les porte-avions ?

Devenu en quelque sorte un expert de porte-avions, je me suis interrogé sur leur résilience face aux systèmes de drones. Je suis en partie rassuré par le fait qu'un porte-avions et son groupe aéronaval sont en perpétuel mouvement loin des côtes. Sauf à disposer de satellite performant pour le recalage en vol de drones, un porte-avions est donc difficile à cibler et même les progrès du guidage terminal par caméra et intelligence artificielle laisseraient problématique de le cibler au large, la mer est vaste…. En outre, les protections par le groupe aéronaval et le groupe aérien embarqué sur des centaines de nautiques viennent compléter leur panoplie défensive.

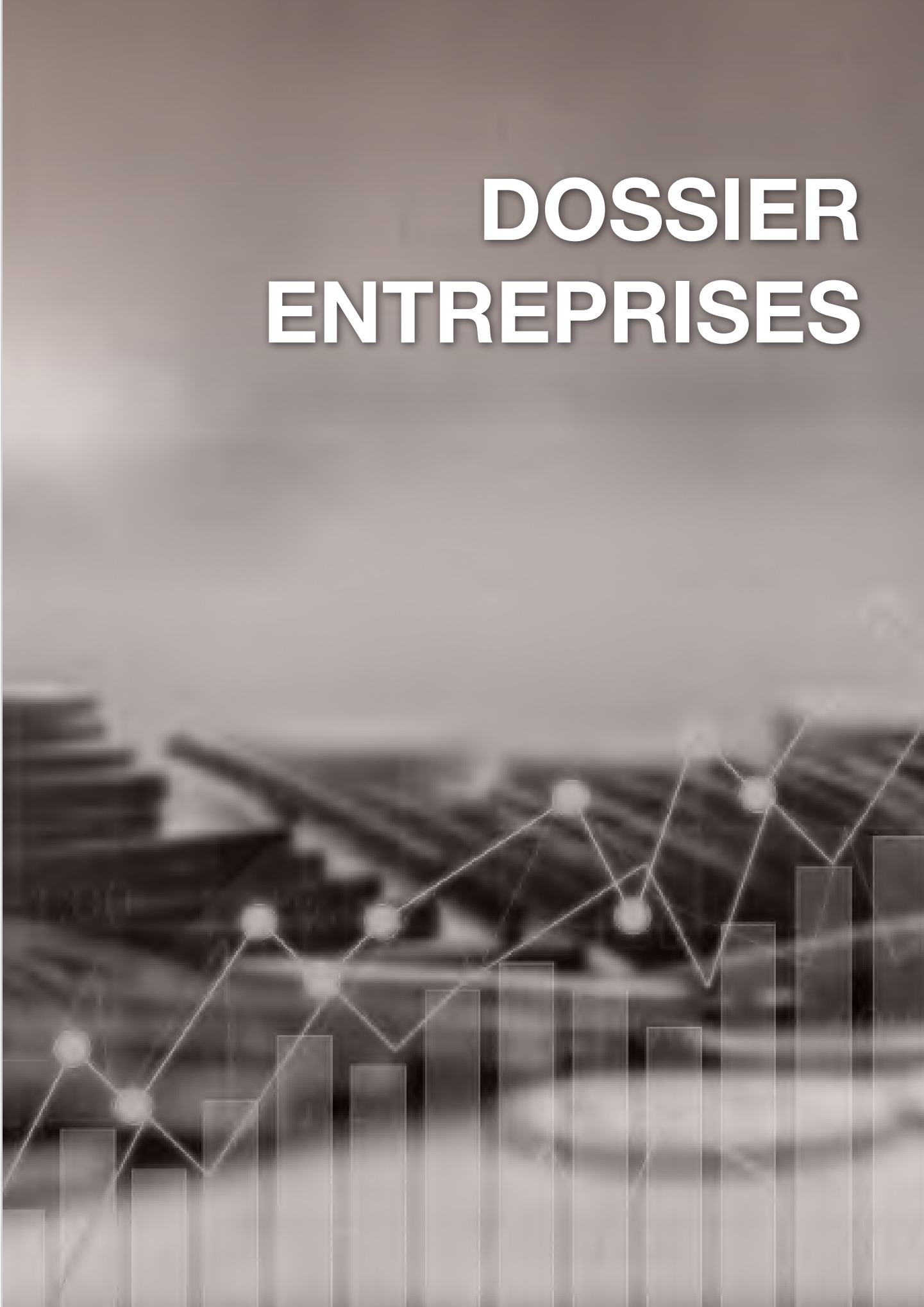
Je n'ai pas beaucoup parlé des drones navals et terrestres. Dans le domaine terrestre, on se souvient du drone allemand, le Leichter Ladungsträger Goliath (transporteur léger de charge) de la seconde guerre mondiale. Aujourd'hui de nombreux drones de renseignement, déminage, attaque sont en service. Dans le domaine naval, les performances des drones navals ukrainiens ont fait leurs preuves et ont dissuadé la puissante flotte russe de s'aventurer dans la mer noire…

Le monde des drones devient donc un élément clé du champ de bataille et du renseignement militaire. Ainsi les missiles antichars ont fait leur temps et les Ukrainiens n'en fabriquent plus ; les drones les ont remplacés !



L'Eurodrone

DOSSIER ENTREPRISES





©Louis VICART / armée de Terre / Défense

La SIMMT et la transformation du MCO-Terrestre

Deux ans après le lancement de l'Ambition 2030 du MCO-Terrestre, quelles sont les avancées de la transformation menée par la Structure intégrée du maintien en condition opérationnelle des matériels terrestres ?

L'opérationnalisation du soutien

L'exercice ORION 26 qui vient de s'achever, illustre bien l'évolution engagée dans nos armées. Avec plus de 10 000 soldats et 1 200 matériels terrestres majeurs engagés dans un scénario interalliés et interarmées de haute intensité, les forces terrestres ont démontré un niveau de préparation opérationnelle inédit depuis des décennies.

Pour la SIMMT, ORION 26 marque surtout l'atteinte d'un jalon majeur dans la transformation engagée avec ***l'Ambition MCO-T 2030*** : celui de l'opérationnalisation du soutien. L'exercice a notamment permis de mettre en œuvre la nouvelle mission de logistique amont terrestre confiée à la SIMMT via son pôle Soutien opérationnel. Cette fonction de coordination de l'ensemble des acteurs militaires et industriels sur la logistique des opérations est aussi la marque du changement de modèle du MCO-T. Un modèle qui mobilise nos partenaires industriels dans la préparation à un engagement majeur.

Ambition MCO-T 2030

La stratégie de la SIMMT inscrite dans l'***ambition MCO-T 2030*** a été établie en 2024, en cohérence avec le plan de transformation de l'armée de Terre, pour préparer nos forces à un conflit de haute intensité. Cette ambition 2030 s'est donné l'objectif de constituer un ***MCO-T de combat*** au travers un nouveau modèle porté par trois axes :

• ***une industrie prête à la guerre :*** renforcer les capacités de nos industriels, étatiques et privés pour soutenir une montée en puissance avec réactivité et résilience,

• ***un MCO-T prêt aux combats futurs :*** acquérir plus d'autonomie au niveau de la maintenance opérationnelle, par une organisation et des moyens adaptés,

• ***des énergies libérées pour une performance accrue :*** exploiter les compétences et les nouvelles technologies pour développer les performances et maîtriser les coûts.

Les premières réalisations
Cette transformation a modifié l'organisation du MCO-T à la SIMMT et dans l'adT, mais aussi la relation avec notre base industrielle. En particulier, la mobilisation de **l'industrie** aux enjeux de la haute intensité, appuyée par la participation d'une cinquantaine d'entre eux aux exercices **FLANDRE 25** et **ORION 26**, a permis d'embarquer nos partenaires industriels dans les conditions d'un engagement majeur, afin d'apporter des solutions immédiates à des difficultés logistiques ou de maintenance. Au-delà de la prise de conscience, ils ont pu matérialiser les menaces sur leurs sites de production ou sur leurs *supply chains*.

La mobilisation s'est également concrétisée, en lien avec la DGA, par la mise en œuvre de dispositifs exceptionnels tels que la réquisition, pour la première fois depuis la deuxième guerre mondiale, de personnes, de matériels et d'entreprises civils pour renforcer nos capacités industrielles.

La relation contractuelle évolue aussi. Les contrats globaux de soutien, adaptés aux activités régulières de temps de paix, ne sont souvent pas adaptés pour absorber des augmentations de charges rapides. La SIMMT revoit donc les démarches contractuelles pour se doter de la souplesse et des marges de manœuvre nécessaires, en réinternalisant en partie les approvisionnements, en reconstituant des stocks tampons et en recentrant l'activité de nos maîtres d'œuvres industriels sur leur plus-value. Les équipements communs ou les pièces issues de gammes commerciales sont intégrés dans des marchés transverses, mis en concurrence. Les contrats de soutien verticaux évoluent ainsi vers des marchés de soutien hybrides, dont la différenciation sur la valeur ajoutée apporte plus d'agilité, de résilience et de soutenabilité à notre modèle de soutien.

Cette stratégie s'accompagne d'un développement des **compétences**. Les métiers de l'approvisionnement et de la logistique sont perfectionnés grâce à de nouveaux outils et processus de planification. Avec le soutien de la DGA, la SIMMT a également renforcé ses capacités d'intelligence économique afin de mieux connaître et développer notre BITD. Le renfort des ingénieurs civils et des corps de l'armement, alloué par la DGA, contribue à développer l'ingénierie technique et contractuelle. Ces compétences soutiennent la **maîtrise technique et l'innovation**, devenues des leviers majeurs de performance et d'autonomie. En 2025, les nouvelles capacités de conception de réparation et d'adaptation des programmes d'entretien ont permis d'économiser 25 000 heures de maintenance, 15 000 jours d'immobilisation de matériels et plusieurs millions d'euros, réinvestis dans le soutien.

(suite de l'article en page 115)

La SIMMT

Acteur central du maintien en condition opérationnelle des matériels terrestres (MCO-T), la SIMMT assure depuis 2010 la performance du soutien pour l'ensemble des armées et services. Elle pilote le soutien de 400 parcs et de 13 000 types d'équipements. La SIMMT intervient sur tout le cycle de vie des matériels : elle élabore les stratégies de soutien dès leur conception puis elle pilote maintenance et logistique jusqu'au retrait de service.

Elle anime un vaste réseau d'acteurs : maintenance opérationnelle dans les régiments, brigade de maintenance, maintenance industrielle étatique (SMITer) et industriels privés. Cette organisation du MCO-T mobilise près de 14 000 personnels militaires et civils du ministère des Armées et probablement autant au sein de la Base Industrielle et Technologique de Défense (BITD).



©Thomas COLLANGE / armée de Terre / Défense

« La mobilisation s'est concrétisée par la mise en œuvre de dispositifs exceptionnels tels que la réquisition de personnes, de matériels et d'entreprises civils pour renforcer nos capacités industrielles. »

FLANDRE 25 & ORION 26

Structurer la logistique des opérations de grande ampleur

Depuis l'été 2024, la SIMMT est responsable de la logistique amont afin de renforcer le soutien d'une force terrestre de grande dimension, jusqu'au niveau division (plus de 20 000 soldats). Cette mission implique la coordination de l'ensemble des acteurs militaires et industriels contribuant au soutien des forces avant et pendant les combats.

Les exercices **FLANDRE 25** et **ORION 26** participent à cette transformation. Confrontée aux exigences de la haute intensité, la performance du soutien logistique terrestre repose sur l'anticipation, la résilience et une coordination étroite.

FLANDRE 25, *wargame* civilo-militaire, consacré au MCO des matériels terrestres (MCO-T) et à la logistique opérationnelle, prépare la montée en puissance, la projection et le soutien durable d'une division engagée face à un adversaire de niveau équivalent. L'exercice teste, en environnement dégradé, la robustesse des chaînes logistiques, la mobilisation de la BITD et l'intégration d'innovations telles que la robotique ou l'impression 3D. Il constitue un véritable laboratoire d'expérimentation pour une *supply chain* civilo-militaire plus performante.

ORION 26 complète ce dispositif en structurant le soutien à l'échelle stratégique, du territoire national jusqu'au théâtre d'opérations. Il s'appuie sur un centre opérationnel de logistique amont (CO LOG AMONT) expérimental, offrant une vision globale des besoins (rechanges, énergie, munitions, santé, soutien de l'homme, infrastructures) et une meilleure coordination entre armées, services interarmées, industriels et services de l'État.

L'objectif est de faire évoluer la logistique vers un modèle anticipé, synchronisé et résilient.

Le pôle SOUTOPS





©Julien PRUD'HOMME / armée de Terre / Défense

L'innovation

L'innovation à la SIMMT vise à améliorer la disponibilité des matériels, en réduisant les coûts et les temps de maintenance, au profit de ses activités propres comme à celles des unités de la maintenance terrestre, sur le territoire national et en opération. En lien avec les forces, la STAT et l'AID, la SIMMT accompagne les projets, de l'expérimentation jusqu'au déploiement.

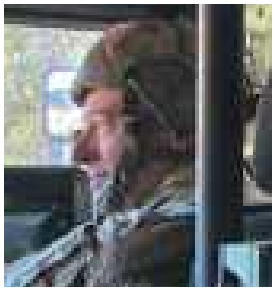
Depuis 2019, la SIMMT investit dans la **fabrication additive** selon deux axes : le déploiement massif de l'impression 3D (I3D) polymère et l'expérimentation de l'I3D métallique. Après avoir équipé toutes les formations du matériel, la SIMMT étend en 2026 la dotation en imprimantes à l'ensemble des régiments, soit près de 200 machines déployées. Ces moyens permettent la production à la demande de pièces de rechange et d'outillages à partir d'un catalogue administré par la SIMMT et alimenté grâce à la Reconnaissance d'Aptitude à la Conception délivrée par la DGA. Expérimentée en Roumanie dans le cadre de l'opération AIGLE, l'I3D métallique a confirmé son intérêt pour les forces, même si sa mise en œuvre est encore complexe.

Outil clé de sa transformation, la SIMMT investit sur la continuité **numérique** via les projets ICAR et DEDAL. ICAR fournit des tablettes Intradef, tandis que DEDAL introduit des bornes durcies en atelier. Ces outils facilitent l'accès à la documentation et la commande de pièces et servent de socle à d'autres projets comme ANTIDOTE et EVIDENT. ANTIDOTE est un outil de diagnostic universel permettant des analyses multimarques et la remontée des données. EVIDENT exploite les capteurs des équipements ICAR pour analyser les signatures vibratoires d'équipements afin d'ajuster les pas de maintenance.

IA Geoffrey MAGDA &
IETA Margot TAILLANTOU-CANDAU
Section ingénierie et innovation à la SIMMT

Enfin, la **transformation numérique** du MCO-T accélère cette dynamique. Son déploiement dans les régiments et à chaque niveau d'intervention assure désormais une continuité numérique et permet la valorisation des données dans tous les métiers. Pour conclure, le MCO-T se transforme avec détermination, avec des résultats concrets depuis 2 ans. En embarquant l'ensemble des acteurs étatiques et partenaires industriels, la SIMMT construit un modèle « bon de guerre ». ■

IGA Franck LECLERCQ
Directeur adjoint de la SIMMT depuis novembre 2025. A aussi exercé à la DMAé et à l'AIA de Bordeaux au SIAé, ainsi que dans les programmes d'armement (RAFALE, M2000…) à la DGA.



MAINTlog
Maintenance & Logistics



Sourcing, Réparation, Obsolescence :

Aucun équipement ne reste à quai !

- Soutien au MCO
- Sourcing international
- Résolution d'obsolescence
- Prestations de services
- Étude, conception et réalisation

+3 800 *fournisseurs*

+20 ANS *d'expérience*

Codification OTAN

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification

Ils nous font confiance

ST Engineering · MBDA · ESERCITO · NAVAL GROUP · CHANTIERS DE L'ATLANTIQUE

maintlog.fr

MAINTLOG

Une PME agile au cœur du MCO et des enjeux de la Guerre de Haute Intensité



Refabrication bâches du GBC 180 (obsolètes)



Réparation câble munition (réduction coût et délai)

Créée en 2004, MAINTLOG fournit des rechanges, répare des équipements et apporte des solutions aux obsolescences des Armées.

- 20 ans d'expérience au service de la Défense.
- 20 ans d'économies générées pour les armées et leurs services de soutien.
- 20 ans de réduction des délais d'approvisionnement en rechanges.

Ce bilan, MAINTLOG l'a construit en accompagnant les armées dans leurs contraintes les plus concrètes : maintenir les équipements en condition opérationnelle, dans les meilleurs délais et au meilleur coût.
MAINTLOG est capable de répondre là où les grandes structures montrent leurs limites.

Un modèle éprouvé face aux nouvelles exigences stratégiques

La politique de verticalisation industrielle a démontré à la fois ses atouts et ses fragilités. Le retour d'expérience du conflit ukrainien l'a confirmé : la réactivité, l'économie de moyens et l'agilité des TPE/PME constituent désormais un avantage opérationnel décisif. Dans un contexte de Guerre de Haute Intensité et de contrainte budgétaire persistante, réduire les délais d'approvisionnement, diversifier les sources et prolonger la durée de vie des équipements ne sont plus des options — ce sont des impératifs.

Des savoir-faire multi-domaines, une réponse sur mesure

Mobilité terrestre, véhicules blindés légers et lourds, domaine naval, défense aérienne et matériels d'environnement aéronautique : MAINTLOG intervient sur l'ensemble du spectre des équipements de défense. La société fournit et répare tous types de rechanges, sur étagère ou à la demande, y compris des composants hautement spécialisés tels que les fibres optiques tactiques et les guides d'ondes. La lutte contre l'obsolescence constitue un axe majeur de l'activité : réparation, refabrication et rétro-ingénierie pour prolonger la durée de vie des équipements. Autant de leviers qui permettent d'éviter le remplacement prématuré de systèmes encore opérationnellement pertinents, et de préserver les budgets de soutien.
Depuis sa création, MAINTLOG développe ses capacités en partenariat étroit avec ses fournisseurs et avec de grands groupes, dont Autodistribution, partenaire historique, afin d'élargir en permanence son potentiel. Cela lui permet de répondre aux marchés soit seule, soit en cotraitance ou soit en sous-traitance en fonction des besoins.

Services de soutien, industriels :

Vous souhaitez réduire vos coûts, sécuriser votre chaîne d'approvisionnement, résoudre une obsolescence critique ou prolonger vos équipements en service ? Contactez-nous. ■

Julian PAJOT, Directeur Général
E-mail : j.pajot@maintlog.fr / Tél : 06 77 33 79 19

MAINTlog
Maintenance & Logistics

RÉPAREZ — PROLONGEZ — ÉCONOMISEZ

MCO-TERRE

Une collaboration d'ensemble Thales - SIMMT pour une meilleure satisfaction des besoins opérationnels



Dans un contexte international marqué par une montée des tensions géopolitiques, la préparation de notre chaîne industrielle à une économie de guerre s'impose aujourd'hui comme une véritable priorité stratégique. C'est précisément cette exigence qui a conduit à la réflexion sur nos priorités et nos modes d'action pour relever, ensemble, les enjeux du soutien des forces, particulièrement dans un contexte de haute intensité ou face à un engagement majeur. Thales se positionne ici comme un partenaire pleinement mobilisé auprès de la SIMMT et résolument tourné vers l'innovation au service de la supériorité opérationnelle.

Thales innove avec la SIMMT pour bâtir un soutien logistique souverain, numérique et résilient.

Le succès de cette collaboration repose sur deux leviers fondamentaux. Le premier est l'échange transparent d'informations, qui s'appuie sur la proximité des équipes et le partage d'expertise technique concernant les matériels et leur utilisation sur le terrain. Au quotidien, environ 1 800 collaborateurs du groupe Thales cultivent une relation directe avec les opérationnels grâce à leur présence sur site et leur engagement de tous les instants. Cette immersion permet de parler le même langage, avec la volonté partagée de bâtir une relation de confiance et d'efficacité.

Le second levier réside dans un pivotement accéléré. Le retour d'expérience de l'Ukraine et les récents événements au Moyen-Orient nous montrent combien le soutien doit évoluer rapidement face à des situations incertaines et exigeantes. Plus largement, les nouveaux retours d'expérience en opérations soulignent toute l'importance d'être capable, dans des délais très courts, de réagir face à l'imprévu et à la désorganisation possible de la chaîne logistique.

Face à ces constats, notre feuille de route a été adaptée aux exigences de l'engagement majeur des forces terrestres. Cette nécessité d'agilité et d'anticipation, plus que jamais cruciale dans le domaine du soutien logistique, suppose d'intégrer des dispositifs innovants.

Pour réduire les délais de réparation, nous avons accéléré la constitution de stocks stratégiques en France, notamment au sein de notre nouveau Hub inauguré en

juin dernier à Cholet. Notre ambition est de pouvoir disposer, dès 2027, d'un stock sur étagère couvrant trois années d'engagement en haute intensité.

Parallèlement, pour garantir le juste niveau de réapprovisionnement, nous avons développé des solutions de supply chain numérique capables de tracer et d'optimiser en continu les flux logistiques. Enfin, l'anticipation et la réduction des temps d'immobilisation des matériels sont désormais rendues possibles grâce à un pilotage proactif de la maintenance.

Cette dynamique est lancée depuis plusieurs années pour accompagner la transformation du MCO-Terre dans toutes ses composantes. Depuis longtemps, Thales s'est résolument engagé aux côtés de l'Armée de Terre pour accompagner, sur le temps long, la transformation profonde de ce secteur dans toutes ses dimensions.

L'effort de modernisation s'est traduit par le déploiement de nouveaux outils numériques novateurs. Parmi eux, CAIN permet un diagnostic avancé, SCOT assure la gestion d'une supply chain digitalisée et opérée, tandis que PROMIST sert d'aide à la décision et au dimensionnement du MCO en projection. Thales accompagne également le programme de renouvellement du Système d'Information de maintenance, afin de relever un triple enjeu : simplifier, piloter et fluidifier les échanges entre tous les acteurs, qu'ils soient ministériels, interministériels ou industriels.

Cette modernisation passe aussi par une utilisation accrue de l'IA. Nous menons un important travail sur la place de l'intelligence artificielle dans la logistique terrestre pour anticiper au mieux les besoins, optimiser les dépenses et maximiser la disponibilité des matériels.

L'effort s'étend également à l'économie circulaire avec le projet ECODEF. Ce dernier marque une étape structurante en concrétisant la réflexion collective sur la mise en place d'un éco-organisme dédié à la Défense, visant une approche plus durable et responsable du soutien.

Enfin, de nouveaux modes de contractualisation voient le jour, à l'image du programme ABSOLU mis en place il y a déjà un an. Ce programme illustre parfaitement la capacité de nos équipes à innover en concrétisant tous les principes précédents dans un contrat unique, taillé sur mesure pour les besoins opérationnels. Il offre plus de stocks, des cadences renforcées et une pleine intégration de la supply chain. Grâce à ABSOLU, notre soutien opérationnel devient plus souverain, plus résilient et pleinement apte à faire face à des scénarios de haute intensité.

Forts de cette dynamique, nous partageons avec la SIMMT une ambition claire pour les années à venir : démontrer notre capacité commune à bâtir un modèle de soutien original, performant et hybride, fondé sur la transparence de l'échange d'informations et l'apprentissage mutuel.

Il s'agira d'être capables de gérer un parc de matériels aussi riche que diversifié, tout en optimisant chaque dépense pour délivrer aux forces le meilleur service, quelles que soient les circonstances et les scénarios auxquels elles pourraient être confrontées.

Pour Thales, il s'agit aussi d'assumer pleinement notre rôle de leader de la Base Industrielle et Technologique de Défense (BITD) dans cette relation. Nous ne sommes pas le seul industriel engagé, mais nous sommes convaincus d'avoir un rôle moteur à jouer. Notre mission est de structurer la démarche autour des outils numériques, de standards d'échange et de méthodes éprouvées, toujours dans l'esprit ouvert et collaboratif qui caractérise le programme ABSOLU. Notre engagement est d'être force de proposition, sans exclure personne, tout en étant le garant de la réussite collective et de la réponse à vos exigences.

L'ensemble des activités proposées dans ce programme témoigne de la richesse de la collaboration entre Thales et la SIMMT. Ces échanges constructifs permettent d'éclairer progressivement la feuille de route qui s'ouvre devant nous, avec pour objectif ultime d'assurer la bonne satisfaction des besoins opérationnels dans un environnement particulièrement exigeant. ■

Emmanuel SPRAUEL
VP Milieu Terre (et ancien ICA - promotion ENSTA 1988)
Thales

THALES

INEO
UNE MARQUE DE **EQUANS**

EXAVISION
UNE MARQUE DE **EQUANS**

CONCEVOIR, INTÉGRER ET DÉPLOYER DES SOLUTIONS ET DES SERVICES ADAPTÉS AUX ENJEUX DE DÉFENSE

- COMMUNICATIONS SENSIBLES ET STRATÉGIQUES
- GUERRE ÉLECTRONIQUE
- DURCISSEMENT D'INFRASTRUCTURES CRITIQUES
- INTÉGRATION DE PRODUITS ET SYSTÈMES EN ENVIRONNEMENT CONTRAINT
- OPTRONIQUE DE DÉFENSE ET SURVEILLANCE

Ingénierie | Industrialisation | Déploiement | Soutien

Ineo Defense et sa filiale Exavision, grâce à leur savoir-faire multi-technique et leurs solutions adaptées aux enjeux de Défense, contribuent à sécuriser les communications sensibles, protéger les infrastructures critiques, produire et exploiter du renseignement, déployer des centres de commandement mobiles, soutenir les opérations et optimiser la gestion logistique complexe au service des Forces armées.





Crédits photos : ©Djamal-Edine Issouf / ECPAD / Défense - ©Ineo Defense

Ineo Defense

Établissement de Vélizy
23, rue Général Valérie André – Inovel Parc Sud
CS80526 – 78457 Vélizy-Villacoublay – France

Email : ineodefense.commerce@equans.com

www.equans.fr/votre-activite/defense/ineo-defense

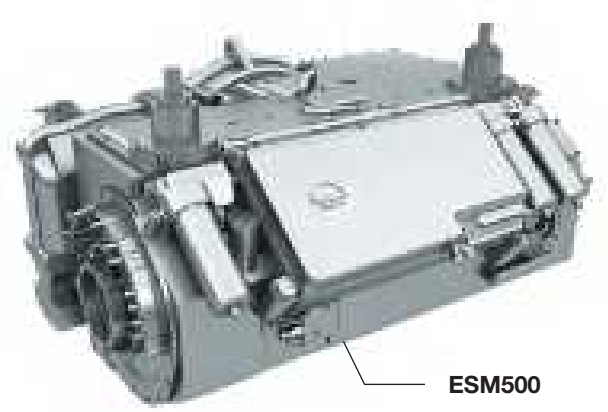
EQUANS
EMPOWERING TRANSITIONS

RENK FRANCE

Du maintien en condition opérationnelle à la mobilité blindée de nouvelle génération

Deux ans après le lancement de l'Ambition 2030 du MCO-Terrestre, quelles sont les avancées de la transformation menée par la Structure intégrée du maintien en condition opérationnelle des matériels terrestres ?

Filiale du groupe RENK, RENK France est un acteur de référence dans le domaine des systèmes de mobilité pour véhicules blindés à roues et à chenilles. L'entreprise développe, produit et soutient des transmissions automatiques, des groupes motopropulseurs et des solutions de mobilité destinés aux forces terrestres. Son expertise couvre l'ensemble du cycle de vie des équipements, depuis leur conception jusqu'à leur maintien en condition opérationnelle. Cette double compétence, associant soutien des matériels en service et innovation technologique, permet à RENK France d'accompagner les armées dans la durée tout en préparant les capacités de mobilité de demain.



ESM500

Le maintien en condition opérationnelle au service des forces

RENK France assure le maintien en condition opérationnelle (MCO) des transmissions ESM500, ENC200 et RECO, contribuant directement à la disponibilité des véhicules blindés de l'armée de Terre. Ces systèmes équipent notamment le char Leclerc, l'Engin Blindé du Génie (EBG) et l'ERC 90, dont la mobilité constitue un facteur essentiel de l'efficacité opérationnelle et de la capacité d'engagement des forces.

Cette activité s'inscrit dans le cadre du soutien des matériels relevant de la Structure intégrée du maintien en condition opérationnelle des matériels terrestres (SIMMT). Grâce à son expertise historique dans le développement et le soutien des systèmes de transmission militaires, RENK France dispose d'une connaissance approfondie des architectures, des performances et des contraintes d'emploi des équipements qu'elle soutient. Cette maîtrise technique, acquise à travers la conception de plusieurs générations de transmissions et leur maintien en service, constitue un atout majeur pour garantir un soutien efficace tout au long du cycle de vie des équipements, depuis l'expertise et la réparation jusqu'au traitement des obsolescences et à l'amélioration continue de leur fiabilité.

Le soutien des transmissions ESM500 est assuré dans le cadre du dispositif industriel de soutien du char Leclerc, tandis que les transmissions ENC200 et RECO font l'objet d'un contrat de soutien directement piloté par la SIMMT. Grâce à ses moyens industriels et à son savoir-faire reconnu, RENK France garantit la pérennité de ces équipements et contribue au maintien d'un haut niveau de disponibilité technique opérationnelle.

Au-delà de la maintenance, cette activité constitue également une source précieuse de retour d'expérience. Les enseignements tirés des matériels en service alimentent directement les développements futurs de l'entreprise et permettent d'intégrer dès la conception les exigences de fiabilité, de maintenabilité et de disponibilité attendues par les forces terrestres.

Préparer les capacités de mobilité de demain

Au-delà du soutien des matériels en service, RENK France participe activement au développement de la prochaine génération de solutions de mobilité militaire. Cette ambition s'inscrit dans la stratégie « NextGen Mobility » du groupe RENK, qui vise à répondre aux besoins croissants de performance, de modularité, de numérisation et de soutien des futures plateformes terrestres.

[suite de l'article p122]



ESM 280 : la nouvelle génération pour les véhicules blindés à roues

Développée par RENK France, l'ESM 280 est une transmission automatique destinée aux véhicules blindés à roues médians et lourds. Contrairement à de nombreuses solutions présentes sur le marché, elle n'est pas issue de l'adaptation d'une transmission civile. Elle a été conçue dès l'origine pour un usage militaire, en s'appuyant sur plusieurs décennies d'expérience acquises dans le domaine de la mobilité des véhicules blindés. Cette approche garantit une indépendance durable vis-à-vis des évolutions technologiques du secteur automobile civil et permet de répondre pleinement aux exigences des forces armées en matière de robustesse, de disponibilité et de pérennité.

Dans un contexte où l'hypermobilité tactique devient un facteur déterminant de supériorité opérationnelle, les véhicules blindés doivent être capables d'évoluer rapidement sur des terrains variés, sous des charges croissantes et dans des environnements toujours plus exigeants. L'ESM 280 a été conçue pour répondre à ces nouveaux défis tout en offrant un haut niveau de fiabilité et une grande facilité d'intégration.

Capable de transmettre jusqu'à 850 cv pour un couple maximal de 3 500 Nm, elle bénéficie de technologies éprouvées issues de l'expérience acquise par RENK sur les véhicules de combat. Sa compacité permet son intégration aussi bien sur les plateformes de nouvelle génération que dans le cadre de programmes de modernisation. **Cette nouvelle transmission sera présentée à Eurosatory 2026 sur le stand RENK (Hall 6–J280).**

HSWL 406 : la mobilité des futurs véhicules chenillés lourds

Développée dans le cadre de la coopération franco-allemande du groupe RENK, la HSWL 406 est destinée aux futurs véhicules de combat chenillés de 50 à plus de 70 tonnes. Elle répond aux besoins émergents des armées en matière de puissance, de modularité et d'intégration numérique.

Sa conception modulaire lui permet de s'adapter à différentes architectures de véhicules tout en restant compatible avec les principaux motoristes du marché. Elle intègre également des fonctions numériques avancées destinées à préparer les futures capacités de conduite assistée ou autonome.

Capitalisant sur plusieurs décennies d'expérience acquise sur les transmissions équipant notamment les chars Leclerc et Leopard, la HSWL 406 constitue une nouvelle étape dans l'évolution des systèmes de mobilité militaires. Sa première intégration sur véhicule est prévue à partir de 2027.

« RENK France assure le MCO des blindés actuels et développe les transmissions ESM 280 et HSWL 406 pour la mobilité de demain. »

Une offre globale de mobilité militaire

Avec le soutien des transmissions en service et le développement de solutions innovantes telles que l'ESM 280 et la HSWL 406, RENK France accompagne l'ensemble du cycle de vie des véhicules blindés. L'entreprise complète cette offre par ses capacités de conception de groupes motopropulseurs et de production locale de l'ensemble de la gamme de suspensions HORSTMAN.

En associant expertise de soutien, innovation technologique et maîtrise industrielle, RENK France confirme son rôle de partenaire stratégique au service de la disponibilité opérationnelle des forces et de la préparation des capacités terrestres de demain. ■

RENK


MP2 technologies

Skyld, une technologie de rupture pour protéger l'IA

Si l'intelligence artificielle (IA) est dans toutes les bouches, et que les risques qu'elle pourrait poser en matière de cybersécurité font les gros titres, la protection de l'IA face au risque de vol de propriété intellectuelle ou de conception d'attaques adversariales est un sujet négligé. Skyld, passée par le start-up studio d'INRIA et par l'incubateur de l'université de Berkeley, accélère le déploiement de sa technologie de protection de l'IA embarquée ou déployée on-premises, avec de nombreux cas d'usage.

Garder l'avantage sur le champ de bataille

En Ukraine, la guerre est de haute intensité sur le terrain mais aussi en matière d'innovation, où l'échelle de temps caractéristique est de l'ordre de la semaine, grâce à la place de plus en plus prépondérante qu'occupe le logiciel dans les systèmes d'armes – notamment les drones. De part et d'autre de la ligne de front, on s'adapte en cycle court aux dernières innovations de l'adversaire, que ce soit pour les copier ou les contrer.

Un drone qui tombe entre les mains de l'ennemi a un double impact :

- Les modèles d'intelligence artificielle embarqués, entraînés pour reconnaître des véhicules, des fantassins… ou encore pour le guidage terminal en autonomie, peuvent facilement être récupérés dans la mémoire du drone, et copiés par l'adversaire pour être implémentés sur ses propres systèmes d'arme !
- Au-delà de la perte d'avance technologique, les dommages peuvent être plus considérables encore si, en disséquant le fonctionnement du modèle, l'ennemi peut comprendre comment le duper (par exemple au moyen de motifs permettant de faire croire qu'un char est une banale voiture…) : ce que l'on nomme des attaques adversariales.

L'enjeu ne se limite pas aux drones dont le logiciel évolue constamment, comme le démontre la découverte récente, en Syrie, de l'autodirecteur intact d'un missile appartenant au système américain THAAD de défense antimissile, largement employé dans le conflit avec l'Iran et également déployé, par exemple, en Corée. Sur ce type de systèmes, dont les versions évoluent beaucoup plus lentement, la compréhension des capacités de l'adversaire est susceptible de donner un avantage à la fois immédiat et durable.



Des enjeux cruciaux dans la BITD comme dans le secteur civil.

La protection des modèles d'IA ne se limite pas à la guerre, ni même au secteur de la défense. On peut notamment penser au secteur de l'automobile, ou plus largement des transports, où des équipementiers développent des sous-systèmes critiques de plus en plus numérisés et où la valeur ajoutée tient d'ores et déjà à l'incorporation d'une IA très spécifique et pointue : reconnaissance d'obstacles s'appuyant sur des capteurs multiples, aide ou stationnement ou systèmes de sécurité, maintenance prédictive…

Le développement de ces modèles repose sur des données dont l'acquisition et la labellisation sont coûteuses, sur de nombreuses heures d'ingénieurs de haut niveau, et *in fine* sur des tests exhaustifs qui représentent encore un investissement humain et financier.

Chiffrer ne protège pas – l'avantage apporté par Skyld

On pourrait penser que chiffrer le modèle en mémoire permet de le protéger, et c'est d'ailleurs l'approche adoptée par les rares acteurs qui ont pris conscience de la problématique. Cependant, le modèle est déchiffré lors de son exécution, et il est alors aisé de le récupérer : c'est ce que les experts de Skyld ont pu démontrer sur l'algorithme SafetyCore développé par Google et implémenté sur ses smartphones Pixel.

L'approche de Skyld est complètement différente et découle des travaux de sa fondatrice pendant et suite à sa thèse en cryptographie : les poids du modèle ne sont pas chiffrés, c'est l'ensemble du réseau de neurones qui est modifié, pour ajouter du bruit pseudo-aléatoire sur les poids. Les données à traiter traversent ce modèle altéré, et la sortie est corrigée grâce à la connaissance du pseudo-aléa (soigneusement protégé !) pour retomber sur le résultat qui aurait été celui du modèle initial. Ce dernier est ainsi resté à l'abri bien qu'étant embarqué ou déployé chez le client !

Skyld en quelques mots

Skyld a remporté de nombreux prix en France (Trophées de l'embarqué en 2026) ou en Europe (European Cyber Week 2023, European Cyber Security Organisation Start-up Award 2024).

Après une première levée de fonds en octobre 2025, l'entreprise, basée à Rennes, accélère ses déploiements dans l'industrie automobile, les systèmes audio (enceintes, home cinema…) et dans le secteur de la défense (start-ups, grands intégrateurs, évaluation en cours par DGA-MI sous couvert de l'Agence Innovation Défense).

L'achat d'une voiture étant moins règlementé – et meilleur marché – que celui d'armement, est-il raisonnable de ne pas protéger cet avantage compétitif chèrement acquis, en laissant n'importe quel concurrent accéder facilement – pour le prix d'un véhicule, ou même d'une pièce de rechange – aux quelques neurones informatiques qui concentrent le résultat de ces travaux ?

Une protection complète de votre propriété intellectuelle.

S'il est essentiel de se protéger de ses concurrents directs, il existe d'autres risques, liés aux partenaires – un système d'arme comme un système industriel se conçoivent et se déploiement rarement seul – et au client final.

Ainsi, il est essentiel pour un sous-traitant critique de préserver sa place dans la chaîne de valeur, en protégeant son savoir-faire et sa propriété intellectuelle pour que le maître d'œuvre d'ensemble ne puisse se passer de lui pour la prochaine génération. Si cette problématique n'est pas neuve, elle devient centrale à une époque où le logiciel, dont l'IA, prend une part croissante de la valeur ajoutée : la copie est facile, et s'agissant de modèles d'IA la dénégation est également aisée (en modifiant quelques poids à la marge, on peut prétendre être « retombé » sur le même modèle à partir de ses propres données, forcément non-partageables…). Les solutions de Skyld répondent également à cette problématique, en rendant le modèle inviolable.

Enfin, au-delà de l'IA embarquée, l'IA déployée *on-premises* – sur des serveurs, mais chez le client, pratique particulièrement développée dans le secteur de la défense pour des raisons légitimes de souveraineté et de sécurité informatique – est également une source de risque économique : sans la protection adéquate, un client indélicat pourrait ne payer que quelques licences – voire se contenter d'une expérimentation – et répliquer le logiciel sur un nombre beaucoup plus important de serveurs…

Grâce à son contrôle fin des clefs d'activation du modèle, Skyld permet à ses clients de suivre le déploiement et l'utilisation de leurs modèles, de sorte à pouvoir monétiser le résultat de leurs travaux à leur juste valeur !

Transformez vos modèles IA en actifs sûrs et valorisables

Dans un monde où le logiciel et l'IA prennent une place croissante, et où la concurrence est acharnée, Skyld et son approche technologique unique visent à protéger les Etats comme les entreprises innovantes du risque de que leurs modèles d'IA ne tombent entre de mauvaises mains ou ne soient détournés. Pour en savoir plus ou pour un pilote, n'hésitez pas à nous contacter ! ■

Marie Paindavoine
cofondatrice et CEO : marie@skyld.io

Anjuli Manche
cofondatrice et Chief Growth Officer/
responsable commerciale : anjuli@skyld.io

SKYLD



AURA M, la filiale militaire d'AURA AERO, prend son envol

L'intérêt de l'exploitation à usage militaire des avions de voltige de la gamme INTEGRAL, de l'avion régional l'hybride ERA et du drone MALE ENBATA du constructeur aéronautique toulousain AURA AERO, se confirme. Sa nouvelle filiale AURA M, dirigée par le Général Stéphane Mille, ancien chef d'état-major de l'Armée de l'air et de l'espace (2021-2024), met son expertise au service de la Défense Nationale et des armées. État des lieux avec le Général Mille.



©AuraAero

Général Stéphane Mille

Pourquoi AURA AERO a-t-elle déployé une branche militaire 100 % indépendante ?

L'idée germait depuis un petit moment dans l'esprit de ses fondateurs, Jeremy Caussade, Wilfried Dufaud et Fabien Raison, dans la mesure où leurs projets phares intéressaient plusieurs armées de l'air. Il ne manquait à ces pionniers de l'aviation française décarbonée, qu'une seule chose : maîtriser le langage militaire. Le lancement de la compétition du drone MALE Low Cost (drones bas du spectre capables) lancée par la DGA en juin 2025 à l'occasion du Salon du Bourget fut l'évènement déclencheur de cette aventure entrepreneuriale à laquelle j'adhère totalement.

Le premier produit phare est l'avion de voltige de la gamme INTEGRAL. Quelles sont ses spécificités et que peut-il apporter aux armées ?

La France est la nation championne du monde de voltige. Malheureusement, elle ne dispose plus sur son sol d'entreprise capable de construire en série des appareils sûrs et performants. Ce petit bi-place vient combler ce manque. La gamme comprend INTEGRAL R de 210 chevaux, un avion certifié qui effectue déjà des vols réguliers ; INTEGRAL S de 180 chevaux, un avion-école de début en fin de certification dont la première vente a eu lieu lors du salon ARO Friedrichshafen 2026 et enfin INTEGRAL E, 100 % électrique. Ce dernier, avec les

mêmes capacités que INTEGRAL R dispose d'une autonomie d'une heure et demie. INTEGRAL intéresse déjà plusieurs armées de l'air dont la Royal Air Force qui a lancé un appel à projet afin de revoir toute sa gamme d'avions de début et de vols de familiarisation (Royal Air Force Cadet). Cette flotte de près de 90 avions doit être modernisée. Un autre contrat avec une nation du nord de l'Europe, souhaitant également renouveler sa flotte d'avions de début, pourrait se conclure rapidement. Le troisième prospect, et non des moindres, est l'Armée de l'air française qui voit en INTEGRAL E le moyen d'entrer dans une nouvelle ère de modernité d'ici fin 2027, début 2028 selon notre feuille de route.

ERA, votre avion régional hybride-électrique de 19 places, suscite-t-il le même intérêt ?
L'usage dual civil et militaire comme la modernité de l'ERA (INTRUDER dans sa version militaire) présente de nombreux avantages. Le prototype de cet appareil est en cours de construction. Il prendra son envol fin 2027 et les livraisons seront assurées dès 2030. Hybride, il intègre la dimension de décarbonisation avec 8 moteurs électriques disposés sur ses ailes et deux turbines d'hélicoptère H160 qui rechargent les batteries et lui donnent une autonomie régionale. Dans sa version militaire, une telle configuration permet tout à la fois de disposer d'un appareil de formation initiale pour les pilotes de transport, d'un appareil de transport VIP au confort exceptionnel, d'un appareil capable de générer une capacité électrique hors normes (équivalente à celle d'un E3F-AWACS)… Un appareil discret sur le plan acoustique et thermique à l'atterrissage…

En 2023, lorsque l'Armée de l'air devait remplacer le XINGU qui arrivait en fin de vie, j'avais déjà repéré le potentiel de ERA pour une école de début. Hélas, les délais de fabrication étaient incompatibles avec le calendrier. Peut-être que ce qui n'était pas possible à l'époque pourrait finalement se réaliser.

Les drones sont au cœur de l'actualité. Que pouvons-nous attendre de votre drone MALE ENBATA ?
ENBATA valide tous les critères inscrits dans l'appel à projet de la DGA. Ce drone d'une masse maximale de 2 tonnes dont une tonne de charge utile (carburant inclus) peut voler à une vitesse de 160 nœuds à 25 000 pieds d'altitude. En cours d'assemblage, son premier vol est attendu avant fin 2026 pour une mise en service en 2028. ENBATA se distingue car il est conçu dès le départ comme un drone. Il n'est pas vraiment surprenant que l'optimisation du vecteur conduise à un appareil présentant des similitudes avec REAPER de Général Atomics. ITAR-FREE pour garantir la souveraineté nationale, il est en cours de certification EASA (European Union Aviation Safety Agency) ce qui est une vraie valeur ajoutée et une première mondiale. Cette certification, non obligatoire dans un cadre militaire, et son autonomie de 40 à 55 H (soit 2 jours de permanence) ouvrent la voie à d'autres champs d'applications civils comme par exemple la surveillance des feux de forêts, des mouvements de migrants...

Le mot de la fin, Général Mille ?
Je ne peux qu'encourager les visiteurs d'Eurosatory (qui découvriront le profil définitif d'ENBATA) à venir nous voir sur notre site pour mesurer l'ampleur du travail accompli. Chez AURA AERO, on construit, on innove et on révolutionne ! L'aspect DIGITAL Native de l'entreprise est un atout pour la réactivité, l'adaptabilité, et la maitrise des couts au profit des forces. J'ai rejoint Aura Aero car je peux, à travers ce projet aéronautique français, poursuivre mon engagement de 38 ans au sein de l'armée de l'air et de l'espace. J'en suis ravi.

« De la voltige électrique aux drones souverains, AURA AERO accélère l'innovation aéronautique civile et militaire moderne »

L'actualité 2026 d'AURA AERO et AURA M

- 2025 : Première entreprise aéronautique à percevoir une subvention de 125 M d'euros de l'UE dont 95 M du fond de décarbonisation.
- 2025 : AURA AERO retenue dans l'appel à projet Drone bas du spectre au Salon du Bourget
- 2026 : Levée de fond permettant de sécuriser près de 340 M d'euros pour garantir la feuille de route d'AURA AERO pour les deux ans à venir et la construction de l'outil industriel (AURA Factory de 50 000 m^2 à Toulouse-Francazal pour la production militaire). Anecdotiquement, il s'agit de l'ancienne BA 101, première base aérienne française créée en 1934, un vrai symbole !!!
- 2026 : signature des 20 premières commandes fermes d'ERA (750 lettres d'intention signées) permettant de passer d'une logique « je suis intéressé » à une logique « je veux ».
- 2026 : passage de la cadence de livraison de INTEGRAL de 1 à 2 par mois. ■





DRAGON P30

Le drone logistique multi-missions au service des opérations modernes

Une nouvelle réponse aux défis logistiques militaires

Les opérations militaires évoluent rapidement. Les unités sont plus dispersées. Les terrains d'engagement deviennent plus complexes. Les besoins logistiques doivent donc gagner en réactivité et en flexibilité.

Dans ce contexte, les drones logistiques lourds prennent une place croissante dans les architectures de soutien modernes. Leur rôle est clair : acheminer rapidement du matériel sur des zones difficiles d'accès, sans mobiliser de moyens lourds. Développé par Pilgrim Technology, le DRAGON P30 s'inscrit pleinement dans cette évolution. Ce drone logistique multi-missions peut transporter jusqu'à 30 kg de charge utile. Son autonomie élevée lui permet de couvrir de longues distances et d'enchaîner les missions sans ravitaillement fréquent.

Le système se distingue également par sa grande polyvalence. Grâce à sa conception « payload agnostic », il peut intégrer différents types de charges utiles sans modification lourde de la plateforme. Cette flexibilité lui permet de répondre à des scénarios opérationnels très variés.

Pensé pour les environnements exigeants, le DRAGON P30 combine robustesse, modularité et simplicité de déploiement. Il apporte ainsi une réponse adaptée aux besoins des forces modernes, sur terre comme en mer.

Une capacité éprouvée en environnement montagneux

Le DRAGON P30 a démontré ses capacités lors de l'exercice ORION, en haute altitude et par grand froid. Dans ce type d'environnement, les contraintes logistiques sont particulièrement fortes. Les reliefs escarpés et les terrains à fort dévers compliquent les déplacements et ralentissent le ravitaillement des unités engagées. Le drone permet d'acheminer rapidement des charges vers des zones difficiles d'accès. Il réduit également l'exposition des personnels. Grâce à son système de treuil et à son largueur, le DRAGON P30 peut déposer du matériel avec précision sans nécessiter d'atterrissage. Cette capacité représente un avantage important pour les unités opérant sur des terrains accidentés ou isolés.

Le système a également été conçu pour maintenir ses performances dans des conditions dégradées. La redondance des capteurs et les dispositifs de stabilisation renforcent la continuité de mission.

Une logistique terrestre plus agile

Les expérimentations menées à Saint-Cyr-Coëtquidan ont confirmé l'intérêt opérationnel du DRAGON P30 pour les missions de logistique terrestre. Plusieurs mises en situation ont démontré l'efficacité d'un ravitaillement rapide, quelles que soient les contraintes du terrain. Le drone permet de transporter rapidement du matériel vers des

unités dispersées ou isolées. Il limite également le recours à des moyens plus lourds pour des besoins ponctuels. Cette approche rend la logistique plus souple et plus réactive. Elle complète efficacement les chaînes de soutien traditionnelles.

L'architecture modulaire du DRAGON P30 permet aussi d'intégrer rapidement différents équipements ou capteurs selon les besoins de la mission. Cette polyvalence favorise une utilisation continue de la plateforme. Son interface homme-machine a été conçue pour être particulièrement intuitive. Elle réduit le temps de formation nécessaire au pilotage et facilite la prise en main du système.

Un retour d'expérience significatif dans le domaine maritime

Le domaine maritime constitue aujourd'hui le principal retour d'expérience opérationnel du DRAGON P30. Depuis plus de trois ans, le système est utilisé pour le largage de bouées Sonoflash de Thales DMS. Ces opérations ont permis de valider les capacités du drone dans un environnement naval exigeant.

Le DRAGON P30 a également participé à l'exercice Wildfire. À cette occasion, il a réalisé des largages de grenades Naval Group avec des appontages depuis une FREMM. Ces démonstrations ont confirmé sa capacité à opérer depuis des bâtiments de la Marine nationale dans des conditions réalistes.

« Les drones permettent d'assurer une distribution plus rapide, plus fine et plus flexible des ressources critiques. »

Plusieurs caractéristiques renforcent son intérêt pour les opérations navales. Son encombrement réduit facilite l'embarquement sur des bâtiments de petite taille. La rapidité de mise en œuvre et la maintenance simplifiée constituent également des avantages importants pour les missions longues ou éloignées des infrastructures de soutien. Le DRAGON P30 poursuivra cette montée en puissance lors de l'exercice OTAN RAPMUS, organisé au large de Lisbonne en septembre prochain. Il sera engagé dans des missions de détection de mines flottantes.

Une plateforme conçue pour la continuité de mission

Le DRAGON P30 ne se limite pas à une fonction de transport. Il s'inscrit dans une logique plus large de plateforme multi-rôles. Sa conception « payload agnostic » permet d'adapter rapidement les charges utiles selon les besoins opérationnels. Cette approche améliore la flexibilité du système et limite les contraintes liées à la multiplication des plateformes spécialisées.

Le drone a également été pensé pour garantir la continuité de mission. Les systèmes critiques sont redondants. Les dispositifs de sécurité intégrés renforcent la fiabilité de l'ensemble, même dans des conditions difficiles. Cette évolution traduit un changement plus global dans l'emploi des drones. Ils ne sont plus considérés comme des outils isolés, mais comme des composantes pleinement intégrées de la manœuvre et des chaînes logistiques modernes.

Vers une logistique plus distribuée

L'arrivée de drones logistiques lourds comme le DRAGON P30 ne remplace pas les moyens conventionnels. Elle vient les compléter. Les plateformes traditionnelles conservent leur rôle central dans le transport de masse. En parallèle, les drones permettent d'assurer une distribution plus rapide, plus fine et plus flexible des ressources critiques. Cette complémentarité répond directement aux nouveaux besoins opérationnels : dispersion des unités, accélération du tempo des opérations et nécessité de conserver une forte capacité de réaction.

Anne-Marie HAUTE, CEO de Pilgrim Technology, souligne cette évolution : *« Le développement du DRAGON P30 s'inscrit dans une volonté de répondre à une transformation des usages. L'enjeu n'est pas uniquement de proposer un vecteur performant, mais de contribuer à des chaînes logistiques plus agiles et plus résilientes. »*

Bernard PONSOT, Directeur du Développement au sein du Groupe ALCOM, ajoute : *« Notre partenaire PILGRIM TECHNOLOGY a développé une gamme de drones logistiques multi-missions avec le DRAGON P30 qui vient combler le segment entre les micro-drones et les drones hélicoptères, avec des performances techniques élevées et un coût de possession faible. »*

Le DRAGON P30 illustre ainsi l'émergence d'une nouvelle génération de capacités logistiques. Des systèmes plus mobiles, plus polyvalents et mieux adaptés aux théâtres d'engagement modernes. ■

AERIX SYSTEMS



AXS-U1

DRONE MULTI-MISSIONS NOUVELLE GÉNÉRATION

100 %
PROPULSION OMNIDIRECTIONNELLE

COMMANDES & PILOTAGE

Autonome ou contrôlé en FPV

Système Plug&Play : déployable en 1 minute

Navigation intuitive et formation réduite

INTÉGRATION LIBRE
(IA, Liaisons de données, Charge utile, C2...)

SYSTÈME AGNOSTIQUE
(LAD, MTO...)

PERFORMANCE

VITESSE	jusqu'à 200 km/h
ENDURANCE	jusqu'à 20 km
PRÉCISION	niveau centimétrique (360°)
RÉSISTANCE VENT	jusqu'à 100 km/h
DIMENSIONS	40cm x 40cm x 8cm
CHARGE UTILE	jusqu'à 1.5kg (reco. 1kg)
AUTONOMIE	10 min

POLYVALENCE

MTO / MISSILE DE CROISIÈRE



- Système programmable pouvant intégrer tout type de trajectoire sur base de coordonnés GPS
- Stratégies d'attaque ciblées à la demande (capables de viser n'importe quel point d'un véhicule)
- Système capable de naviguer de manière autonome dans un milieu confiné ou urbain
- Système discret grâce à sa capacité à voler près du sol

LAD OU ANTI-HÉLICOPTÈRE



- Nécessite une désignation approximative : informations 2D ou 3D de la cible
- Capable d'effectuer une interception autonome en tout point critique de la cible
- Interception Hit to Kill grâce à une hypermanœuvrabilité (vitesse de déplacement élevée, grande maniabilité, capacité de rotation à 360° à 60rpm)

Ordinateur embarqué haute performance pour tous types d'inférences

AGNOSTIQUE DANS SON INTÉGRATION



INTERFACE MÉCANIQUE
- 32 points d'accroche mécanique sur toutes les faces du drone
- Espace disponible pour l'intégration interne
- La charge utile peut être fixée de n'importe quel côté du drone (polyvalent)

INTERFACE ÉLECTRONIQUE
- Multiples protocoles de communication disponibles (USB, UART, I2C, SPI, MIPI/CSI, Eternet)
- Conçu pour l'intégration de la liaison de données

INTERFACE LOGICIEL
- Entrées et sorties d'état GNC (Guidance, Navigation, Control) disponibles
- Capacités informatiques embarquées ouvertes : accès spécial et mission d'intégration logicielle (IA, vision et mission logicielle)
- Contrôle-commande agnostique

CIBLES AERO TERRESTRES

MTO	ANTI-MISSILE	ISTAR
Anti-véhicule Anti-tank	Hit to Kill Leurre	Surveillance Reconnaissance

LAD	SATURATION DRONE	DRONE ARMÉ
Hit to Kill FPV	Saturation radar Équipement audio	Gun

TECHNOLOGIE AVANT-GARDISTE

- Utilisation contact ou courte portée
- Suivi de terrain à haute vitesse
- Vol en solitaire, groupe ou essaim
- Vol indoor/outdoor
- Réalisation de missions tout temps
- Déployabilité multiple (aérien, terrestre, naval)

COMMANDE / PRÉ-COMMANDE | POC / DÉMONSTRATIONS | CAS SPÉCIFIQUES

AERIX SYSTEMS

Physics Is Just A Suggestion

Fondée à Bordeaux, AERIX SYSTEMS développe une nouvelle génération de drones aériens fondés sur sa technologie propriétaire de propulsion omnidirectionnelle *(image 1)*. Entre souveraineté technologique, innovation de rupture et maîtrise des briques critiques, l'entreprise a construit une vision où le vecteur aérien n'est plus pensé comme un produit dédié à une mission unique, mais comme une plateforme capable d'évoluer au gré des besoins opérationnels.

Là où l'industrie raisonne encore souvent selon le principe « un système, une mission », AERIX SYSTEMS développe des architectures capables d'intégrer C2, intelligence artificielle, télécommunications, capteurs, charges utiles ou effecteurs au sein d'un même environnement technologique. À la croisée des usages civils et militaires, cette philosophie agnostique repose sur un socle commun : l'AXS-FC *(image 2)*. Cette carte avionique propriétaire assure guidage, navigation et contrôle tout en facilitant l'intégration rapide de nouvelles capacités grâce à une architecture modulaire associée à des systèmes de propulsion plug-and-play.

Cette logique se retrouve au sein de multiples plateformes. L'AXS-µ démontre aujourd'hui la pertinence

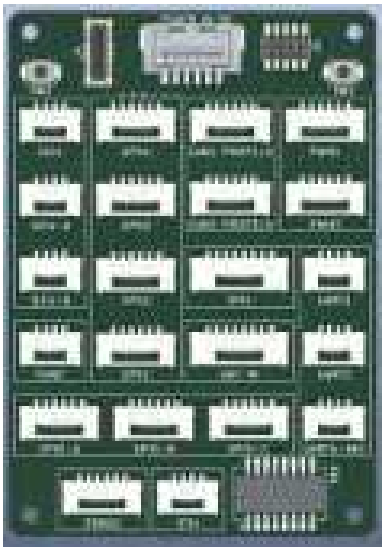


de cette approche dans les missions de lutte anti-drone VSHORAD Hit-to-Kill contre les menaces FPV, reconnu au sein du programme NATO DIANA et au Centre d'Expertise Aérienne Militaire CEAM. L'AXS-S étend quant à lui ces capacités à des missions de capture par filet ou d'emport de brouillage, répondant aussi bien aux enjeux de sécurité qu'aux besoins opérationnels émergents.

Les prochaines évolutions poursuivent cette dynamique. L'AXS-F, plateforme SHORAD nouvelle génération, associe vitesse élevée, précision centimétrique, modularité et intelligence embarquée pour l'interception et l'engagement de cibles allant jusqu'à l'hélicoptère. À ses côtés, un nouveau système dévoilé à Eurosatory répondra aux besoins d'ultra-portabilité et de déploiement immédiat. Conçu comme une grenade anti-drone du fantassin, il apporte une réponse aux situations où les opérateurs se retrouvent isolés face à la menace FPV.

Cette capacité d'adaptation trouve également sa place dans le domaine civil. Les travaux menés autour de l'inspection ultrasonore 6 axes de contact dans le nucléaire et les développements en nettoyage haute pression démontrent la capacité des plateformes à interagir physiquement avec leur environnement. Cette dernière application dont les perspectives s'étendent aussi bien aux infrastructures critiques qu'aux besoins du secteur NRBC.

Pour accompagner cette montée en puissance, AERIX SYSTEMS poursuit son changement d'échelle au sein de nouveaux locaux regroupant bureaux d'études, intégration, essais et démonstrations. Cette dynamique



s'accompagne de jalons structurants avec une participation à un projet European Defence Fund dédié à une déclinaison sous-marine des technologies développées, une sélection au programme NATO DIANA pour la lutte anti-drone ainsi qu'un soutien de l'Agence de l'Innovation de Défense pour l'expérimentation de nouveaux usages.

L'année 2026 marque ainsi une nouvelle phase d'accélération. Nouveaux systèmes, nouvelles capacités et nouvelles démonstrations viendront enrichir cette trajectoire, notamment à Eurosatory où AERIX SYSTEMS présentera sa vision de la robotique aérienne sur le stand Hall5B - D197. ■

AERIX SYSTEMS

bertin technologies

Sensing is your first line of Defense

CBRN THREAT DETECTION

SMART OPTRONIC SOLUTIONS

UNATTENDED GROUND SENSOR SYSTEMS



MEET US AT

EUROSATORY 2026

Hall 6 Stand E83

WWW.BERTIN-TECHNOLOGIES.COM

BERTIN TECHNOLOGIES

La révolution drone redessine le combat : les solutions de Bertin Technologies pour y faire face

La guerre en Ukraine a confirmé une rupture doctrinale : le drone s'impose désormais comme un système central du combat, responsable de près de 80 % des dommages constatés sur le terrain. La France a structuré sa réponse industrielle avec le « pacte drones aériens de défense » signé à Eurosatory 2024, qui rassemble l'ensemble des acteurs de l'écosystème. Bertin Technologies adhère à ce pacte depuis son lancement et développe des systèmes de détection thermiques performants et souverains pour les forces françaises et alliées.

Bertin Technologies est un groupe industriel européen spécialisé dans l'instrumentation pour des applications critiques. Sur les théâtres d'opérations contemporains, la domination ne s'établit plus seulement par la puissance de feu, mais par la capacité à voir, identifier et décider plus vite que l'adversaire. La société déploie dans le domaine une double offre complémentaire : d'une part une gamme de modules optroniques intégrés sur drones et drones intercepteurs, et d'autre part des systèmes de détection IR pour véhicules blindés, formant une véritable bulle hémisphérique d'autoprotection contre les drones aériens.

CamSight LS est un module thermique LWIR de dernière génération, combinant haute qualité d'imagerie et architecture ultra-compacte optimisée pour les contraintes SWaP des plateformes aériennes non pilotées. Avec moins de 0,75 W de consommation, elle transforme tout système autonome en véritable capteur de renseignement jour/nuit. Sa sélection récente dans un important programme européen anti-drones, portant sur plusieurs milliers de systèmes, confirme son statut de référence sur le marché C-UAS.

Pour répondre à la montée en puissance des munitions téléopérées, Bertin Technologies a également développé **CamSight Lite** spécifiquement conçue pour les besoins du marché. Cette solution "cost-effective" optimise les coûts pour les plateformes à usage unique tout en garantissant une performance d'imagerie fiable. Entièrement conçue et fabriquée en France, elle sera officiellement dévoilée à Eurosatory 2026.



Enfin, Bertin Technologies a développé **PeriSight Top Attack**, un système destiné à équiper les véhicules blindés d'une capacité de détection et d'alerte face aux menaces aériennes, notamment les drones FPV. S'appuyant sur des modules optroniques haute performance opérant de jour comme de nuit, PeriSight Top Attack fournit une détection passive, à 360°, conçue pour protéger l'équipage contre les attaques en approche.

L'efficacité du système peut être renforcée grâce à un partenariat entre Bertin Technologies et Lacroix, une ETI technologique et industrielle française spécialisée dans la conception et la fabrication d'équipements électroniques, et la fourniture de solutions IoT industrielles fiables et sécurisées. Ensemble, elles proposent une solution de soft-kill intégrant des lanceurs fumigènes capables de masquer le véhicule et de rompre l'acquisition par les drones adverses. ■

eHP²

Sustainable Powertrain

SYSTÈMES DE PROPULSION SOUVERAINS POUR DRONES



contact@ehp2.com





100-250 kW

5-150 daN



ON SPEC





5 kW - 50 kW




ASSOCIATION

DEUX ASSEMBLÉES GÉNÉRALES EN UNE

Par Hervé Moraillon,

Sous la houlette de Morgane Riou, la CAIA a tenu ses assemblées générales le 5 mai 2026 dans les magnifiques salons du Gouverneur Militaire de Paris. Une centaine d'ingénieurs de l'armement ont apprécié de s'y retrouver à la fois pour faire le point des activités de notre amicale, et renforcer leurs liens amicaux ou professionnels.

D'abord, notre **assemblée générale extraordinaire** a adopté à une très forte majorité une **modification des statuts et du règlement intérieur** de la CAIA pour préciser le rôle d'un éventuel **Délégué Général**, clarifier les **droits des membres associés** de notre association et permettre de mener des opérations de mécénat dans des circonstances précisément définies.

L'assemblée générale ordinaire avait une teneur particulière puisque Olivier Martin président sortant, a dressé un bilan de la période 2022-2026 et a tenu à **remercier les 174 membres de la CAIA qui se sont impliqués dans nos nombreuses activités, traditionnelles ou nouvelles.**

Le GCA Loïc Mizon, Gouverneur militaire de Paris, qui nous accueillait, a rappelé la vocation militaire de ces locaux, dont la restauration prochaine fera l'objet d'une opération de mécénat. Le président de la CAIA lui a remis un chèque de don en soutien financier à l'association Solidarité Défense.

Nos activités traditionnelles ont démontré leur fort développement : l'enrichissement du **Magazine des IA**, dont une enquête de lectorat a confirmé l'appréciation générale ; le développement du Gala dont **l'édition 2025** a rassemblé plus de 500 participants, 8 mécènes et un nombre d'IA en forte hausse ; un **colloque** récemment organisé sur la coopération européenne qui réunit près de 200 personnes.

La plupart des nouvelles activités ont trouvé leur place et leur public : les actions au profit des Jeunes IA (réceptions d'accueil, afterworks classiques et thématiques, …), **le mentorat** avec une troisième session en cours, le grand succès des **dîners-débats** autour notamment en 2025 de Bruno Berthet, Bruno Sainjon, Laura Chaubard et de Bernard Fontana, des activités de nos **groupes régionaux** très appréciées, et un **Comité Histoire** de plus en plus actif : des visio-conférences retracent la genèse grands programmes comme le porte-avions Charles de Gaulle et le char Leclerc. Tout peut être retrouvé sur le site de la CAIA.

Des efforts restent cependant à poursuivre dans certaines régions et pour deux autres nouvelles activités : **les groupes thématiques** et le **pôle réflexion**.

Enfin, concernant l'ouverture de notre association, **le Président a rappelé l'approbation par notre Conseil de huit nouveaux membres associés : Patrick Boureille, Emmanuel Chiva, Thibaud Frossard, Xavier Paitard, Pierre Roinel, Thomas Vermeersch, Jean-Marc Vigilant et Philippe Wlodyka.**

Notre trésorière, Eve Jolicoeur, a ensuite présenté la situation financière satisfaisante de notre association, avec notamment un résultat d'exploitation 2025 pratiquement à l'équilibre et un Gala bénéficiaire qui a alimenté notre Caisse de secours. Elle a également présenté un budget 2026 prévoyant le financement d'un Délégué Général et la poursuite du développement de nos activités (comité histoire, colloque, groupes régionaux, …) grâce à une croissance de nos cotisations, des dons reçus, du mécénat industriel et une meilleure contribution financière de nos publications, sans risque particulier compte tenu de l'état de nos réserves.
Ces rapports ont été approuvés par l'AG.

Autre moment traditionnel de l'assemblée générale, le renouvellement partiel du Conseil a été voté, en particulier **la réélection de Romain Berline et de Jacques Doumic pour un second mandat, et l'élection pour un premier mandat de Eric Balufin, Samson Boubli, Baptiste Chomel de Jarnieu, William Gross, Frédéric Launeau et Laurianne Schneider.**

Cette AG s'est conclue par un point sur la **réforme des grands corps techniques de Etat, définitivement adoptée en 2025**. Elle confirme notamment le positionnement interministériel du Corps de l'armement et renforce l'attractivité de notre corps. La finalisation de la mise en œuvre de cette réforme est attendue en 2026.

En conclusion, le Président de Safran Aircraft Engines, notre camarade **Stéphane Cueille**, nous a présenté les **«perspectives techniques, technologiques et stratégiques pour Safran Aircraft Engines»**, dans un exposé clair et précis sur cette filière stratégique pour notre pays, tant dans les domaines militaire que civil.

Cette soirée s'est achevée de façon conviviale et chaleureuse autour du traditionnel cocktail.

LES NOUVEAUX RAPPORTS DE FORCE MONDIAUX

Diner-débat (19 mars 2026) avec Thomas Gomart, directeur de l'Institut français des relations internationales (IFRI)

SON PARCOURS

Thomas Gomart, docteur en histoire des relations internationales (Paris 1 Panthéon-Sorbonne) et diplômé EMBA (HEC), est le directeur de l'IFRI depuis 2015. Il rejoint cet Institut en 2004 et fonde notamment en 2005 l'actuel Centre de recherche Russie/Eurasie.

Il est membre du conseil scientifique de l'IHEDN et du comité de rédaction des revues Politique étrangère, *Revue des deux mondes et Études.*



Thomas Gomart, directeur de l'IFRI

Il a publié plusieurs ouvrages de référence et est reconnu pour son analyse des grands équilibres mondiaux et de la place de la France dans un monde en mutation.

LES POINTS CLÉS DE SON INTERVENTION

La mondialisation laisse désormais place à des rivalités systémiques assumées

Pour Benjamin Constant, « la guerre et le commerce sont les deux moyens d'obtenir ce que l'on désire ». Cette dichotomie sépare les dirigeants misant sur l'expansion commerciale et la régulation, de ceux ayant structurellement « besoin de la guerre pour se maintenir ».

Si la Chine s'affirme comme la grande gagnante de la mondialisation libérale, la Russie a fait le choix de la confrontation armée pour perturber l'ordre global tout en consolidant son rapprochement stratégique avec Pékin. Alors que cette remise en cause de la mondialisation s'observe également aux Etats-Unis, dont l'autonomie énergétique les détourne de la sécurisation systématique des routes pétrolières, la Chine bâtit une hégémonie coercitive axée sur la transition décarbonée et l'extraction des terres rares.

Une vulnérabilité inquiétante de l'Europe

Face à la Russie, le continent fait preuve d'une cécité stratégique qui découle d'une asymétrie philosophique majeure : les chancelleries européennes conçoivent la diplomatie comme l'outil succédant à la guerre pour y mettre un terme, tandis que l'État profond russe, structuré par le renseignement, mène l'action diplomatique et militaire de manière indissociable.

L'obligation pour la France de réévaluer ses instruments de puissance

Sur la scène internationale, l'action diplomatique française est invitée à se concentrer sur quatre axes fondamentaux : préserver la fluidité du dialogue au sein du format P3 (États-Unis, Royaume-Uni, France), sanctuariser le noyau européen originel pensé pour conjurer le retour de la guerre, repenser avec lucidité la relation post-coloniale avec l'Afrique de l'Ouest et utiliser le droit international public comme un véritable levier diplomatique plutôt que comme une simple incantation.

Et de réorganiser la géographie de ses alliances

Confrontée à une défiance croissante en Afrique de l'Ouest, la France opère un pivot diplomatique vers l'Indopacifique et le Moyen-Orient. Des partenariats stratégiques de haut niveau ont été contractualisés avec les Émirats Arabes Unis, le Qatar et l'Inde. La finalité de ces accords (stricts véhicules d'exportation d'armement ou engagements mutuels structurant une véritable politique de sécurité) mérite toutefois d'être clarifiée.

A NOTER DANS LES ÉCHANGES

La question du seuil d'acceptation des conflits de haute intensité

La véritable faiblesse occidentale réside plutôt dans son aversion psychologique au risque : l'Europe, accoutumée aux dividendes de la paix, qui est passée d'une tolérance sociale de plusieurs milliers de pertes militaires par jour au début du XXe siècle à une dizaine de morts par an aujourd'hui, refuse d'assumer le coût humain nécessaire pour fixer des limites physiques à un adversaire.

Le basculement de la puissance vers le continent asiatique

L'horizon macro-stratégique se fixe désormais sur le milieu du siècle, avec les centenaires de l'indépendance indienne (2047) et de la République populaire de Chine (2049), échéances auxquelles chaque géant démographique ambitionnera de faire valoir son rang de première puissance mondiale.

La synthèse complète du dîner-débat par Antoine Plantade est disponible sur le site www.caia.net

ÉVOLUTION D'UN ÉCOSYSTÈME : LE « NEW DEFENCE »

Diner-débat (13 avril 2026) avec **Jérôme Cerisier**, Directeur général d'Exosens

SON PARCOURS

Ancien élève de l'École Polytechnique (X92) et de l'ISAE-Supaéro, titulaire d'un MBA de l'INSEAD, Jérôme Cerisier débute sa carrière en 1997 au sein de la DGA sur les systèmes de navigation avant de rejoindre Kearney puis Zodiac Aerospace en 2006. Depuis 2016, il dirige Photonis devenue Exosens qu'il a transformée en un groupe technologique de 2 100 personnes implanté sur douze sites et dix pays, devenu leader mondial de la vision de nuit et de l'imagerie de haute performance. L'entreprise est présente dans les secteurs de la défense, des sciences de la vie, du contrôle industriel et du nucléaire.



Jérôme Cerisier, Directeur général d'Exosens

Jérôme Cerisier est animé par la passion technologique, la confiance dans les équipes et l'esprit d'entreprendre. Il garde toujours un œil sur l'horizon tout en soignant ses prochains pas.

LES POINTS CLÉS DE SON INTERVENTION

Le New Defence, un écosystème parallèle à la BITD traditionnelle

Largement financé sur fonds propres, il se compose de petites sociétés agiles, qui proposent aux forces armées des solutions immédiatement disponibles. Ce concept qui rompt avec la logique historique des grands programmes complexes pilotés par l'État, privilégie la rapidité d'exécution, les solutions « good enough » et l'itération rapide. Il intègre les technologies civiles et l'usage large de l'informatique en général et de l'intelligence artificielle en particulier. Ce modèle, pour lequel la dualité civil-militaire est essentielle, coexistera durablement avec celui suivi par les grands maîtres d'œuvre industriels car il répond à des besoins différents.

Exosens, une entreprise agile qui a su monter dans le train du New Defence

L'entreprise n'a jamais fonctionné selon le modèle traditionnel des grands maîtres d'œuvre. Le développement s'y fait en lien avec le client, parfois sur le modèle du co-développement, mais pas sur spécification. Exosens veille également à garder la maîtrise de sa propriété intellectuelle et à soigner sa stratégie de portefeuille produit. Pour une entreprise historique de taille intermédiaire, surfer sur la vague du New Defence implique un état d'esprit très industriel et une extrême flexibilité. L'entreprise doit proposer moins de références mais plus d'évolutivité, et doit avoir une position forte sur ses marchés principaux. En interne, son modèle managérial doit être orienté résultat plutôt que processus.

Une actualité riche, entre rachat avorté et introduction en bourse

La décision française de bloquer l'opération de rachat de Photonis par Teledyne en décembre 2020 fut fondatrice pour Exosens. Malgré tout, la durée de la procédure, rendue publique, fut délicate à gérer pour un groupe qui se construit dans l'agilité. De façon générale, le système de contrôle des investissements étrangers en France pourrait s'inspirer du système américain, qui sépare clairement les intérêts économiques et les enjeux stratégiques.

A NOTER DANS LES ÉCHANGES

Le New Defence se construit largement avec de nouveaux acteurs.

Il est extrêmement difficile pour un industriel de défense œuvrant sur de grands programmes de devenir un acteur du New Defence, celui-ci ne pouvant pas renoncer à un très haut niveau de qualité qu'il a mis des années à atteindre. De son côté, la DGA privilégiera l'existant plutôt que les spécifications ambitieuses. Il ne faut pas sous-estimer la taille de ces marchés de petits équipements qui concerne notamment les drones de contact, les munitions, les équipements du fantassin ou les équipements optionnels montés sur les véhicules terrestres.

Agilité, gestion dynamique de la supply chain, rapidité de décision et acceptation du risque

Exosens, très intégrée verticalement vers le bas et sans volonté de devenir systémier, maîtrise sa technologie et son outil industriel. L'entreprise qui s'appuie également sur une compréhension très fine de son marché, peut donc investir et croître de façon maîtrisée. Une société du New Defence avec une telle approche entrepreneuriale peut rivaliser avec les grands groupes de défense.

La synthèse complète du dîner débat est disponible sur le site www.caia.net

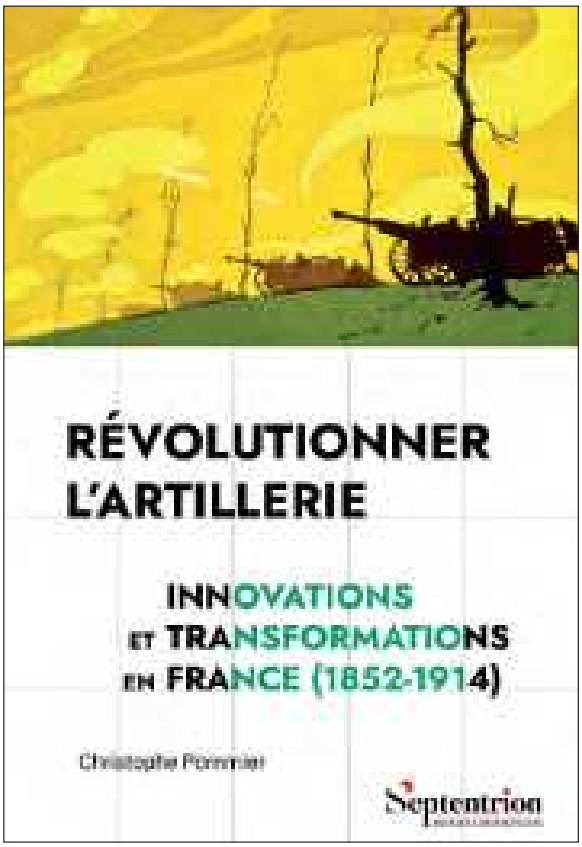
RÉVOLUTIONNER L'ARTILLERIE

DE CHRISTOPHE POMMIER, HISTORIEN SPÉCIALISÉ DANS L'HISTOIRE MILITAIRE CONTEMPORAINE.

Commentaires de Philippe Girard

Entre le Second Empire et la veille de la Grande Guerre, l'artillerie française connaît une révolution technologique sans précédent dans son histoire millénaire. Christophe Pommier, dans cet ouvrage publié avec le soutien de la Direction de la Mémoire, de la Culture et des Archives du ministère des Armées, retrace avec précision les innovations qui ont transformé cette arme, la faisant passer d'une technologie héritée du Moyen Âge à une machine de guerre moderne et redoutable.

Si Christophe Pommier aborde des sujets techniques déjà largement étudiés et discutés, comme le montre son abondante bibliographie, « Révolutionner l'artillerie » les rassemble et les replace dans une description très complète de cette période intense de transition pour l'armement français entre la guerre de 1870 et le début de la Première Guerre mondiale, précédée d'un état des lieux éclairant sur les lacunes ayant conduit à la défaite de 1871. On ne pourrait d'ailleurs que recommander de lire ou relire auparavant la « Débâcle » d'E. Zola, dont le tableau contemporain dépeint, de l'intérieur, la faiblesse opérationnelle de l'Armée française, notamment celle de l'artillerie.



Malgré son caractère monographique, cet ouvrage dépasse la simple étude destinée aux spécialistes du sujet. En premier lieu, par son spectre technique, puisqu'il aborde aussi bien la question des canons que celles des munitions, des poudres et explosifs, mais aussi des forteresses du génie.

L'intérêt de l'ouvrage réside toutefois dans la façon dont s'articulent toutes ces innovations, abouties ou avortées pour certaines. En cela, il constitue une source de réflexions intéressantes sur l'innovation, ce qui la provoque, la facilite ou la bride. Il montre, par exemple, comment la lenteur procédurale et une recherche excessive de l'optimisation ont conduit à l'infériorité de l'artillerie française lors de la guerre de 1870, alors que tous les éléments techniques étaient maîtrisés, mais pas adoptés (tubes rayés, chargement par la culasse, …).

Il montre également comment la défaite de 1871 et la crainte d'un nouveau conflit ont constitué l'aiguillon d'une innovation « institutionnelle » très pragmatique menée en deux temps : tout d'abord, utiliser l'existant (matériels et connaissances) en l'adaptant pour parvenir très rapidement à un saut de performance important ; puis, lancer un concours d'idées qui permit l'étude et l'essai de nombreuses solutions innovantes.

Cet ouvrage souligne également que des initiatives individuelles ignorées par les instances officielles, mais appuyées confidentiellement par un cadre supérieur du ministère, voire un ministre, peuvent aboutir à des résultats plus probants que des programmes officiels. Ou encore que l'expérience, ou une forme de corporatisme, par leur ancrage dans une doctrine d'emploi,



Artillerie française à la bataille de la Marne, 1914 par Graham Turner

peuvent ralentir l'évolution en rejetant des solutions prometteuses nécessitant un emploi différent. De ce point de vue, l'ouvrage montre comment la situation de crise de 1871 a permis de libérer ces freins pour parvenir au fameux canon de 75 dont la cadence de tir, combinée à la mise au point de la poudre sans fumée et de la mélinite (premier explosif brisant opérationnel), replaçait l'artillerie française à la pointe de la performance ; mais aussi comment la confiance retrouvée a de nouveau conduit à creuser le même sillon toujours plus loin, et à négliger l'artillerie de gros calibre qui fera cruellement défaut au début de la guerre de 14-18.

Derrière les équipements, ce sont les hommes qui font l'histoire

Le rôle clé des artilleurs ingénieurs, ingénieurs de l'armement de l'époque issus pour la plupart de l'École polytechnique, est exemplaire. Pourtant, malgré leur apport essentiel dans les progrès réalisés, beaucoup finirent par quitter le service et rejoindre l'industrie, essentiellement par frustration d'un manque de reconnaissance et d'un avancement ralenti par leurs affectations plus techniques qu'opérationnelles.

De même, le cas de la Mélinite est singulier. Explosif mis au point non par les services de l'État, mais par un particulier, Eugène Turpin, son adoption fut retardée par la difficulté des négociations entre les deux parties. Les revendications paraissaient exagérées pour un particulier, alors qu'elles étaient sans doute justifiées au regard de la valeur objective de cette invention pour les armées. Le livre montre comment cette « cupidité » manifestement assimilée à un manque de patriotisme lui valut d'être l'antihéros de nouvelles de J. Verne et d'E. Zola, et de finir emprisonné pour une affaire d'espionnage qu'il avait lui-même dénoncée.

Enfin, anecdote inattendue, on découvre que l'Empereur Napoléon III était lui-même un chef d'État-ingénieur puisqu'il participa en personne au développement de l'obusier de 12 modèle 1853 (qui porte son nom) en travaillant directement avec un ingénieur artilleur des forces.

Cet ouvrage, d'une lecture assez facile, doit évidemment se lire comme un livre d'histoire (certes un peu spécialisé), mais il n'est pas interdit de faire quelques rapprochements avec la période actuelle, et d'y trouver quelques enseignements.



Canon de campagne de 90mm Mle 1877 de Bange



DRONES, LE JEU

Des préjugés sur les drones ? Lisez le mag, et répondez par vrai ou faux

Histoire	V	F
1. Le premier avion sans pilote français, en 1918, était guidé par une radio au sol muni d'une antenne de 25m		
2. Le second avion télépiloté français, en 1922, avait un pilote à bord par précaution		
3. Le premier drone militaire français entré en service était lancé avec un élastique		
4. Le terme «drone» vient d'un drone très bruyant de la Royal Air Force		
5. Le drone R20 a été retiré du service par suite de l'abandon du missile Pluton		
6. Le Brevel français a été retiré du service pour faire place au Crécerelle, plus petit		
7. L'achat de 4 drones Hunter en 1995 visait à apprendre ce que pouvaient apporter les drones		
8. Il a eu plus de projets de drones français depuis 30 ans que de projets d'avions entre 1910 et 1940		
9. Un drone biomimétique capable de s'insérer dans un groupe d'oiseaux migrateurs a été testé en 1999		
10. Le premier directeur de programme de drone devait satisfaire une exigence absolue : être breveté pilote		

Technique	V	F
1. Les drones français Piver étaient munis d'un ballon		
2. Le Piver emportait une caméra argentique dont les films étaient développés en urgence à son retour		
3. Une maquette de drone exposée a été cassée par une main de ministre		
4. Les masses des drones militaires français varient dans un rapport de un à deux cent mille		
5. Les charges alaires d'un pigeon et du Reaper sont dans un rapport de un à deux millions		
6. Le micro-drone Black Hornet est identique à la version civile à l'exception de la vision IR		
7. Le retard à la mise en service du Harfang est essentiellement dû à des restrictions ITAR		
8. L'emploi d'aigles royaux dans la lutte anti-drones serait soumis à l'autorisation du Minenv		
9. Grâce aux centrales inertielles miniatures, les mini-drones se passent de liaison radio et de GPS		
10. La récupération de drones embarqués sur frégate se fait avec un filet mobile tenu par des «boscos»		
11. La réalisation pour opex du plan détaillé d'une ville mal connue peut maintenant se faire entièrement par drones		
12. Le DRAC devait être lancé avec une vitesse sol supérieure à 4m/s, compatible de la course d'un opérateur		
13. La navigation sans GPS par corrélation automatique d'image avec une carte était sur un drone		
14. Le débit d'informations acquises par un Reaper est supérieur au débit max des informations transmises		
15. La lutte anti-essaim aéroportée la plus efficace est avec un hélicoptère		

Contexte et emploi	V	F
1. Voyant que le domaine des drones est un épitomé de l'évolution des équipements de défense et de leur acquisition, la DGA a passé sur cette base un marché d'expertise à un grand groupe de conseil en organisation		



2.	Comme les conditions de développement des drones ne peuvent être prédites précisément, la LPM indique seulement un montant réservé, sans en donner le contenu		
3.	Il y a au Minarm 8 organismes intervenant dans l'acquisition de drones, tous sous l'égide de la DGA		
4.	Le principal frein au développement de drones en Ukraine est la pénurie de matières premières		
5.	Le principal frein au développement de drones en France tenait aux RH opérationnelles		
6.	La décision d'armer les drones de reconnaissance du Minarm a été prise il y a juste 10 ans		
7.	Les doctrines d'emploi successives des drones ont à une exception près été émises avant les mises en service		
8.	Tous les industriels construisant des avions en France ont présenté au moins un programme de drone		
9.	Les pilotes de drones utilisés en OPEX ont situés au Centre de planification et de conduite des opérations		
10.	Il peut y avoir plus de drones dans un essaim ludique que dans toutes nos forces armées		
11.	Un appel d'offres est en cours pour un drone multifonctions capable d'opérer sans piste et sans pont d'envol		
12.	Le pré-traitement d'images de drones avant analyse humaine est considéré comme illégal		
13.	Il est interdit pour un particulier d'abattre un drone au-dessus de l'espace public		
14.	La lutte anti-drones par brouillage est interdite hors terrains militaires à cause des normes sur les flux électromagnétiques		

Réponses

- H1 faux, le drone était guidé par un avion d'accompagnement
- H2 vrai
- H3 faux le R20 avait un booster. Le premier élastique était celui du Crécerelle
- H4 faux c'était la Royal Navy
- H5 vrai
- H6 faux le Brevel ("Brême-Vélizy") franco-allemand n'a été mis en service qu'en Allemagne
- H7 vrai
- H8 vrai, invérifiable
- H9 vrai
- H10 vrai

- T1 vrai, pour l'atterrissage en douceur au bout d'un parachute
- T2 vrai
- T3 vrai c'est le fragile "libellule", gros comme un insecte, en 2003
- T4 vrai : de 20g environ à 5t
- T5 faux, le rapport est de un à deux cents
- T6 vrai
- T7 faux, c'est pour moins d'un quart du retard
- T8 faux, mais l'emploi d'aigles est réel. L'autorité pour les essais sur animaux est l'IGA Armement
- T9 faux : pas encore
- T10 faux, le filet n'est pas tenu à la main
- T11 faux, les drones n'identifient pas les passages cadenassés
- T12 faux, le choix d'une vitesse sol (et pas air) a causé au moins un crash
- T13 faux, le missile Apache le faisait avec une imagerie millimétrique
- T14 vrai : il faut donc choisir ce qu'on transmet !
- T15 vrai, pour avoir une faible vitesse relative

- C1 faux
- C2 faux
- C3 faux : c'est plus que 8, et sans pilotage
- C4 faux, ce sont les ressources humaines
- C5 vrai, les pilotes étaient défavorables
- C6 vrai, après une position très opposée
- C7 faux, le retex français et étranger est trop rapide
- C8 vrai
- C9 faux, les pilotes sont sur zone
- C10 vrai, plus de dix mille
- C11 vrai, aux USA. Ce drone serait aussi ravitailleur
- C12 faux, les analystes sont toutefois réticents
- C13 vrai, mais aussi au-dessus de l'espace d'autrui
- C14 faux

LU AU JOURNAL OFFICIEL

Par Daniel Jouan,

PAR DÉCRET ET ARRÊTÉ DE FÉVRIER 2026

Sont nommés :

- L'IG2A, ingénieur du grade transitoire des IA, De Faÿ (Stephan), chargé de mission auprès de la directrice des ressources humaines de la DGA (1er mars 2026).
- L'IGHCA (2s) Roche (Louis-Alain, Pierre, Marie), membre du Conseil de la médaille de l'aéronautique, en qualité de personnalité comptant des services exceptionnels en matière d'aéronautique (1er juin 2026).
- L'ICA Romano (Géraldine), directrice adjointe de l'Institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace (1er mars 2026).

PAR DÉCRETS ET ARRÊTÉS DE MARS 2026

Sont nommés :

- M. Moschetti (Pierre), sur proposition du ministre des transports, Mme Longchampt (Corinne) et M. Vieste (Laurent), sur proposition de la ministre des armées et des anciens combattants, membres du conseil d'administration de l'Office national d'études et de recherches aérospatiales, en qualité de représentants de l'Etat (2 mars 2026).
- M. Chambre (Romain), conseiller économie, finances, industrie et numérique, chef de pôle au cabinet du Premier ministre (9 mars 2026).
- Mme Griffe (Sophie), cheffe de la mission d'organisation des services du Premier ministre, haute fonctionnaire adjointe de défense et de sécurité auprès du Premier ministre (1er mars 2026).
- L'IG1A, ingénieur du grade transitoire des IA, Conan (Erwan), chargé de mission auprès de la directrice des ressources humaines de la DGA (23 mars 2026).
- L'IG2A Mangeot (Olivier), sous-directeur, administrateur interministériel des communications électroniques de défense, en charge du service à compétence nationale « commissariat aux communications électroniques de défense (CCED) » à l'administration centrale des ministères économiques et financiers (1er avril 2026).

PAR DÉCRETS ET ARRÊTÉ D'AVRIL 2026

Sont nommés :

- Mmes Portier (Eva) et Reix (Amandine), en qualité de représentantes de l'Etat, et M. Poirier (Franck), en qualité de membre choisi en raison de sa compétence dans le domaine d'activité du centre, membres du conseil d'administration du Centre national d'études spatiales (9 avril 2026).
- L'IG2A, ingénieur du grade transitoire des IA, Ripoche (Jean-François), responsable fonctionnel auprès du directeur adjoint de la DGA, chargé des fonctions de « chef du plateau Europe » (20 avril 2026).
- M. Cauchois (Victor), membre du conseil d'administration de la société Défense Conseil International, en qualité de représentant de l'Etat (21 avril 2026).
- L'IG1A, ingénieur du grade transitoire des IA, Jammes (Raphaël), chargé de mission auprès du directeur de la préparation de l'avenir et de la programmation de la DGA (29 avril 2026).
- L'IG2A, ingénieure du grade transitoire des IA, David (Marie), chargée des fonctions de sous-directrice de la programmation, de la gestion et de la gouvernance financière à la direction de la préparation de l'avenir et de la programmation de la DGA (29 avril 2026).

PAR DÉCRET DE MAI 2026

Sont nommés :

- L'IG2A, ingénieur du grade transitoire des IA, Grison (Xavier), chef du campus quantique défense à l'Agence de l'innovation de défense (1er juin 2026).

CARNET PRO

ont été nommés	dénomination	quand
Pauline EMSCHWILLER	(1993), directrice stratégie, transformation et prospection chez Safran Transmission Systems	(7/4/2026)
Guillaume POUPARD	(1972), Chief trust officer chez Orange	(1/5/2026)

MOUVEMENTS DGA

NOM	GRADE	DÉPART	ARRIVÉE
MOUVEMENTS DE MARS 2026			
Amaury BELLIER-GANIÈRE (1998)	IA	DPAP/CATOD	EMM/ALFUSCO
Edouard GALLAND (1984)	ICA	DPAP/SASD	DGPN
Eric CANTIN (1971)	ICA	SGDSN	DPAP/SASD
Emma LE RALLEC (1989)	ICA	DIE/ST/IP/Paris	DICE/SDEAN
Jean-Erwan BERNI (1970)	ICA	DICE/SSPEC	DIE/ST/IP/Paris
Aurore TAILLIEZ (1990)	IPA	UM A3D	UM HOR
Cyril CROZES (1970)	IG1A	DRH	DICE/REPDEF Bruxelles
Simon KIEFFER (1999)	IA	DIE/EV/Cazaux	DASSAULT AVIATION-St Cloud
Antoine ARNAIL (1981)	ICA	SOPRA STERIA GROUP	SPI
MOUVEMENTS D'AVRIL 2026			
Joséphine GILBERT (1997)	IA	DIE/ST/IP/Paris	CND
Josselin VERMARE (1987)	ICA	MEFSIN/DB	DOMN/UM CTER
Pierre GRAVELINES (1972)	ICA	DPAP/SEREBC	EMAA/SIAé/Arcueil
Stefan TIBAR (1989)	ICA	DIE/ST/IP/Paris	DIS/SOI
MOUVEMENTS DE MAI 2026			
Jules VOGT (1995)	IA	SAFRAN	DICE/SDEAL
Jean-Baptiste HENNIART (1979)	ICA	DOMN/UM COE	DPAP/SASD
Matthieu DELORME (1988)	ICA	DIE/ST/IP/Paris	DICE/SDEAN
Toan NHAM (1984)	ICA	DGA/SAND	DRH/SDAF

- DICE : direction internationale de la coopération et de l'export
- DID : direction de l'industrie de défense
- DIE : direction de l'ingénierie et de l'expertise
- DOMN : direction des opérations, du MCO et du numérique
- DPAP : direction de la préparation de l'avenir et de la programmation
- SASD : service d'architecture du système de défence
- SDAF : sous-direction de l'attractivité et de la fidélisation
- SDAMI : sous-direction de l'animation des OA, du MCO et de l'international
- SDEAN : sous-direction Europe occidentale, Amérique du Nord, affaire multilatérales
- SOI : service des orientations industrielles
- SP2G : sous-direction programmation gestion et gouvernance financière
- SSE : service de la sécurité économique
- UM CAER : unité de management combat aérien
- UM CIRCEA : unité de management combat infovalorisé, rens, cyber, espace, aéronefs de mission
- UM COE : unité de management Coelacanthe

EUROSATORY

PROTECT YOUR FUTURE



15·19
JUIN 2026

PARIS

Commandez votre badge

LE MONDIAL DE LA DÉFENSE & DE LA SÉCURITÉ

+2 000
Exposants
de +60 pays

+330
Délégations Officielles de +90 pays
Hauts dirigeants issus des gouvernements et des organisations supranationales

+76 000
Visiteurs professionnels
de 155 pays

EUROSATORY.COM

organisé par COGES EVENTS

une filiale du GICAT
Groupement des industries françaises de défense et de sécurité terrestres et aéroterrestres


MBDA
BEHIND EVERY
SAFE PLACE .
*DERRIÈRE CHAQUE LIEU SÛR