



LE MAGAZINE

DES INGÉNIEURS DE L'ARMEMENT

— N° 103 - JUIN 2014 —

INNOVATIONS DANS LE TERRESTRE



**PRÉFACE
D'ARNAUD
MONTEBOURG**

P.04



MANAGEMENT

P.68



**GALA
DE L'ARMEMENT
2014**

P.64

AIRBUS
GROUP



danielson
Services

Continental 



 **ecrin**
SYSTEMS

EFIRACK

IC **INTERFACE**
CONCEPT
ADVANCED ELECTRONIC SOLUTIONS
www.interfaceconcept.com

 **Jacquetot PE**


LOSBERGER


OPPIDA
EXPERT EN SÉCURITÉ
DES SYSTÈMES D'INFORMATION



QosGuard

 **mydataball**


saft

►SYT◀

tronics 
ENVISION MEMS | DELIVER MEMS

Cher lecteur,

Après des années de vaches maigres, l'automobile se prépare à un nouveau bond en avant, tirée par les technologies.

Les 34 plans pour la réindustrialisation, ainsi que nous le rappelle le ministre de l'Economie, Arnaud Montebourg, font la part belle à l'automobile et au transport. Apports de la robotique et de l'électronique, consommation, hybridation, adaptation à l'usager vont révolutionner les usages. Utopie ? Les constructeurs, équipementiers et sportifs nous garantissent le contraire. La voiture qui se gare toute seule est à notre porte.

Du reste, en examinant les résultats de l'Eco-marathon Shell, dont le lauréat parcourt plus de 3000 km avec un litre de carburant (soit 0,03 l/100 km), on voit bien que toute voiture consommant plus de 2 litres aux 100 est un monstre écologique qui doit être détruit sans délai... Et encore, en conservant pour le confort, l'autonomie, la flexibilité un facteur multiplicatif d'environ 70.

L'évolution ne concerne pas seulement la voiture prise isolément, mais aussi les échanges avec l'environnement, la « connectivité », la logistique, les infrastructures, les services. Le décret du 14 mai sur les investissements étrangers, qui étend la réglementation au secteur des transports met ainsi en valeur tout un système industriel et technique dans sa complexité. Logiquement, cela aura également des conséquences sur les systèmes peints en kaki.

Rappelons-nous qu'une voiture bas de gamme a plus de puissance qu'un tank de la première guerre mondiale, et qu'on la met entre les mains de personnes qui ne sont pas forcément expertes en maniement de munitions. Je ne parle pas de la ménagère de moins de 50 ans, mais de mes trois enfants qui sont en ce moment en apprentissage de la conduite !

Le monde civil a donc logiquement son pendant côté défense. Equipements, vétronique, simulation 3D, articulés autour du programme Scorpion. La prise en compte de l'innovation dans le terrestre ne date pas d'hier, comme nous le montre le portrait du général Jean-Baptiste Estienne, père des chars, instigateur de la première traversée du Sahara en autochenille, et parrain de la nouvelle promotion des IA.

Il reste que ces technologies doivent rester au service de l'homme : « innovation utile et non futile », pour reprendre les propos de Luc Ferry. Elles ne sauraient non plus le remplacer en situation extrême. Soignons-le donc !

Bonne lecture 🐞

Jérôme de Dinechin
Rédacteur en chef



UNE POLITIQUE D'INNOVATION EST UNE POLITIQUE ÉCONOMIQUE

par **Arnaud Montebourg**

Ministre de l'économie, du redressement productif et du numérique



© P. Bagierin

La France fait face à un paradoxe : nous sommes un pays d'inventeurs et d'entrepreneurs – un mot que nous avons d'ailleurs inventé. Nous sommes dotés de clusters performants, les pôles de compétitivité, qui font fructifier la complémentarité des entreprises, des centres de recherche et des organismes de formation, avec un ancrage territorial fort. Ils reposent sur l'alliance du public et du privé, des créativités croisées des acteurs étatiques, des collectivités locales et des structures privées. Cependant, nous avons du mal à passer de la performance technologique et du démonstrateur à l'industrialisation et à la mise sur le marché d'un produit innovant. De même, si la France est pionnière en Europe pour le capital-risque, nous avons encore des efforts à faire pour favoriser l'éclosion de start-ups, ces jeunes entreprises innovantes à forte croissance et ambition mondiale, essentielles à la croissance, à l'emploi, mais aussi à la montée en gamme de notre économie.

Dans un contexte économique difficile, la France doit miser sur l'innovation, premier facteur de compétitivité hors coût, pour redresser son économie. Mais qu'est-ce que l'innovation ? Ce mot est utilisé dans de multiples sens, mais souvent mal compris. L'innovation n'est pas une activité, comme peut l'être la R&D par exemple. L'innovation est un processus, conduit par une entreprise, qui mène de l'idée ou de la technologie à la commercialisation avec succès d'un produit nouveau pour le marché et fortement différencié.

Les raisons sont connues. D'une part, nos entreprises manquent de financements en fonds propres, qui sont la clé de l'innovation. D'autre part, l'industrie et les services associés, secteurs les plus intensifs en R&D, représentent désormais une part trop faible de notre richesse nationale, après 10 ans de désindustrialisation massive entre 2002 et 2012. Enfin, la prise de risque n'est pas suffisamment valorisée dans notre pays, un échec signifiant souvent une stigmatisation future auprès des banques et des investisseurs.

Dès mai 2012, j'ai décidé de réagir. Nous ne pouvons plus laisser à d'autres le soin d'industrialiser nos inventions, celles imaginées par nos chercheurs et soutenues par nos impôts. Avec mes équipes, nous avons mis en œuvre des mesures à la fois générales et ciblées pour améliorer nos performances en matière d'innovation.

Notre première tâche, d'ampleur, est de redresser l'industrie française et de lui préparer une position pionnière dans les secteurs d'avenir, afin d'inventer la France de demain. Pour cela, nous avons construit une politique ambitieuse de filières, structurées au sein du Conseil National de l'Industrie. Cette politique se traduit par la mise en place de contrats partenariaux de filières au service d'une ambition collective, pour chacune des 13 filières stratégiques identifiées. Le Pacte National pour la Croissance, l'Emploi et la Compétitivité prévoyait la mise en place de ces contrats.

Nous avons par ailleurs identifié 34 plans de reconquête industrielle, au sein desquels travaillent ensemble les acteurs industriels, les acteurs publics et les organismes de formation et de recherche. Nous organisons l'alliance des forces productives, la coopération entre PME et grandes entreprises, un lien renforcé entre les chercheurs et les entrepreneurs, avec le soutien des pouvoirs publics concernés. Ainsi, le passage entre recherche fondamentale, invention et innovation est-elle facilitée. Les 34 plans industriels rejoignent très largement les thématiques du salon EUROSATORY, en particulier avec les plans automobiles : la voiture pour tous consommant 2 litres aux 100 km, les bornes électriques de recharge, l'autonomie et la puissance des batteries, et enfin les véhicules à pilotage automatique. Ces plans sont une nouvelle façon de concevoir une stratégie industrielle, où l'Etat et les industriels sont côte à côte dans une ambition commune. Ils sont créateurs de valeurs et d'emplois pour la France d'ici à 2020.

De manière plus ciblée, nous avons pris des initiatives fortes pour faciliter et encourager l'innovation. A l'instar de ce qui a été fait par Barack Obama avec « Start-up America », j'ai mis en œuvre en novembre dernier un programme volontariste, la Nouvelle Donne pour l'Innovation. Ce plan repose à la fois sur la mobilisation du capital - risque avec la consolidation des Fonds d'Investissement de Proximité, des Fonds Communs de Placement dans l'Innovation et du corporate venture, sur un encouragement à l'usage du design via la Banque

Publique d'Investissement et l'intégration de designers aux pôles de compétitivité. C'est un premier pas vers la « start-up République » que nous voulons faire de la France.

De son côté, le concours mondial d'innovation a déjà permis de sélectionner plusieurs dizaines de startups, et s'affirme par ailleurs comme un grand facteur d'attractivité pour la France. Il s'adresse à toutes les entreprises, car l'innovation capable de faire émerger les nouveaux leaders industriels de la France d'après-demain peut émerger de n'importe où, d'une startup, d'une PME, d'une ETI, d'un grand groupe. Il se fonde sur les conclusions de la Commission Innovation 2030 présidée par Anne Lauvergeon, qui a identifié les 7 secteurs où la demande sociétale est déjà identifiée comme très forte et dans lesquels la France a les compétences pour faire émerger les champions de demain. Grâce à ce concours, des dizaines de startups du monde entier ont candidaté pour venir s'implanter en France.

Enfin, parce que nous avons pris des mesures pour favoriser un changement de regard sur la prise de risque dans notre pays. J'ai accompagné au mois de février le Président de la République aux Etats-Unis, à San Francisco, où j'ai rencontré des entrepreneurs français implantés dans la Silicon Valley. Beaucoup envisagent de revenir en France, mais ce qu'ils apprécient particulièrement en Californie, c'est un écosystème où la prise de risque est valorisée, et où un échec n'est jamais définitif. C'est un état d'esprit que nous devons développer en France. Nous avons donc commencé par supprimer le fichage 040 de la Banque de France qui concernait les faillites sans faute de gestion. C'est un message très fort : pour nous, l'accident de parcours, doit être un catalyseur pour de futures réussites et non pas un marqueur d'exclusion.

Au-delà de toutes ces mesures qui, cohérentes entre elles, redonnent du souffle à l'innovation française, je veux saluer l'action des Ingénieurs de l'Armement en faveur de l'innovation dans les grands systèmes de défense dont une illustration majeure se retrouve à l'occasion du salon Eurosatory. Les événements de ce type sont un atout extraordinaire pour notre pays. Ils sont indispensables pour favoriser les rencontres entre acteurs étatiques, entrepreneurs, laboratoires, PME, grandes entreprises qui sont tous un maillon indispensable pour l'émergence de l'innovation. 🐞

CONSEIL EN STRATÉGIE ET DÉVELOPPEMENT

Expertise globale dans les secteurs de
l'aérospatial, de la défense et de la sécurité

Eurosatory Stand: **Hall 6 – B683**



www.avascent.com

ONYX HPEC+GPGPU+SWaP

COTS-MOTS MIL-STD-810/461/1275D/DO-160 Multi-mission Rugged Computer



Haswell + E8860 inside

Main features

- > Multi-Core INTEL i7 3rd and 4th Gen, evolutionary
- > GPGPU AMD E8860/E6760, up to 736 GFLOPS intensive computing
- > Up to 4x independent / simultaneous DVI, HD-SDI Graphic Monitor outputs
- > 4x PAL/SECAM/NTSC Analog Video inputs
- > 2x SD or HD-SDI Digital Video inputs
- > H.264/AVC Encoding capability
- > 3x GigE LANs
- > 2.5" SSD removable option
- > Cable-free, Fanless, MIL-DTL-38999 connectors
- > ITAR free
- > Real cold start -40°C/+71°C Operating Temp
- > MIL-STD-810, MIL-STD-461 & DO-160 qualification passed
- > MIL-STD-1275 filtering ready, IP-67 Ingress
- > Power-on BIT option
- > Long Life Management
- > Scalability, Flexibility

Core i7 4th Gen + 736GFLOPS- GPGPU System, Ready to Application No NRE, Time to Market and ROI optimized

SWaP Rugged Computer Units invade Ground Vehicles, UAVs, aircrafts, helicopters, underwater robots... They need to be compact, light, powerful, and cheap; but also they have to offer reliability, security and dependability. With Built in Test services into ONYX, ECRIN Systems innovates and makes our soldiers' life safer.



Tél : 01 69 07 83 22
www.ecrin.com

EUROSATORY Stand 450 - Lane K - Hall 5
16 - 20 JUNE 2014 / PARIS Paris-Villepinte Exhibition Center





Rédacteur en chef : Jérôme de Dinechin
Directeur de publication : Philippe Roger
Comité de rédaction : Arnaud Salomon, Flavien Dupuis, Dominique Luzeaux, Daniel Jouan, Louis Le Pivain, Denis Plane, Frédéric Tatout, Jocelyn Escourrou, Olivier de Vulpillières

Crédit photo couverture « le système Sprat »

Edition et régie publicitaire :
SACOM 01 41 10 84 40,
lneyret@la-clique.com
Création graphique : La Clique
www.agencesacom.com

CAIA, Bâtiment 158,
24 av. Prieur de la Côte d'Or,
94117 ARCUEIL Cedex
Tél. : 01 79 86 55 12
Télécopie : 01 79 86 55 16
Site : www.caia.net
E-mail : caia@caia.net
numéro de dépôt légal : 2265-3066

3 Editorial

4 Préface d'Arnaud Montebourg,

Ministre de l'économie, du redressement productif et du numérique

Innovations dans le terrestre

- 8 De la Défense à l'Automobile, il n'y a qu'un pas ..., par *Antoine Doutriaux*
- 10 Peut-on interdire les véhicules diesel dans les zones urbaines ?, par *Fabio Ferrari*
- 12 L'innovation automobile anticipe les évolutions sociétales, par *Gerulf Kinkelin*
- 14 Sport automobile : l'innovation en pôle position, par *Eric Barbaroux*
- 16 Innovation et transports : Le discours de la méthode, par *Pierre Verzat*
- 18 De la nécessité de l'innovation pour préparer l'avenir de la défense terrestre, par *Jean-François Lafore*
- 21 L'innovation au cœur du combat aéroterrestre, par *François Bouchet*
- 26 Concevoir un système vétronique au service des opérationnels, par *Michel Bascle* et *Valérie Castel*
- 28 La plateforme terrestre de demain, vue par MBDA, par *Jacques Doumic*
- 31 Il n'y a pas que les drones aériens !, par *Patrick Michon*
- 34 Robotique terrestre : évolution ou Révolution ?, par *Frédéric Bouty* et par *Joël Morillon*
- 36 Les technologies duales, Condition nécessaire à la réussite des grands programmes d'armement terrestres de demain, par *François Deloumeau*
- 38 La place de la 3D dans le combat urbain, par *Sylvain Fesland* avec la contribution de *Philippe Hervé*
- 40 En mesure de... et prêt à... !, par *Emmanuel Chiva* et *Pierre Fiorini*
- 42 Quand l'innovation menace la Cavalerie, par *Johan Pelzer*
- 44 La pyrotechnie, tout sauf une vieille dame... par *Thierry Brédy* par *Renaud Lafont*
- 46 Les munitions guidées futures du domaine terrestre, par *Jacques Doumic*
- 48 Le SPRAT, par *Philippe Demigné*
- 50 Pour une offre « refait à neuf » à l'export, par *Olivier-Pierre Jacquotte*
- 52 L'ISL, késako ?, par *Christian de Villemagne*
- 54 L'enseignement de l'ingénierie système à l'ENSTA, par *Isabelle Tanchou*, *Bruno Monsuez* et *Alexandre Chapoulot*
- 56 Revenir à la genèse, par *Omar Hammami*, *Marc Houllier* et *Thomas Rigaut*
- 58 Le « père des chars » toujours d'actualité, par *Benoît Chandresis*

60 Dossier industrie

- 60 CMI DÉFENSE France
- 61 Interface Concept

Vie de la CAIA

- 62 - Le mot du président, par *Philippe Roger*
- 64 - Gala de l'Armement 2014, par *Frédéric Guir*
- 66 - Des nouvelles des jeunes
- 68 **Management**
 - *Mes collaborateurs sont nuls ... et si j'en étais responsable !*, par *Jérôme de Dinechin*
- 70 **Technique**
 - *La boussole épicrotique*, par *Alain Filipowicz* et *Didier Bazalgette*

73

Camarades écrivains

- La France chassée de l'Empire Ottoman, par *Georges Kévorkian*
- Du zéro absolu aux énigmes de l'infini, par *Du zéro absolu aux énigmes de l'infini*

74

Lu au JO

76

Lu au JO - Nominations DGA

78

Carnet Pro

DE LA DÉFENSE À L'AUTOMOBILE, IL N'Y A QU'UN PAS ...

Qu'ont à voir la Défense, où les SNLE d'une série se comptent sur les doigts de la main, et l'Automobile où un modèle de véhicule dépasse facilement quelques millions d'exemplaires ? Dans le design du produit, un euro gagné sur le prix d'un composant ou d'un système génère des millions d'euros d'économie sur la voiture. Les achats, la production, ... sont également fortement structurés par la taille des séries concernées. Car avec les volumes en jeu, l'automobile est très sensible au prix du produit alors que le militaire est d'abord piloté par les coûts de développement.

Auto / Défense : des secteurs a priori très différents

Et pourtant ... Valeo et Safran ont récemment signé un contrat de partenariat de recherche sur l'assistance au pilotage et le véhicule autonome afin de mettre en commun leurs compétences et leurs savoir-faire pour accélérer et optimiser le

développement de produits innovants et générer de nouveaux marchés.

Ces 2 secteurs ont donc certainement beaucoup de choses à apprendre l'un de l'autre.

Quelques caractéristiques du marché Auto

Première caractéristique, c'est un marché en croissance : contrairement à ce que pourrait laisser penser une vision trop européenne du sujet, le marché automobile croît d'environ 4 % par an. Mais ce chiffre cache beaucoup de contrastes : l'Europe ne retrouvera ses volumes antérieurs à la crise de 2008 qu'en 2018 alors que la Chine aura dans le même temps multiplié ses volumes par 4, pour représenter un quart du marché mondial. En 2020, la Chine produira plus de voiture que l'Europe et l'Amérique du Nord réunis !

Deuxième caractéristique, c'est un marché global - la même plateforme est conçue pour des voitures fabriquées dans toutes les régions du monde -, avec pourtant des réglementations et des attentes clients différentes d'une région à l'autre. Les nouveaux produits doivent donc prendre en compte les caractéristiques spécifiques à chaque marché.

Troisième caractéristique, structurante, la relation constructeurs - équipementiers a fortement

évolué depuis 15 ans. D'une relation prescripteur - manufacturier jusque dans les années 90, nous sommes passés à une relation bien plus équilibrée où les équipementiers, en particulier les équipementiers majeurs, ont acquis la maîtrise complète de certains sous-systèmes du véhicule. Cette évolution a permis d'accélérer le rythme des innovations et d'en répartir la charge, les risques et les opportunités.

Enfin, deux grandes tendances vont changer le marché automobile dans les prochaines années :

- le besoin de véhicules respectueux de l'environnement : que ce soit en Europe où la réglementation est très ambitieuse en matière de réduction d'émission de CO₂, ou dans les grandes métropoles, chinoises par exemple, où le niveau de pollution a atteint des niveaux dramatiques, la nécessité de réduire l'empreinte environnementale des véhicules produits, grâce à l'hybridation et au véhicule électrique, s'est imposée aux constructeurs et équipementiers ;
- le besoin de véhicules zéro accident : la pression de la société pour réduire le taux d'accident est ancienne en Europe de l'Ouest, aux Etats-Unis et au Japon. Elle a toutes les raisons de continuer tant que plusieurs dizaines de milliers de personnes trouveront la mort chaque année dans un accident de voiture. Par ailleurs, le taux d'accident par véhicule reste encore très élevé dans les pays plus jeunes. Les systèmes de sécurité, active ou passive, ont donc encore un énorme potentiel de développement.

Un exemple de stratégie de croissance et d'innovation, Valeo

La stratégie de croissance de Valeo repose sur 2 piliers :



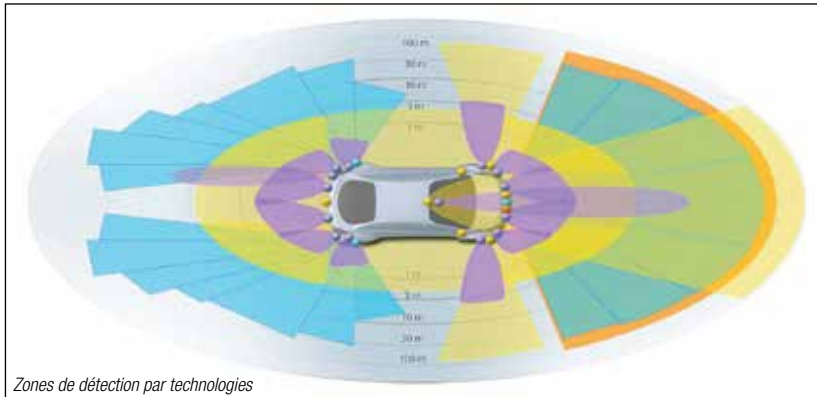
par **Antoine Doutriaux**,
IPA

■ PRÉSIDENT DU PÔLE SYSTÈMES DE VISIBILITÉ, VALEO

Après l'X, l'ENSTA et l'University of California, San Diego, Antoine Doutriaux démarre sa carrière au Centre d'études du Brusac où il sera pendant 3 ans maître d'œuvre du SET du Triomphant. En 1996, il quitte la Défense pour le transport ferroviaire, dans l'activité Signalisation d'Alstom Transport. Il rejoint en 2003 Valeo dont il est depuis 2009 Président du Pôle Système de visibilité. Ce pôle, leader mondial dans les systèmes d'éclairage et d'essuyage, est présent dans 18 pays avec 35 usines et 10 centres de développement.



Projecteur avant à LED



- 1) le développement dans les pays à fort potentiel de croissance, en Asie en particulier ;
- 2) une innovation très active dans 2 domaines : la réduction des émissions de CO₂ et la conduite intuitive.

C'est sur ce dernier sujet d'innovation que je me concentrerai dans la suite de cet article.

La conduite intuitive pousse à l'automatisation de la conduite ou robotisation du véhicule. L'automatisation peut intervenir en cas d'urgence, comme par exemple en déclenchant automatiquement le freinage du véhicule pour éviter une collision, ou sur demande du conducteur en délégation de conduite pour éviter des conditions de roulage peu plaisantes (parking, embouteillages, long trajet sur autoroute). Elle est développée selon une approche incrémentale, depuis le contrôle du véhicule sous supervision du conducteur, jusqu'au véhicule autonome.

Deux autres leviers technologiques sont nécessaires pour constituer la conduite intuitive : la connectivité du véhicule et l'interface homme machine autorisant un accès aisé, intuitif, aux nouvelles fonctions.

La conduite intuitive permet de mieux comprendre le contexte et de décider en temps réel dans un milieu complexe. Son premier enjeu est donc la sécurité, mais elle répond également à d'autres besoins :

- les problèmes de congestion du trafic dans les grandes métropoles, qui ne peuvent que s'aggraver dans certains pays d'Asie ou d'Amérique du Sud avec l'augmentation continue du nombre de véhicules par habitant (l'utilisation de convois de véhicules automatiques à Paris permettrait de multiplier par 3 le trafic – ou d'en réduire par 3 la densité) ;
- l'efficacité énergétique et les émissions de CO₂ ;
- le vieillissement de la population qui souhaiterait conserver sa mobilité (la part des sexagénaires dans l'ensemble de la population va doubler d'ici 2050) ;

- la globalisation qui fait qu'un conducteur européen doit aussi pouvoir conduire un véhicule en Asie et réciproquement, ce qui suppose de pouvoir lire les instructions, reconnaître les panneaux dans la langue du pays et les restituer dans la langue du conducteur ;

- la nécessité de rester connecté en permanence, que ce soit, selon les moments de la vie ou de la journée, pour le travail ou pour les loisirs.



Système d'éclairage anti-éblouissement

Valeo, grâce à son expertise dans le domaine, a développé de nombreuses applications telles que le parking automatique, la détection de franchissement de ligne, le freinage d'urgence à petite vitesse ..., des étapes indispensables vers l'automatisation de la conduite.

Ces innovations combinées à d'autres technologies ouvrent la voie vers de nouvelles fonctions, pour toujours plus de sécurité.

L'éclairage qui participe à la conduite intuitive est l'objet d'un saut technologique majeur avec le développement massif des LED. En effet, ces composants apportent une lumière plus blanche, proche de la lumière du jour, pour une efficacité énergétique supérieure d'un facteur 5, ce qui est déterminant pour l'autonomie d'un véhicule électrique par exemple, et une modularité de style qui fait le délice des ateliers de design des constructeurs.

Combinés à une caméra, ces phares intelligents peuvent adapter le faisceau pour réduire son intensité dans la direction du véhicule adverse afin de réduire l'éblouissement tout en gardant

la puissance maximale dans le reste du faisceau. Il est désormais possible de conduire en plein phares, en permanence.

Ajoutez à ce système une détection performante, pouvant reconnaître un piéton, et un éclairage laser, capable d'envoyer un faisceau de lumière concentré dans une zone bien définie, et vous aurez la solution pour avertir le conducteur et le piéton du danger potentiel.

Si en plus, le véhicule est doté d'une fonction de surveillance des yeux du conducteur, le système pourra, selon la position du regard, avertir le conducteur du danger voire prendre le contrôle de la manœuvre d'évitement ou de freinage.

De nombreuses synergies Défense / Automobile

Ce dernier exemple montre bien que ces différentes innovations, qu'elles soient déjà en production ou encore en développement, font appel à de nombreuses technologies finalement similaires à celles mises en œuvre dans un drone terrestre : localisation, fusion de capteurs tels que radars, cameras, capteurs ultrasoniques, scanner lidar, communication véhicule / infrastructures, interfaces homme machine, actuators ..., qui permettent d'analyser finement son espace de déplacement et d'agir sur le véhicule. Les briques logicielles telles que la détection de piétons, la reconnaissance et l'identification de personnes sont déclinables d'un métier à l'autre. La sûreté de fonctionnement est bien sûr un élément majeur du système mais le coût du produit interdit d'utiliser trop de redondances.

Ceci n'est pas surprenant dans la mesure où la question sur la voiture autonome n'est pas de savoir si elle arrivera, mais quand elle arrivera.

D'ici là, l'Automobile et la Défense ont sans doute beaucoup à apprendre l'un de l'autre, dans la mise en œuvre de technologies innovantes, à un coût fixe et à un coût série acceptables par les clients. 🐦

Valeo en quelques chiffres :

- 74 800 salariés
- Présent dans 29 pays
- 124 sites de production
- 12 plateformes de distribution
- 16 centres de recherche
- 35 centres de développement
- Chiffre d'affaires : 12,1 Mrds € en 2013
- Investissement en recherche et développement : 1,1 Mrd €

PEUT-ON INTERDIRE LES VÉHICULES DIESEL DANS LES ZONES URBAINES ?

En cette période où les politiques cherchent tous à limiter l'accès aux centres de nos villes, la solution généralement retenue est la réduction de la consommation de nos véhicules par de l'hybridation. On retrouve maintenant cette technologie développée initialement par Toyota dans la Prius, dans les bus, les camions. Timidement, quelques véhicules électriques font leur apparition dans le paysage. L'hydrogène va accélérer le déploiement des véhicules réellement non polluants.



L'un des Kangoo de la poste actuellement équipés

L'autonomie très limitée et le temps de recharge trop long des premiers véhicules électriques, comparés à leur équivalent diesel, les cantonnent à des niches de marché comme Autolib ou les Kangoo ZE, utilisés pour de la livraison urbaine. L'hybridation, ou « véhicules à énergie fossile qui consomment moins », ne ré-

solvent pas complètement le problème de la pollution urbaine mais va dans le bon sens : la pollution est globalement proportionnelle à la consommation et l'essence pollue moins que le diesel'.

Le véhicule électrique à batterie n'arrive pas à concurrencer le diesel

Les performances des batteries s'améliorent, tirées par les besoins des objets nomades comme les Smartphones et les PC. Mais la physique a ses limites : on ne peut pas dépasser en théorie 500 Wh/kg en Li-Ion (actuellement ≈130 Wh/kg pour un pack de 20 kWh), à comparer aux 11 000 Wh/kg d'un bon vieux litre de diesel – sachant qu'on n'en récupère qu'un tiers, péniblement, dans une voiture et dans le meilleur des cas, le reste part en chaleur. Inutile de faire des grands discours : sans contrainte forte, il n'y aura pas de bascule massive vers les véhicules à batterie. Personne n'abandonnera la « qualité de service » du diesel ou de l'essence.

Les contraintes «antiéconomiques» ne résoudront pas le problème

Quelles seraient ces contraintes fortes ? Forte augmentation des taxes du diesel ? Forte augmentation du prix du pétrole ? Péages urbains ? Interdictions ? Ces contraintes sont « antiéconomiques » car elles pèsent lourd sur le budget des ménages et sur le coût des transports de marchandises. Elles peuvent même interdire l'accès à leur travail des plus défavorisés.

L'hydrogène : une solution avec un TCO équivalent au diesel

Nous avons donc repensé le problème en partant de l'angle économique : comment concurrencer le diesel avec un véhicule équivalent qui ne coûte

pas plus cher à l'usage ? L'hydrogène résout ce problème. De la production à l'usage, le prix du kilomètre parcouru est équivalent et peut même être moins élevé que le diesel.

L'hydrogène se produit principalement de deux manières : à partir du gaz naturel (SMR²) et par électrolyse. La première méthode est la moins onéreuse. Elle est massivement utilisée aujourd'hui dès que l'on a besoin de forte production centralisée, comme dans les raffineries de pétrole. La seconde permet une production plus localisée et elle se couple facilement avec les ENR.

Une production locale d'hydrogène qui simplifie l'exploitation des ENR

l'on consomme. Or l'électricité se stocke mal. La production des ENR dépend souvent des conditions météo, de l'heure dans la journée. Ce qui pose un problème de dimensionnement de la production pour les pics de consommation et amène très souvent à des parcs d'ENR faiblement utilisés. Produire de l'hydrogène lorsque le réseau n'a pas besoin d'électricité permet donc d'augmenter la rentabilité de ces parcs d'ENR. C'est la base du « Power to Gaz ». Si on ajoute à la qualité durable et écologique le facteur production locale, cela amène la sécurité éner-



Dispositif Symbio FCell fuel Cell Range Extender, pour augmenter l'autonomie des véhicules électriques



par **Fabio Ferrari**

FONDATEUR ET PRÉSIDENT DE SYMBIO FUEL CELLS

Entrepreneur de plus de vingt ans d'expérience ; investisseur et cofondateur de plusieurs start-ups dans le domaine de la mobilité durable ; engagé dans le développement de technologies de pointes dans le domaine des transports.

tique, autre point qui reprend de l'importance à cause des bruits de bottes en Ukraine.

Mais combien coûte le plein ?

La transformation de l'hydrogène et de l'air en eau, chaleur et électricité a un rendement actuel d'environ 50 % pour la production d'électricité dans une pile à combustible PEM. Ce rendement a souvent été décrié lorsqu'on le compare aux 80 à 90 % de la batterie. L'argument technique est intéressant, mais il ne traduit par la seule contrainte comprise par le consommateur final que vous êtes : combien coûte mon plein ? Eh bien, pas plus cher que le plein d'un diesel qui pollue ! Le gasoil, comme je l'ai dit plus haut, est utilisé avec un rendement de 20 à 30 %. Sachant que des milliers d'ingénieurs travaillent à améliorer le rendement du diesel dans l'automobile et beaucoup moins dans l'hydrogène, cela ne peut aller que dans le bon sens.

Et combien coûte la voiture hydrogène ?

La question est plus complexe qu'il n'y paraît. Le prix d'une voiture dépend principalement de sa quantité de production. Aujourd'hui, il faut une production série d'environ 100 000 véhicules par an, par constructeur, pour atteindre des prix de marché normaux, et de préférence, sur une « plateforme » partagée par plusieurs modèles. L'investissement nécessaire à l'industrialisation de la plateforme puis des véhicules est un peu plus élevé qu'un équivalent diesel, mais surtout, comment écouler une production de 100 000 véhicules hydrogène par an alors qu'il n'y a pas – encore – de pompe à hydrogène dans les supermarchés ? La taille du marché nécessaire est l'Europe ou les Etats Unis...

Et je le trouve où l'hydrogène pour faire le plein ?

Pour retrouver la qualité de service du diesel : « je fais le plein en 3 mn à la station - service du coin », il faut équiper les 70 000 européennes (environ 10 000 en France).

Profil :

Symbio FCell conçoit, produit et industrialise des piles à combustible hydrogène et les systèmes qui les mettent en œuvre, pour les intégrer dans les plates-formes cibles. Symbio FCell a pour ambition de devenir le leader Européen dans les applications transports. Les solutions innovantes développées par Symbio FCell sont conçues, d'une part, pour être installées sur des véhicules électriques de série, comme prolongateurs d'autonomie des systèmes batteries permettant de déployer des véhicules non polluants de plus grande autonomie ; et d'autre part comme nouveaux systèmes de propulsion forte puissance entièrement basés sur les piles à hydrogène. Le 6 mai dernier, le groupe Michelin a pris une participation de 33 % au capital de Symbio FCell.

Le prix d'une pompe H2 étant de l'ordre de 700 000 €, cela fait un investissement important pour créer le marché... Mais on peut commencer autrement.

Des flottes captives pour commencer le déploiement des stations H2

En effet, qui voudrait faire des investissements d'infrastructure aussi importants sans que les véhicules ne soient présents, ou faire des véhicules dont on ne peut pas faire le plein ? Une solution existe : les flottes captives. Parmi les véhicules qui circulent en zone urbaine, bon nombre sont des véhicules de livraison, d'intervention qui ont le bon goût de repasser au dépôt. Cela permet de prévoir l'usage de la station et donc, d'en assurer la rentabilité économique. Le déploiement de ces « clusters » de véhicules utilitaires et stations co-localisés permet d'initier le système sans grand investissement, puis de relier ces clusters entre eux lorsque leur densité sur le territoire sera suffisante. Cette dernière étape donnera la même qualité de service que celle du diesel. C'est le résultat de l'étude H2 Mobilité France qui sera bientôt publiée.

- 1) Reconnu comme cancérigène par l'OMS
- 2) Steam Methane Reforming
- 3) Désulfurisation du gasoil
- 4) L'hydrogène stocke 33 kWh/kg, mais il faut un réservoir adapté

Et des Range Extender pour les premiers véhicules

Les premières flottes captives ne feront pas un marché de 100 000 véhicules par an. La solution simple que nous avons mise au point consiste à se servir des véhicules électriques existants qui sont appréciés de leurs premiers clients mais qui nécessitent plus d'autonomie pour avoir un déploiement aussi important que le diesel.

Le kit Range Extender hydrogène permet d'ajouter simplement 20 à 30 kWh d'énergie dans le véhicule, avec un remplissage très rapide et un poids inférieur à 100 kg. On parlait tout à l'heure de 0,13 kWh/kg en batterie, on est ici à 0,3 kWh/kg⁴. Son dimensionnement permet un prix acceptable et un coût de possession équivalent au diesel.

La Poste séduite

La Poste a été séduite par le principe et teste trois Kangoo équipées de cette solution pour vérifier les performances dans leurs cycles d'usage réel. Pour nous aider dans notre industrialisation, nous avons maintenant Michelin à notre capital qui nous soutient, tant financièrement qu'industriellement..



**L'expertise de
la sécurité
de vos systèmes d'information.**

Conseil et Expertise en S.S.I.
Evaluation Critères Communs, CSPN.
Accrédité par le COFRAC-Laboratoire d'Essai.
Agrégé par l'ANSSI.

www.oppida.fr
6 avenue du Vieil Etang • Bât.B
78180 Montigny-le-Bretonneux
+33 (0)1 30 14 19 00 • contact@oppida.fr

OPPIDA
EXPERT EN SÉCURITÉ
DES SYSTÈMES D'INFORMATION

L'INNOVATION AUTOMOBILE ANTICIPE LES ÉVOLUTIONS SOCIÉTALES

Et elle doit associer toute la chaîne des acteurs impliqués

L'urbanisation croissante, les enjeux climatiques, le changement rapide dans les attentes des clients, ce sont les grands défis auxquels est confrontée l'industrie automobile aujourd'hui. Mais ce sont aussi les lignes de force qui structurent toute la démarche d'innovation. Comment transformer ces facteurs a priori défavorables en opportunités de croissance pour les décennies à venir ?

Où va l'automobile au 21^e siècle ?

Au vingtième siècle, l'automobile n'a cessé de conquérir de nouveaux territoires, passant par tous les continents et la plupart des classes sociales, dans un monde lui-même en forte croissance démographique.

Les grandes conquêtes techniques de l'automobile y ont été l'augmentation continue des performances et du confort, les sécurités actives

et passives élevées à un niveau impressionnant, ainsi qu'une fiabilité et une durabilité en général bien maîtrisées. On peut considérer que sur ces points, on a atteint un équilibre, et qu'il n'y aura plus de révolution majeure. A noter aussi l'amorce de la maîtrise des impacts environnementaux, notamment sur la consommation à partir du premier choc pétrolier, tendance qui se renforce aujourd'hui de manière considérable.

En effet, la place de l'automobile dans le monde de demain est contrainte par l'urbanisation croissante et les enjeux d'infrastructure et de mobilité qui en découlent, les enjeux climatiques et environnementaux, et l'évolution des besoins des clients avec une insertion permanente dans l'univers connecté.

En conséquence, les trois principaux défis des décennies à venir sont les technologies propres, le véhicule autonome connecté, et l'attractivité des véhicules, nécessaire à chaque constructeur pour continuer à vendre ses véhicules.

ont fixé aux constructeurs automobiles des objectifs de CO₂ contraignants sur leurs ventes de véhicules, CAFE pour l'Europe (corporate average fuel economy), avec dans ce cas une diminution de 50% du CO₂ entre 2010 et 2025.

A l'horizon 2025, 95% des véhicules devraient encore être équipés de moteurs thermiques, même si l'électrification se sera fortement développée. Les progrès encore attendus sur les moteurs le sont sur la maîtrise des frottements, sur l'optimisation de la combustion en fonction des situations d'usage, et sur les fonctions de coasting qui consistent à désaccoupler le moteur de la boîte de vitesse dans certaines phases de conduite.



Le nouveau moteur 3 cylindres essence **EB TURBO PURETECH**
Diminuer la consommation tout en améliorant les performances

Record mondial de consommation d'essence à 2,85 l/100, pour un moteur de 130 cv!

Le défi pour réduire encore la consommation est de taille, puisque les nouvelles générations de moteur sont déjà à des niveaux remarquables y compris en essence, comme le montre le record mondial battu en mars 2014 par la Peugeot 308 3 cylindres turbo Pure Tech de série, consommant 2,85 litres de carburant / 100 km et 1 810 kilomètres parcourus avec un plein.

Différents degrés d'hybridation compléteront cette optimisation des moteurs thermiques, qui vont du « mild hybrid » qui est un stop-start avec récupération d'énergie, au « plug in hybrid », un hybride



par **Gerulf Kinkelin**, IPA

RESPONSABLE DES PROGRAMMES CHAÎNE DE TRACTION CHEZ PSA PEUGEOT CITROËN

Gerulf Kinkelin a piloté de grands projets de réseaux mobiles pour la DGA, Matra Communications et Thales, puis a rejoint PSA Peugeot Citroën en 2006 pour diriger l'innovation électronique. Passé ensuite par les coopérations industrielles sur les moteurs et les boîtes de vitesse, il dirige aujourd'hui les programmes mondiaux de moteurs, boîtes de vitesses et chaînes de traction hybrides de PSA.

Les technologies propres

Sur fond de restrictions d'émissions de plus en plus sévères, telles que la norme Euro 6 qui est en cours d'introduction en Europe, l'Europe, les Etats-Unis, la Chine et plus récemment le Brésil



Peugeot 308 élue voiture de l'année 2014, avec 82 g de CO₂ par km!



Des identités de marque bien différenciées pour satisfaire plus de segments de marché.

rechargeable qui autorise plusieurs dizaines de kilomètres en fonctionnement électrique pur.

Nouveaux usages, nouveaux enjeux : du véhicule connecté à la conduite autonome

On pourrait penser à première vue que la connectivité et l'automobile sont deux mondes qui n'ont que peu d'impact l'un sur l'autre, or il n'en est rien : la connectivité a déjà un impact profond sur l'usage automobile. Dans les années 80, l'automobile ou la moto signifiait liberté de mouvement et autonomie, et on attendait généralement le passage de son permis avec impatience. Les générations plus jeunes ont moins besoin de se déplacer physiquement pour se sentir autonomes, la connectivité leur permet d'être en permanence au sein de leur groupe sans avoir la même nécessité de proximité physique. La passion automobile touche d'ailleurs moins ces générations plus urbaines, pour qui l'automobile doit avant tout ne pas être une contrainte.

L'automobile doit néanmoins utiliser au maximum tout le potentiel de la connectivité, et ce potentiel est très important.

L'Internet et la mobilité sont déjà une réalité, avec les portails lancés dès 2012 sur Peugeot 208 et en cours de généralisation sur les gammes DS, Peugeot et Citroën.

Les services connectés s'intègrent directement dans l'interface homme-machine automobile et apportent de nouvelles fonctions qui complètent l'expérience de conduite, en développant la complémentarité entre l'automobile et le smartphone. Les clients attendent que leur univers connecté

se prolonge dans leur véhicule, et l'un des défis est de pouvoir le permettre dans un cadre maîtrisé, en particulier pour les aspects touchant la sécurité.

De manière générale comme pour les autres biens de consommation, la tendance est de faire reculer la contrainte liée à l'usage de l'automobile.

L'une des réponses à moyen terme est la conduite autonome, qui arrive lentement mais sûrement au travers des aides à la conduite : le régulateur de vitesse intelligent (adaptative cruise control) est déjà disponible. A partir de la décennie 2020, on peut envisager des niveaux de délégations de conduite supérieurs sur des zones et dans des situations de vies spécifiques. Il sera complété à l'horizon 2020 par le contrôle de trajectoire qui permettra au conducteur de lâcher le volant tout en continuant à superviser le voyage. Il faudra attendre 2025 pour garantir une pleine autonomie des véhicules. Ces nouvelles tendances de consommation automobile comprennent également l'auto partage, et des attentes renforcées de bien-être.

L'attractivité, ou comment donner envie à nos clients

L'innovation doit être au service de l'identité des marques, telle qu'elle est définie pour le groupe PSA Peugeot Citroën.

La dernière illustration de cette volonté pour l'innovation d'incarner l'identité d'une marque se manifeste dans l'univers intérieur de la nouvelle Citroën C4 Cactus, où l'on reconnaît immédiatement les caractères « *human, simple, smart* » (humain, simple, conçu intelligemment).

L'architecture intérieure du Citroën C4 Cactus, pour arriver à ce degré épuré de simplicité, a nécessité la mise en œuvre d'innovations de rupture, comme par exemple l'airbag frontal passager en haut de pavillon, qui a quitté la traditionnelle planche de bord pour laisser la place au grand vide poche à accès par le haut.

Comment maintenir l'innovation?

Comment l'automobile, confrontée aux défis majeurs de l'urbanisation, de l'environnement et des nouveaux usages doit-elle se comporter pour maîtriser l'innovation, alors qu'elle est plongée dans un monde hyperconcurrentiel ? En faisant de l'innovation une démarche complètement partagée.

Dans l'industrie automobile, l'innovation est de manière structurelle une démarche collaborative entre constructeurs et fournisseurs, entre chercheurs, designers, spécialistes produit, marketing, programmes et finance, concepteurs industriels et techniques, et « *last but not least* » les utilisateurs clients qui font l'objet de toutes les attentions.



Epuré et très « design », le C4 Cactus est un manifeste évident de la marque Citroën.

En effet et plus qu'ailleurs, avoir raison tout seul, c'est dans la plupart des cas avoir tort.

Dans l'écosystème automobile, chaque nouvelle technologie, pour pouvoir être lancée puis rester pérenne, doit percer rapidement sur le marché pour pouvoir être amortie, puis être déployée le plus largement possible pour faire baisser son coût. Le lanceur de la technologie a a priori un avantage initial, mais il a en général besoin des autres acteurs pour pouvoir aller plus loin, et faire baisser ses propres prix de revient. Ainsi, les constructeurs invitent en général leurs fournisseurs à trouver d'autres clients pour accélérer les effets de volume, lisser les cycles et diminuer les risques sur les investissements, quitte à mettre en place des royalties modiques.

Le dialogue avec les institutions et les fournisseurs d'infrastructure sont d'autres domaines sur lesquels les acteurs automobiles ne peuvent réussir que s'ils sont unis dans l'action. 🗨️

SPORT AUTOMOBILE : L'INNOVATION EN POLE POSITION

Dès sa création, le sport a été la locomotive de l'industrie automobile en matière d'innovation. Et il peut le rester encore longtemps...

Une société guidée par le principe de précaution, des préoccupations environnementales croissantes... le sport automobile doit renforcer sa capacité d'innovation pour rester une des disciplines sportives les plus attractives. Et il le fait...

La course a toujours été dans les gènes de l'être humain. Que ce soit à pied, à cheval, en bateau, en avion, la recherche de la vitesse maximale a longtemps été la quête du Graal, jusqu'à ce que notre société en dénonce les excès, tant pour des raisons de sécurité que de bien-être. L'illustration de ce tournant, c'est sans aucun doute la disparition du Concorde. L'acceptation d'une régression qui rejette nos cousins américains 2 fois plus loin qu'ils n'étaient il y a 40 ans... L'automobile a connu une évolution comparable. D'abord guidé par le souci permanent d'aller du point A au point B dans un temps minimal, l'au-

tomobile s'est progressivement accoutumée à d'autres objectifs, ceux du confort, de la sécurité, de l'information, de la convivialité...

Autant on était fier il y a 30 ans de vanter ses exploits routiers et ses vitesses excessives dans les dîners parisiens, autant le même genre de discours aujourd'hui vous fait passer pour un assasin en puissance.

Malheureusement pour lui, le sport automobile, dans sa dimension la plus naturelle, reste le meilleur moyen de couvrir dans un temps minimal

pour les pilotes mais également dangereuses pour les spectateurs. Cette escalade a amené les autorités sportives à rentrer dans une logique sécuritaire et à diminuer progressivement les performances des véhicules. Et le turbo a disparu...

Depuis, chaque année, l'édition du règlement technique de la F1 donne lieu à un affrontement entre le pouvoir réglementaire de la FIA (Fédération Internationale de l'Automobile), qui fait tout pour diminuer les performances prévisibles des voitures (réduction des cylindrées, réduction des appuis aérodynamiques...) et les ingénieurs des équipes qui continuent à optimiser au banc d'essai, en soufflerie, et de plus en plus en simulation. Dans cet affrontement, l'innovation est souvent ce qui permet aux équipes de reprendre l'avantage. Jusqu'à ce que le pouvoir réglementaire, parfois dépassé, interdise l'innovation correspondante car elle tue purement et simplement la concurrence : « l'aspirateur » Brabham dans les années 80, qui, lié au moteur, permettait de créer une dépression sous la voiture et donnait un avantage irrésistible à ses pilotes.

L'innovation est indispensable, mais elle doit être maîtrisée car le sport automobile, à son haut niveau, est devenu un spectacle.

« Les Fédérations sportives sont parfois plus puissantes que l'ONU pour changer les règles internationales »

une distance donnée. Il existe évidemment des concours de design, des lauréats pour la meilleure voiture de l'année... mais le sport automobile reste, et restera vraisemblablement encore longtemps, la discipline consistant à rechercher la diminution du temps de parcours, et corrélativement, l'augmentation de la vitesse et de la puissance.

Il serait évidemment trop long de vouloir lister toutes les innovations apportées par le sport automobile dans la voiture de Monsieur tout le monde : citons quand même les essuie-glaces, les freins à disque, les structures en carbone, les pneus tubeless, les boîtes de vitesses séquentielles, et bien évidemment l'une des plus symboliques, le moteur turbo.

Le turbo est un exemple intéressant : c'est un peu le Concorde du sport automobile... Il a permis, dans les années 1980, d'obtenir des niveaux de puissances dépassant allégrement les 1 000 chevaux. Couplé à des architectures de voitures utilisant l'effet de sol à travers des jupes montées sur les carrosseries, les monoplaces de F1 sont rapidement devenues des bombes roulantes, dangereuses



L'innovation permanente en sport automobile transforme les sportifs en ingénieurs.



par **Eric Barbaroux**, ICA

■ **PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ ELECTRIC FORMULA**

■ **DIRECTEUR DES OPÉRATIONS DE LA SOCIÉTÉ FORMULA E HOLDINGS**

Eric Barbaroux (X81) débute sa carrière en 1984 au GIAT comme chef de projet du châssis du char Leclerc, puis bascule vers les grands chantiers du sport (conseiller au cabinet de Guy Drut en 1995), et rejoint l'écurie de F1 Prost GP en 1997. En 2001, il devient Directeur général de la Fédération Française du Sport Automobile, promoteur du GP de France, et lance en 2010 le projet Formulec, première monoplace électrique de compétition.



Test Team Magny - Eric Barbaroux à droite sur la photo

La Formule 1 est aujourd'hui le troisième événement sportif mondial en termes de notoriété et de couverture télévisuelle, après les Jeux olympiques et les Coupes du monde de football.

Un spectacle coûteux qui trouve son financement dans les recettes publicitaires des contrats de sponsoring, eux-mêmes liés à la couverture télévisuelle des courses correspondantes. Sans compétition, sans bagarre acharnée, pas de spectacle, donc pas de téléspectateurs et pas de financement.

L'innovation doit donc être maîtrisée, et diffusée largement pour maintenir l'intérêt réel de la compétition.

Ces dernières années, la crise économique a eu un impact réel sur le sport automobile.

Les budgets de communication se sont réduits, les contrats de sponsoring sont soudain apparus superflus...

« La recherche de propulsions moins dépendantes du pétrole redonne une véritable légitimité au sport automobile »

Et en parallèle, la vitesse diminuait sur les routes et les innovations apportées par le sport automobile devenaient de plus en plus rares...

Jusqu'à ce que le monde du sport automobile fasse sa propre autocritique, et décide de réorienter ses objectifs.

C'est paradoxalement le développement durable qui a mené cette évolution, avec la prise de conscience relative à la nécessité de diminuer la consommation en pétrole des automobiles, et de favoriser l'hybridation.

Les courses d'endurance, comme les 24 heures

du Mans, ont été parmi les premières à innover et oser sortir de l'essence classique pour s'intéresser au diesel.

Certains ont cru à ce moment-là voir la fin de cette épreuve mythique : il n'en a rien été, bien au contraire, cette approche visionnaire a donné un nouvel élan à l'épreuve, et a même permis d'ouvrir la porte à l'hybridation.

Cette évolution a été très rapide : quelques années à peine... Et pour cela, la force du sport prend toute sa dimension, à travers le pouvoir réglementaire des fédérations qui le dirigent.

Je me rappelle souvent d'une anecdote, lorsque j'étais conseiller technique au cabinet de Guy Drut, représentant le ministre au sein du comité d'organisation qui préparait la coupe du monde de football en 1998. Nous avions rencontré le secrétaire général de la FIFA, fédération internationale qui possède la coupe du monde de football. Il nous avait expliqué très simplement qu'il était à la tête de l'organisation la plus puissante du monde, bien plus que l'ONU... Dès qu'une décision était votée, elle s'appliquait sans discussion dans des centaines de pays...

Il en va de même du sport automobile : lorsque la FIA a réalisé que le pouvoir d'innovation du sport automobile n'était plus en cohérence avec les aspirations des constructeurs, elle a très rapidement fait évoluer les règlements en conséquence.

En quelques années, les moteurs de F1 sont passés de gros V12 à de petits moteurs suralimentés, dotés d'une double hybridation : au freinage d'une part, sur la récupération d'énergie à l'échappement d'autre part. Et le turbo, à la différence du Concorde, est revenu...

La Formule 1 vit en ce moment même cette révolution. Cette tendance est inéluctable, et au bout du compte, les grands constructeurs mondiaux retrouvent de l'intérêt à la discipline, perçue à



Felipe Calderon, Président Mexicain, au volant d'un projet innovant en 2010, Formulec...

nouveau comme un banc d'essai et une vitrine technologique dédiée à l'innovation.

Le sport automobile a même poussé l'innovation à l'extrême, avec un nouveau championnat international FIA Formula E de monoplaces 100 % électriques qui doit prendre son envol le 13 septembre prochain à Pékin.

« L'innovation doit rapidement être partagée pour maintenir un niveau de compétitivité homogène, et donc l'assurance d'un spectacle attractif »

J'ai personnellement été un des artisans de ce projet, en créant en 2010 le projet Formulec, avec la réalisation d'un prototype de monoplace électrique à base de batteries lithium-ion.

En France, le soutien politique a été des plus timides, et c'est finalement le Président de la république mexicaine qui, lors du sommet sur le changement climatique COP 16 de Cancun en décembre 2010, nous a fait l'honneur de s'asseoir au volant de notre prototype. Ce projet des plus innovants a été racheté par des investisseurs étrangers, avec le support de la FIA, et a pris un nouvel essor. L'innovation ne s'arrête jamais. 🗣️

INNOVATION ET TRANSPORTS : LE DISCOURS DE LA MÉTHODE

Quand on évoque l'innovation, on pense d'abord à technologie, et même à nouvelle technologie. C'est souvent juste, mais c'est oublier des pans entiers de « découvertes ». Certaines d'entre elles ne répondent pas *stricto sensu* à la définition du mot, mais elles constituent néanmoins d'authentiques et d'audacieuses nouveautés. La preuve par Systra.

Transport public se conjugue plus que jamais avec urbain et cette tendance ne va faire que s'amplifier à l'avenir. Or les usagers, les citoyens, les citoyens pour tout dire, ne sont plus enclins à accepter n'importe quel équipement, n'importe où, y compris dans les métropoles des pays émergents. Là

où l'on pourrait imaginer qu'un manque cruel d'infrastructures est de nature à faire passer n'importe quelle « pilule », on constate ici comme ailleurs un même souci du « mieux vivre la ville ».

Exemple de ce refus a priori, le métro aérien. Ultra imposant dans un tissu urbain souvent très dense, il bouleverse l'architecture de la ville en l'enlaidissant (c'est du moins l'idée qu'on s'en fait), il réorganise l'espace public au mépris des usages des habitants et il est intrusif pour les riverains qui ont la sensation d'être observés toutes les deux minutes par des voyageurs - voyeurs, pénétrant par effraction dans leur appartement.

et sont organisés ont pour objectifs de « penser autrement » les réseaux de transport public, de produire des idées neuves, d'inventer des concepts, mais aussi, pour rester connecté au réel, de les tester, de les décortiquer, pour ne pas dire triturer, sous forme de prototypes, maquettes ou objets produits en trois dimensions. Le métro aérien est mal vu, mal vécu, inadmissible ? Qu'à cela ne tienne. Dans la fabrique de l'innovation, on va tenter de le rendre recevable et pourquoi pas désirable (Il ne s'agit pas là d'une hypothèse d'école : cette thématique a fait l'objet d'un atelier « *highline* » au mois de mars 2014 avec les villes de Riyad, Mumbai, Shanghai et Grand Paris comme support de réflexion).



par **Pierre Verzat**, IPA

■ **PRÉSIDENT DU DIRECTOIRE DE SYSTRA**

Pierre Verzat (X, ENSTA), a commencé sa carrière comme chef de département à DCNS avant de rejoindre, en 1982, Dalkia (groupe VEOLIA Environnement) comme directeur général de sa filiale BEA. Après avoir intégré AREVA en 1996, où il devient directeur de la branche Transport environnement Industrie de TechnicAtome, il rejoint en 2005 le groupe EADS, qui le nomme en 2009 directeur des opérations d'Astrium Services. Depuis mars 2011, il est Président du directoire de Systra, filiale de la RATP et de SNCF. Il a mené, avec succès, la fusion de Systra avec deux autres sociétés d'ingénierie, Inexia et Xelis, pour former aujourd'hui un leader mondial de l'ingénierie des infrastructures de transport public.

La fabrique du « penser autrement »

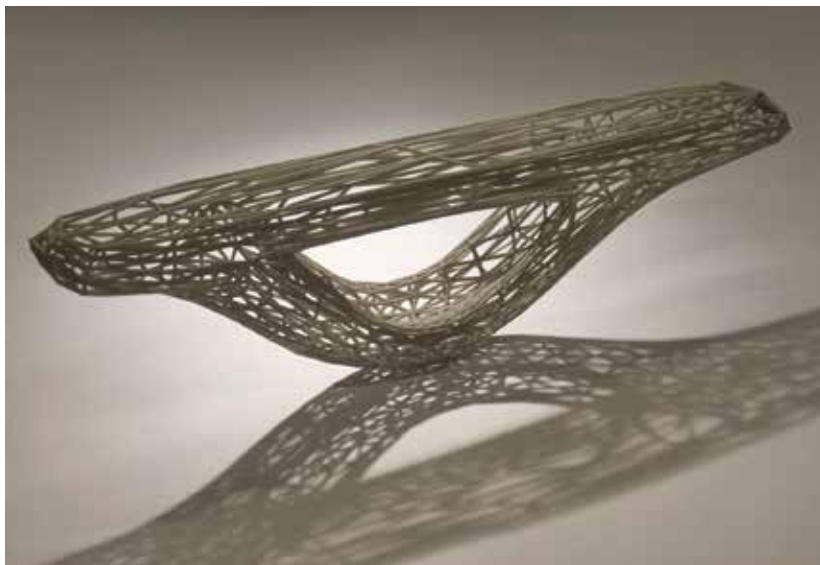
Leader mondial en matière d'ingénierie de transports, Systra a inauguré sa « fabrique », un espace de travail qui tient à la fois de l'atelier d'un maquettiste, du centre de calcul et de la salle de réunion. Plaques de balsa ou de polystyrène, cutters et paper board y voisinent avec des stations de CAO, traceurs A1 et imprimantes 3D. Les ateliers dits collaboratifs qui

Des philosophes pour construire le métro

L'atelier est composé d'équipes pluridisciplinaires de Systra, formées d'ingénieurs (en système de transport ou en génie civil) et d'architectes. Quelques grands témoins extérieurs (sociologues, philosophes, financiers, constructeurs ...) ouvrent les débats et lancent des pistes. Et puis le travail commence. Cha-



Atelier Highline à la « fabrique »



Un viaduc produit par la fabrique de Systra (et son imprimante 3D). La structure en treillis de l'ouvrage, qui mérite plus que jamais le qualificatif « d'art », est rendu possible par l'utilisation du nouveau béton haute performance, lequel offre des qualités mécaniques assez voisines de celles de l'acier. Les piles du pont ont été pensées afin de recevoir les systèmes d'accès (escalier, escalator) aux quais de la station.

cun des participants endosse un statut ou une qualité (lui est voyageur, elle est commerçante, l'ingénieur béton est l'autorité municipale, etc.).

De ce jeu de rôle ressort une sorte de diagnostic, fait de points de vue mêlés, d'aspirations contradictoires, d'envies et de rejets. L'important est bien sûr de proposer des solutions capables de créer un consensus. « Lorsque nous avons pris conscience qu'à Mumbai, le viaduc passerait à moins de 100 m des bureaux et des habitations, il était évident qu'un soin particulier devait être apporté à la résolution de la question du bruit. Mais quand l'urbaniste a levé les bras au ciel à l'idée d'élever des murs anti-bruit, nous nous sommes dit qu'il fallait falloir être créatifs » se souvient Pierre-Etienne Gautier, directeur de l'Innovation. »

Lafarge juge la « fabrique »

Présents à l'atelier ViaDuct, les experts de chez Lafarge (avec lequel Systra a passé un accord de partenariat) ont été pour le moins séduits par la méthode. Pour ces témoins assistants « la réflexion passe très vite de la conception à la concrétisation, grâce notamment au prototypage et c'est très stimulant ». Au point qu'ils pensent introduire prochainement dans leur groupe « cette approche méthodologique ».

Un viaduc de métro ? Non, une coulée verte

Le métro est trop voyant ? On va masquer le viaduc par une sorte de coffrage qui aura aussi l'avantage de réduire le bruit. Mais limiter les nuisances visuelles ou sonores n'est pas suffisant. Pour rendre le viaduc attractif et non plus seulement admissible, on propose d'organiser dans sa partie basse une sorte de galerie marchande. Mieux, on pourrait également créer à un niveau intermédiaire, une promenade, une piste cyclable ou encore une coulée verte, végétale, qui viendrait non plus défigurer les quartiers mais au contraire les embellir. Et pour que les riverains ressentent moins cette sensation d'intrusion, on pourrait imaginer des sortes de volets, rigides ou souples, entre le viaduc et les rues en contrebas. Avantage subsidiaire, le dispositif créerait des zones ombragées, jamais superflues dans les pays du golfe par exemple (Ce principe de « parasols de rue » n'a rien d'excentrique : plusieurs villes françaises l'ont intégré dans leur plan climat - énergie territorial). En tout cas, voilà comment, à partir d'une méthode de travail collaborative, Systra en arrive à concevoir un métro *new look*, toujours infrastructure de transports, mais qui prend aussi des allures de « mobilier urbain » valorisant, d'espace marchand et d'échange, de zone ludique, d'équipement social, etc. Avec ces stagiaires participant aux ateliers de la « fabrique », on est loin de l'image d'Épinal de l'ingénieur, inventeur solitaire menotté

Quand le nouveau béton redessine les viaducs

L'un des ateliers, nommé ViaDuct, avait pour thème les viaducs revus et corrigés à l'aune du nouveau béton, autrement dit le béton fibré ultra-haute performance (BFUP). Par rapport à un béton classique, il présente une bien meilleure résistance à la compression ainsi qu'à la traction. Il offre également des propriétés d'élasticité intermédiaires entre le béton traditionnel et l'acier. Revers de la médaille, il est très cher (même s'il exige moins de matière) et donc encore peu utilisé, excepté dans des ouvrages de prestige comme le Mucem de Marseille. L'idée de ce *brainstorming*, ou plutôt de ce *makestorming*, était donc d'explorer l'usage du BFUP dans la conception des viaducs, étant entendu que le budget devait rester comparable à celui d'une construction en matériau traditionnel. Ingénieurs et architectes étaient appuyés par des experts venus de chez Lafarge maîtrisant parfaitement toutes les caractéristiques du nouveau béton. Comme toujours, travail de maquettes, impression 3D et découpes laser constituaient les passages obligés de la réflexion. Et les conclusions furent surprenantes. La philosophie qui se dégage de cet atelier, les formes de viaducs les plus futuristes qui en résultent, rappellent étrangement le dessin des ponts métalliques du XIX^e siècle, très identifiables avec leurs structures en treillis. Compte tenu des questions de normes à résoudre, notamment en Europe, et sans parler de certains conservatismes à vaincre, une telle « première » pourrait voir le jour dans quatre ou cinq ans.

à sa règle à calculs. Non seulement les ingénieurs d'aujourd'hui travaillent en équipe, mais ils produisent de nouveaux concepts et les concrétisent en s'imposant d'avoir une vision transverse, multidisciplinaire, scientifique bien sûr, mais empruntant aussi des éléments aux sciences humaines. Il est vrai que dans un monde où la population mondiale atteindra 8,3 milliards d'individus en 2030 et comptera plus de 5 milliards d'urbains, les solutions de transports publics ne peuvent plus se contenter d'offrir uniquement mobilité et commodité. 🐼

DE LA NÉCESSITÉ DE L'INNOVATION POUR PRÉPARER L'AVENIR DE LA DÉFENSE TERRESTRE

Pour rester viable et améliorer sa compétitivité dans un contexte budgétaire et concurrentiel très difficile, l'industrie de défense va devoir ajuster et réorganiser ses capacités. Cet ajustement structurel face à la réduction des commandes nationales et à l'étalement de livraisons doit être compris et accompagné par les pouvoirs publics afin de pouvoir redéployer les compétences et les efforts sur les marchés export.



Le GICAT, groupement professionnel créé en 1978, compte 184 adhérents qui représentent près de 260 membres, grands groupes, entreprises de taille intermédiaire (ETI), petites et moyennes entreprises (PME) qui couvrent un large spectre d'activités industrielles, de recherche, de développement, de production, de services et de conseil au profit des organes militaires et civils nationaux et internationaux impliqués dans la sécurité ou la défense terrestre ou aéroterrestre.



par **Jean-François Lafore**, ICA

■ DÉLÉGUÉ GÉNÉRAL AU GICAT

Jean-François Lafore (X72 – Sup'Aero) a commencé sa carrière en 1976. Après 4 ans à la DGA, il démarre une carrière dans l'industrie en intégrant les grandes entreprises de défense, Thomson-CSF, Aerospatiale-MBDA et EADS.

Le rayonnement international du GICAT s'appuie sur le salon international EUROSATORY, organisé par sa filiale, le COGES, ainsi que sur la présence, comme fédérateur, du pavillon France sur un certain nombre de salons de défense et/ou de sécurité à l'étranger.

Le GICAT défend les intérêts de la profession, promeut l'offre industrielle française et soutient son développement à l'export. Ce groupement est force de proposition à travers six commissions actives qui rassemblent industriels, utilisateurs et décideurs sur les thèmes prioritaires pour la Profession. Il contribue également à la structuration et au maintien du dialogue utile entre l'industrie et les clients institutionnels afin d'assurer la meilleure adéquation entre les besoins des utilisateurs et l'offre industrielle.

Le GICAT a mis en évidence l'importance de la Base Industrielle et Technologique de Défense (BITD) pour la souveraineté nationale. La BITD terrestre est une composante essentielle de l'autonomie stratégique de la France. Elle permet à la France de satisfaire au mieux la spécificité des besoins de ses forces terrestres avec un équipement innovant et parfaitement adapté à la doctrine d'emploi. Enfin, elle permet à la France de disposer d'une complète liberté d'action et d'une capacité d'adaptation réactive.

L'industrie de défense est également un contributeur très important de l'économie nationale en termes d'activités, d'emplois et d'exportations. Elle comporte, outre les grands groupes de défense, plusieurs milliers d'ETI et de PME – PMI, équipementiers et sous-traitants. Elles représentent un monde dynamique, innovateur,

générateur d'emplois à forte valeur ajoutée et peu délocalisables. Elle contribue au développement des technologies les plus avancées dont les applications dépassent largement le secteur de défense. De plus, l'exportation de systèmes d'armes participe à la consolidation des partenariats stratégiques avec des pays alliés. Elle participe activement de notre diplomatie de défense.

L'industrie de défense française a été dimensionnée pour répondre aux besoins de la défense exprimés au milieu des années 90, et confirmés pendant la décennie 2000. Or, dans la nouvelle LPM 2014 - 2019, le budget des programmes 144/146/178 est réduit de 30 %. En raison de la forte concurrence, il sera difficile de compenser par l'export, dans des délais courts, la baisse du marché national. Se pose également le problème de l'entretien des compétences critiques, car, même si les budgets de R&T (recherche et technologie, les études les plus amont) sont préservés, ceux de R&D (développement des nouveaux produits) seront inférieurs à ceux de la LPM précédente, du fait du petit nombre de nouveaux programmes.

Ce nouveau cadrage de la LPM 2014 - 2019 aura des conséquences significatives sur la BITD. Concernant les PME, celles qui offrent des services et des moyens seront exposées au rapatriement de la sous-traitance chez les maîtres d'œuvre et celles qui offrent des produits seront exposées à la baisse du volume des commandes de petits équipements (pour le secteur terrestre, la baisse a été de 38 % sur les engagements de cette nature en 2013). Beaucoup seront en danger de disparition ou de rachat par des capitaux étrangers, avec le



Jean-Yves Le Drian, à l'école Polytechnique lors du 2^e forum DGA innovation :
 « L'innovation de défense est plus que jamais un enjeu déterminant pour la place de notre pays sur la scène internationale. »

risque de perte d'autonomie de décision, de transfert de technologie et de délocalisation des activités de développement.

L'ajustement structurel face à la réduction des commandes nationales et à l'étalement de livraisons doit être compris et accompagné par les pouvoirs publics, en maintenant les efforts sur la R&T pour conserver la capacité et l'innovation.

Plus qu'un facteur de transformation, l'innovation devient un facteur nécessaire pour la survie de la BITD française et joue donc un rôle principal dans ce réajustement. Elle est, non seulement le préalable pour le maintien de l'indépendance stratégique, mais aussi un facteur essentiel pour le développement du marché à l'export. Un certain nombre de technologies émergentes constituent des véritables ruptures permettant d'envisager des fonctionnalités nouvelles pour les systèmes de défense, ainsi des nanotechnologies qui permettent d'améliorer les performances des poudres et explosifs, des structures, mais qui apportent aussi des propriétés d'indétectabilité, d'imagerie active, le laser de puissance, ... Avec une baisse de 30 % des cibles de l'ensemble de matériels des forces, il est essentiel donc que le budget de R&T (programme 144) soit au minimum maintenu et que l'effort en R&D (partie du programme 146) permette le renouvellement du catalogue de produits des industriels pour les besoins domestiques et de l'export. Un décrochage budgétaire et un bou-

versement des programmes à l'occasion de la révision de la LPM prévu fin 2015 seraient catastrophiques.

En cohérence avec l'effort R&T, il faut lancer les grands programmes indispensables de l'armée de Terre, en particulier le renouvellement des véhicules blindés du programme Scorpion, l'Arme individuelle future (AIF), et les programmes de cohérence.

Les réductions budgétaires impactent le financement des études sachant que les divers modes de financement contribuent aux plans de charge des bureaux d'études et au maintien de leur expertise. Il est donc nécessaire de compléter les dispositifs de soutien à l'innovation et d'encourager les modes de financement alternatifs via l'accroissement de la coopération entre pays.

Il faut également renforcer l'innovation des PME. Il faut renforcer le programme « Astrid Maturation⁽¹⁾ » per-

mettant une maturation des démonstrateurs de technologies arrivant en phase finale (de manière à renforcer le transfert de technologies des laboratoires vers les PME). Le GICAT soutient complètement cette mesure et avait signalé, dès la mise en place de Rapid, la nécessité de soutenir la maturation technique et industrielle des innovations financées par les processus Rapid ou Astrid.

Dans le même esprit, le GICAT soutient la proposition de compléter les dispositifs de soutien à l'innovation pour les niveaux de maturité technologique plus proches du marché, en aménageant le dispositif des opérations d'expérimentations réactives (OER), afin de permettre aux PME d'en bénéficier et de favoriser ainsi le financement des travaux nécessaires au passage du prototype au produit final.

A l'instar des projets communs montés entre PME et Maîtres d'Œuvres Industriels dans le cadre de Rapid, il faut encourager et multiplier ce type de projets collaboratifs dans le cadre des programmes études amont (PEA).

Il faut impérativement s'inscrire dans une logique d'anticipation et d'investissement sur l'avenir. Comme le disait le philosophe Maurice Blondel : « L'avenir ne se prévoit pas, il se prépare ». ☞

Confinez vos applications sensibles

**HALL 5
STAND DC398
EUROSATORY
16 AU 20 JUIN 2014**

EFIRACK

**Fabricant Français
de baies et coffrets 19''
et de solutions pour le Datacenter**

(1) Astrid : dispositif soutenant l'innovation technologique du monde académique, sur des thèmes intéressant la défense.
 Rapid : dispositif de subventions proposé aux PME et ETI pour soutenir des projets de recherche et développement à caractère dual.
 Astrid-maturation : dispositif complémentaire à Astrid et Rapid pour accompagner la maturité technologique des études financées par ces deux dispositifs.

We are on your side

Military battery needs may vary, but total reliability is always necessary to meet the demands of missions and to face the challenges of prolonged exposure to extreme conditions. Saft has the best low-weight, compact, robust and transportable battery systems for the critical demands of modern battlefield applications. We design and manufacture primary and rechargeable batteries and charging equipment to your precise requirements from an extensive range of technologies. Saft is on your side.



www.saftbatteries.com



SOFIRED

bpi**france**

SOFIRED est désormais
une filiale
à 100% du groupe Bpifrance

Le ministère de la Défense
et Bpifrance
ont créé par convention
le Prêt SOFIRED-PME Défense

Ce prêt participatif
finance le développement
des PME de Défense

Votre contact :

Gaël Bielecki
tél. : 01 44 11 75 88
portable : 06 85 07 66 91
mail : gael.bielecki@sofired.fr

 @sofiredfr

Bpifrance offre depuis le 1er janvier 2014 un financement bancaire sous forme de prêt participatif particulièrement adapté aux PME de plus de trois ans et financièrement saines dont l'activité est liée à la Défense, directement ou indirectement, pour financer en partenariat (cofinancement) :

- des projets de croissance (développement, acquisition) ou de transmission, porteurs d'emplois durables ;
- et en particulier des investissements matériels et immatériels, le besoin en fonds de roulement, des rachats d'actifs, des acquisitions de titres et des remboursements de comptes courants (en cas de reprise).

Ce prêt participatif de 100 K€ à 1 M€ à taux fixe sur une durée de 7 ans, avec 2 ans de différé d'amortissement du capital, apporte les avantages suivants :

- des capitaux propres renforcés, un meilleur effet de levier ;
- non dilutif, l'entrepreneur préserve son indépendance ;
- aucune garantie personnelle ni sûreté exigée ;
- cumulable avec toute autre intervention en financement ou en garantie de Bpifrance.

Le prêt SOFIRED-PME Défense est disponible sur un mini site internet dédié :
<http://sofired.bpifrance.fr>



L'INNOVATION AU CŒUR DU COMBAT AÉROTERRESTRE

Ou comment le programme Scorpion concrétise l'aboutissement d'années d'effort de R&T dans le domaine terrestre

Le renouvellement complet des moyens dédiés au combat de contact est prévu à compter de 2014 dans le cadre du programme Scorpion. Cette opération constitue une opportunité unique de bâtir un véritable système de combat intégrant les innovations qui permettront aux forces terrestres de conserver leur supériorité opérationnelle. Conçue selon une logique incrémentale, elle porte une ambition technologique qui va déterminer les capacités opérationnelles pour les prochaines décennies.



par **François Bouchet**,
IGA

DIRECTEUR DE L'UNITÉ DE MANAGEMENT « OPÉRATIONS D'ARMEMENT TERRESTRES » DGA

François Bouchet a débuté sa carrière en 1991 dans les programmes de missiles tactiques avant de s'orienter vers les radiocommunications. Il devient directeur du programme PR4G en 2000. Après plusieurs postes de conduite de programme, il est nommé sous-directeur technique d'un centre d'essais aéronautique avant de piloter le rapprochement des écoles d'ingénieurs SUPAERO et ENSICA ayant abouti à la création de l'ISAE. Il a été architecte de systèmes de forces avant de prendre en décembre 2013 la direction de l'unité de management TER, en charge des études et des acquisitions de systèmes terrestres (véhicules, armements et équipements).

L'enjeu du programme Scorpion

Le programme Scorpion a été présenté dans ses grandes lignes dans le magazine des IA de juin 2013. Il a pour objectif d'assurer le renouvellement de l'ensemble des moyens de combat terrestre, de manière globale et cohérente. Son lancement devient impératif car la majorité des matériels existants arrive à bout de souffle. Ainsi il est prévu de lancer la réalisation d'une première étape dès 2014 pour couvrir plusieurs opérations essentielles pour l'armée de terre :

- le remplacement des VAB par le véhicule blindé multirôles (VBMR) ;
- le remplacement des AMX10 RC et des ERC 90 par l'engin blindé de reconnaissance et de combat (EBRC) ;
- la modernisation du char Leclerc (opération Char Leclerc rénové) ;
- le développement du système d'information et de communication Scorpion (SICS) ;
- la mise en place de nouveaux outils dédiés à la préparation opérationnelle.

Une telle opération est historique à la fois par son envergure et par son ambition technique et opérationnelle. Le renouvellement simultané des véhicules constituant le segment

blindé médian est à lui seul exceptionnel. Il importe de mener ces actions simultanément pour bénéficier des synergies entre les plateformes : les fonctions mobilité, communication et observation peuvent notamment présenter de fortes similarités limitant les développements spécifiques coûteux. La rationalisation du besoin permet aussi de réduire le nombre de versions de chaque véhicule (à titre d'exemple le VBMR sera limité à 6 variantes, à comparer à plus de 30 versions de VAB en service aujourd'hui). Le recours à un système d'information commun est également facteur d'économie et de cohérence puisque le SICS vise à remplacer l'ensemble des SIO tactiques en service actuellement. Au final, l'économie devrait porter sur l'ensemble du cycle de vie (production, utilisation, démantèlement) et réduire les coûts de soutien.

Pour réussir, Scorpion nécessite d'avoir été mûrement préparé pour lever les principaux risques technologiques et de disposer d'une organisation à la hauteur des enjeux. Est-ce bien le cas ?

Les travaux de levée de risques déjà engagés et les choix qui en découlent

L'accès à de nouvelles plateformes autorise l'intégration de solutions innovantes, car conçues dès le début de la définition : protection balistique mais aussi contre les mines et autres engins explosifs improvisés, capacité mixte canon/missile permettant d'élargir le spectre des menaces à traiter par l'EBRC, capacités accrues de vision de nuit, dispositif permettant la vision hémisphérique panoramique proche. Cela permet aussi de mettre



BMX 01 - Concept RTD - Démonstrateur réalisé dans le cadre de la préparation du VBMR



en œuvre des solutions tirant les leçons du retour d'expérience des véhicules existants. Les menaces et profils d'emploi rencontrés en OPEX mais également le soutien conduisent à dimensionner les véhicules selon des règles précises :

- réserve d'une marge d'emport pour les futurs besoins : tous les véhicules actuellement en service sont utilisés aux limites de masse en raison d'ajout de systèmes d'armes, protection et SIO ce qui accélère leur vieillissement et augmente leur coût de soutien ;
- recours à un véhicule mono-volume 6x6 avec moteur à l'avant (central sur le VAB) plus proche des gammes de produits civils existants, offrant la possibilité d'un achat sur étagère pour les composants d'usure (moteur, boîte, trains ...) et un aménagement de l'espace intérieur plus aisé ;
- armements et systèmes de détection de tir en tourelle préservant la sécurité des tireurs ;
- fonction feu de l'EBRC couplant un missile anti-char et un armement de moyen calibre innovant et permettant de traiter la majorité des menaces.

Bénéficiant du retour d'expérience opérationnel, les travaux préparatoires ont porté sur la réduction des risques liés aux fonctions jugées critiques. Des programmes d'études amont ont été menés sur le VBMR et ont abouti à l'évaluation de deux démonstrateurs illustrant les capacités de mobilité et protection accessibles sur un futur véhicule blindé 6x6. Pour l'EBRC, une étude approfondie a été réalisée pour définir la meilleure architecture conciliant mobilité, capacité feu et observation. Il en a découlé le choix d'une architecture 6x6 de moins de 25 tonnes (critère d'aérotransportabilité), équipée d'une tourelle avec viseurs optroniques, d'un canon de 40 mm télescopé et complétée par le missile MMP.

Les véhicules seront, de par leur concep-

tion, hautement protégés contre les menaces mines, IED et balistique ce qui simplifiera la gestion de surprotection. L'EBRC, le VBMR et le char Leclerc rénové pourront également bénéficier des avancées en matière de SIO. Le SICS est déjà en phase de développement et une première version V0 est attendue dès 2015. Le programme de radio logicielle CONTACT a été lancé fin 2013 et permettra la prise en compte de nouveaux postes radio V/UHF dans le développement des nouvelles plateformes, tout en autorisant la compatibilité avec les



Combat urbain avec participation de robots terrestres

postes PR4G actuels. Enfin les brouilleurs de radiocommunication de nouvelle génération BARAGE achèvent actuellement leur développement et pourront être pris en compte dans le développement des plateformes.

Une innovation mûrement préparée : le CTA (*Case Telescopic Ammunition*) 40

Les travaux relatifs à un nouvel armement moyen calibre remontent à la fin des années 90 et la définition du calibre en fonction des menaces à traiter a été cruciale. Pourquoi traiter une cible faiblement protégée (majorité des menaces rencontrées aujourd'hui

en OPEX) avec du 105 mm là où du 40 mm suffit ? Le gain est en emport et en coût de soutien. La stratégie a été d'innover sur un armement moyen calibre pouvant aussi être attractif à l'export compte tenu des multiples perspectives de rénovation ou remplacement de véhicules blindés. Le principe d'une munition « télescopée » a été retenu : l'obus est au cœur même de la cartouche au lieu d'être à l'extrémité. Cela réduit la taille de la munition dont la forme en cannette peut être standardisée quel que soit l'effet recherché : munitions flèche, explosives, fumigènes, d'exercice ou à effet de souffle (« *air burst* ») pour traiter des volumes importants. Les opérationnels peuvent disposer dans un même magasin de plusieurs dizaines de munitions de taille réduite et sélectionnables rapidement depuis le poste de tir. En réduisant le calibre et en standardisant les munitions, on limite aussi la taille et la masse de la tourelle, on augmente le débattement du canon qui peut traiter des menaces aériennes. Enfin on peut recourir à un système de chargement innovant qui permet une haute cadence de tir.

L'intérêt bien compris de cette innovation a conduit le Royaume-Uni et la France à privilégier très tôt cette solution pour l'armement de leurs futurs blindés médians. Le CTA 40 fait l'objet d'une coopération franco-britannique et les travaux sont confiés à CTAi, la Joint Venture créée par Nexter et BAE Systems en 1994. Des démonstrateurs de tourelles ont été réalisés et ont confirmé la performance d'un tel système. Actuellement en cours de qualification, l'arme et les munitions seront au rendez-vous de l'EBRC français et des programmes SCOUT *Specialist Vehicule* et WCSP (*Warrior Capability Sustainment Programme*) côté britannique. Le système est déjà en lice pour plusieurs prospects d'ampleur et Eurosatory sera l'occasion d'afficher la maturité technologique et le bon déroulement de ce programme.

Quelles innovations à long terme ?

A l'horizon de 2025, toutes les composantes actuelles du combat de contact auront été modernisées ou remplacées en s'étendant à d'autres plateformes telles que les robots terrestres, les mini-drones, les hélicoptères de nouvelle génération (Tigre Standard 3, HIL). Le combat collaboratif s'appuiera sur les nouvelles fonctions de connaissance de



Futur moyen de combat lourd (Main Battle Tank)

situation tactique (réalité augmentée, *blue et red force tracking* ...) et pourra reposer sur le découplage capteurs/effecteurs (concept chasseur/tireur).

Les étapes ultérieures de Scorpion traiteront du renouvellement des capacités d'aide à l'engagement, d'appui direct du génie et de l'évolution des systèmes en service FELIN et VBCCI. L'élargissement du spectre des capacités sera obtenu grâce aux possibilités d'agression au-delà de la vue directe et aux armes à létalité réduite.

Pour préparer cet horizon, les études doivent se focaliser sur les technologies spécifiques du combat terrestre tout en suivant les progrès civils pouvant être transposés à un environnement militaire. Afin de répondre aux enjeux capacitaires, il est important de maintenir l'effort de R&T selon les objectifs suivants :

- 1) accroître la sécurité des équipages et des combattants : l'effort technologique doit se concentrer sur les solutions innovantes de protection active, la furtivité dynamique et la robotisation limitant l'exposition des soldats aux menaces directes. Les solutions de protection active utilisant des systèmes détruisant la menace de type roquette n'ont pas encore le niveau d'intégration satisfaisant. La furtivité des véhicules sera prise en compte dès la conception et intégrera une réserve pour téléopérer des systèmes robotisés très utiles pour ouvrir les itinéraires ;
- 2) améliorer la précision des systèmes de visée, de conduites de tir et des munitions notamment de limitation des effets collatéraux et d'élargissement du spectre des effets. La capacité de frappe terrestre à distance sera modernisée en termes d'amélioration de précision grâce aux premières livraisons de munitions Spacido et d'augmentation de portée des tirs grâce à l'arrivée du LRU. Au-delà, l'effort sera poursuivi autour de la précision des frappes avec de premières démonstrations d'intégration du guidage semi-actif laser sur mortier de 120 mm dans un premier temps (à compter de

2016) puis de celle du guidage par GPS ou autre technologie bas coût sur munitions de 155 mm (à compter de 2019). Ces armements qui impliquent aussi les roquettes et les mortiers deviendront plus fréquents dans le futur et donc plus attractifs. Les travaux sont actuellement menés sur une roquette guidée laser ;

- 3) élargir le combat collaboratif aux nouvelles plateformes : Scorpion ouvre la voie mais il restera beaucoup à faire pour obtenir une tenue de situation tactique complète, intégrer la troisième dimension, gérer les robots terrestres ou aériens ... Afin de protéger les forces, les sites d'intérêt et certains grands événements contre les menaces aérodynes et face à la menace proliférante des drones de petite taille (drones d'observation, drones suicides ...), les travaux technologiques sur les sources laser de forte puissance seront poursuivis en préparation de futurs systèmes d'armes envisageables post 2025.

Aura-t-on les moyens de tout faire ?

La question est plus que jamais d'actualité compte tenu des risques qui pèsent sur les ressources budgétaires. De plus, les matériels actuels ne peuvent pas être prolongés indéfiniment. Afin d'éviter une dégradation des capacités opérationnelles doublée d'une explosion des coûts de soutien, il faudra engager des montants très importants et de nombreuses réalisations seront conduites en parallèle. L'effort financier et humain (car il faudra mobiliser

également des ressources de conduite de programme en effectif contraint) sera forcément important. Il pourra être maîtrisé en jouant au maximum sur la synergie des architectures, la transposition à minima de technologies issues du civil et le choix d'équipements communs : systèmes d'information, vétronique⁽¹⁾, moyens d'observation et capacité feu notamment.

En outre, la pleine capacité opérationnelle n'est pas toujours requise et l'armée de terre a déjà recours à une politique de gestion des parcs qui optimise le profil d'emploi des matériels en fonction du retour d'expérience des théâtres opérationnels. Le coût étant directement lié à la complexité et à l'addition des besoins, il faut viser des architectures de systèmes modulaires, disposant d'un potentiel de croissance. Les développements spécifiques resteront limités aux fonctions contribuant directement à la supériorité opérationnelle. Pour ces dernières, l'innovation technologique sera primordiale et la levée des risques doit être menée le plus en amont possible. Ainsi les études amont menées sur la préparation du VBMR et de l'EBRC ont directement contribué à fiabiliser le niveau de performances et le coût associé ce qui permettra de converger rapidement sur le contenu de la réalisation. Pour le reste, le maintien d'une veille technique demeurera nécessaire pour faciliter l'intégration de sous-ensembles achetés sur étagère. Enfin, il faudra accepter de renoncer au moins partiellement à certaines capacités non primordiales en les reportant à des versions futures, ce qui, au passage, permettra de



SIMULATION LIVE (ou instrumentée) Exemple du simulateur de tir de combat pour VBCCI



bénéficier du retour d'expérience opérationnel. Ce sera certainement douloureux pour l'armée de terre qui devra également gérer le tuilage avec une décroissance accélérée des parcs existants. Pour préserver l'essentiel du besoin dans un calendrier très court et sous

ressources très contraintes, le développement incrémental est pertinent s'il reste suffisamment flexible. Ainsi, le fait que les systèmes à réaliser doivent être opérationnels pendant plusieurs décennies oblige à réserver une marge pour évolutions sans être capable de la caractériser complètement.

Le contexte particulièrement contraint impose de recourir à une approche innovante et efficace, garantissant la maîtrise des spécifications techniques au plus juste besoin. Ce sera d'ailleurs un des enjeux essentiels de la démarche d'ingénierie système en cours de déploiement à la DGA et dont le programme Scorpion doit être l'une des plus belles illustrations. 🐍

(1) Moyens électroniques embarqués dans un véhicule

La simulation au cœur de la préparation opérationnelle

Disposer de systèmes d'armes performants est essentiel, mais ces matériels ne valent que si les hommes qui les servent sont entraînés à les utiliser individuellement et collectivement. C'est pourquoi des efforts importants sont consentis pour la formation et l'entraînement, pour lesquels la simulation apporte déjà de nombreux services. Dans les écoles et les régiments, les technologies de simulation virtuelle sont déjà omniprésentes pour que chaque combattant soit immergé dans un monde virtuel lorsqu'il apprend à se servir de son système (tir au fusil, pilotage de chars et d'hélicoptères, tir au canon, observation et guidage de tirs et d'avions, etc.). D'ici quelques années, cette même simulation virtuelle va s'immiscer dans les nouveaux véhicules pour que les combattants puissent utiliser leur propre char (alors qu'il est physiquement immobile au hangar du régiment) pour s'entraîner dans des mondes virtuels, mais aussi dans les camps grâce à la réalité augmentée (des ennemis et des amis sont rajoutés virtuellement dans le combat qui se mène sur le terrain d'entraînement, au sol et dans les airs). De même que l'on constate un essor des « *serious games* » pour la formation dans le monde de l'entreprise depuis quelques années, l'armée de terre utilise des technologies issues du monde du jeu vidéo grand public pour assurer la formation et l'entraînement à la tactique de ses chaînes de commandement. Les innovations du monde civil grand public sont ou seront donc largement utilisées pour garantir un bon niveau d'entraînement au combat terrestre : mondes virtuels, masques de réalité virtuelle, lunettes de réalité augmentée, projections de réalité augmentée sur pare-brise ...



LOSBERGER

DESIGN
FOURNITURE
SUPPORT LOGISTIQUE
SERVICE & MAINTENANCE




POSTES DE COMMANDEMENT
HANGARS DE STOCKAGE & MAINTENANCE
PROTECTION COLLECTIVE NRBC
BASES VIE ÉQUIPÉES
APPLICATIONS SPÉCIALES
(CAMOUFLAGE, PROTECTION BALISTIQUE)




LOSBERGER RDS
RARE
DEPLOYMENT
SYSTEMS

58A, rue du Dessous des Berges
75013 PARIS - France
Tel. 33 1 46 72 42 69
Fax. 33 1 46 58 91 79
info@losberger-rds.com

www.losberger-rds.com



**Vous êtes impliqués dans des systèmes de plus en plus complexes !
Relevez les challenges industriels actuels !**

Accédez à la maîtrise des systèmes complexes

EUROSAE vous accompagne et vous propose l'offre de formation

Ingénierie Système **la plus adaptée à votre besoin**

01 00 1 0 00 1001 00 1 0 1 0 100 1 0 1001 0 1001 0 11 0 1

01 00 1 0 00 1001 00 1 0 1 0 100 1 0 1001 0 1001 0 11 0 1

EUROSAE, Filiale de l'ENSTA ParisTech et de l'ISAE,
*la société de référence pour la formation continue d'ingénieurs
et cadres dans les domaines de l'Aéronautique, de l'Espace,
de la Défense et de la Sécurité.*

isae
Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace

EUROSAE
Advanced Training

ENSTA
ParisTech

POUR EN SAVOIR PLUS

Rendez-vous sur eurosae.com ou appelez le : 01 41 08 12 13



CONCEVOIR UN SYSTÈME VÉTRONIQUE AU SERVICE DES OPÉRATIONNELS

Comment satisfaire les besoins opérationnels tout en prenant en compte les contraintes techniques dans la conception des systèmes de plus en plus complexes utilisés dans les plateformes terrestres ? La multiplication des informations disponibles est un atout pour les opérationnels, mais il est primordial de les traiter et de les présenter de façon optimale, donc de concevoir des systèmes au service des opérationnels et non l'inverse. Nexter Systems a su adapter son processus et ses outils de développement en conséquence, en se dotant d'un outil unique, innovant et collaboratif, d'aide à la conception de ses nouveaux systèmes : le LIVE (Laboratoire d'Intégration Vétronique).



par **Michel Bascle**,
responsable de développement
du projet « vétronique
générique » de Nexter Systems.



et **Valérie Castel**,
responsable métier Facteur
Humain - Ergonomie de Nexter
Systems

avec la contribution de
Jean-Loup Guerrin, ICA
en charge de la stratégie
produits de Nexter Systems

Les plateformes militaires terrestres intègrent désormais des systèmes vétroniques qui apportent une aide aux utilisateurs dans le déroulement de sa mission. La vétronique permet en effet d'augmenter les gains capacitaires en accélérant le processus décisionnel et la manœuvre. De plus la numérisation des systèmes d'armes facilite le partage des informations entre opérationnels.

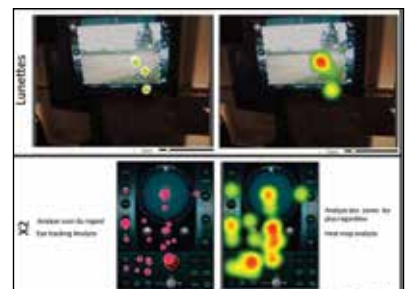
Mais une mise en œuvre mal maîtrisée de ces systèmes peut conduire à saturer la capacité de travail des opérateurs, voire les amener à confondre l'accessoire avec l'essentiel. Les conséquences peuvent être très graves au plan matériel et humain. Il est donc primordial d'organiser le traitement de l'information et le séquençement de l'utilisation de la vétronique. Ainsi les procédures opérationnelles doivent être adaptées et/ou créées en même temps que la conception des moyens mis à disposition. C'est pourquoi il faut un travail collaboratif en amont entre les opérationnels et l'industriel pour juger de la pertinence des solutions.

Implication interactive au plus tôt des opérationnels

Le processus de conception mis en œuvre par Nexter Systems suit un séquençement standard bien cadré, mais également innovant de par la place importante qu'il donne aux opérateurs. Ces derniers sont impliqués au moment crucial de la préparation des spécifications des

IHM (interfaces homme-machine) et des postes des opérateurs. Avant de débiter la phase de développement, les modifications sont encore possibles et un outil pour présenter les solutions envisagées de manière interactive trouve donc toute sa légitimité.

Nexter Systems s'est doté d'un outil collaboratif, modulaire et reconfigurable, d'aide à la conception de ses systèmes : le LIVE (Laboratoire d'Intégration Vétronique). Cet outil place les opérateurs dans un environnement représentatif et permet une mise en situation progressive de solutions organiques et fonctionnelles. Il permet de présenter des innovations (nouveaux modes de fonctionnement système, nouvelles modalités d'interaction, nouveaux périphériques, nouveaux principes organisationnels...) qui sont évaluées par un panel d'opérateurs. Couplé avec des moyens d'évaluation ergonomique, le recueil des remarques ainsi optimisé permet de construire de manière itérative la solution la plus adaptée.



Analyse eye tracking

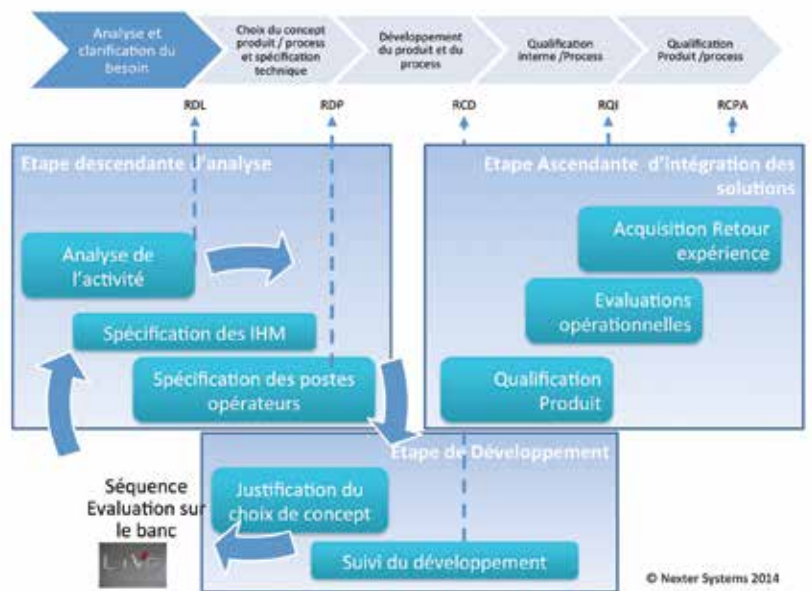
Emploi de modélisation et simulation

Le LIVE se compose de modules techniques permettant la reconfiguration matérielle des postes opérateurs. Il est couplé à un superviseur d'essais, et permet la mise en situation d'équipages à partir de simulation de scénarios opérationnels. Il peut ainsi lancer, interrompre et modifier en temps réel des scénarios afin d'induire des comportements chez les opérateurs.

Le LIVE intègre un module permettant de simuler le comportement de la plate-forme (et ses IHM) que l'on souhaite étudier, et un module permettant de simuler son environnement et de mettre l'ensemble en situation. L'opérateur interagit avec ces deux modules via les moyens installés sur le banc. Les moyens de vision et les armes sont simulés (le tireur commande une arme en site et gisement, la vue 3D restituée dans son viseur suit ce mouvement). Le module de simulation de la plate-forme qui se substitue aux équipements non disponibles sur le LIVE, répond aux sollicitations des opérateurs. Ces deux modules permettent de simuler des événements non attendus qu'ils soient internes (panne d'un équipement du véhicule, obligeant l'opérateur à adapter son comportement) ou externes (attaque d'un ennemi...). Le LIVE se couple avec un outil de modélisation UML/SYSML (Rhapsody) pour modéliser les modes de fonctionnement des véhicules. Cette intégration permet, d'une part de vérifier la justesse opérationnelle des modes de fonctionnement du véhicule, et d'autre part de faciliter la prise en compte des évolutions fonctionnelles identifiées lors des évaluations opérationnelles. Le LIVE se couple aussi avec un outil de modélisation de l'environnement 3D (VBS2) pour simuler des champs de bataille réalistes, intégrant des participants amis et ennemis, et établir des scénarios opérationnels pour les évaluations.

Evaluation ergonomique novatrice

Jusqu'à présent, si la conception des IHM était appuyée sur de solides méthodes et outils logiciels, les évaluations demeuraient peu instrumentées. Le LIVE va plus loin, en étant couplé avec des moyens outillés d'évaluation ergonomique. Cette évaluation consiste à identifier les zones de l'écran mobilisatrices d'attention, à recueillir les interactions (Homme - Homme et



Le LIVE dans le processus Etudes et Développements du cycle de vie d'un produit

Homme - Système) et à analyser les prises de décision durant le déroulement des scénarios. Le LIVE est équipé de caméras à chaque poste, reliées à un logiciel de synchronisation, permettant l'analyse des expressions faciales et le marquage d'évènement par un observateur externe, et de dispositifs d'eye tracking permettant de connaître les endroits privilégiés les plus regardés, au niveau des postes et des écrans. Deux systèmes sont disponibles, sous forme de lunettes (« Tobii Glasses ») ou d'un module (X2). La vision du porteur est enregistrée, puis analysée, puis restituée sur les zones regardées, sous plusieurs représentations statistiques.

A l'issue de chaque scénario, les opérateurs fournissent des évaluations subjectives sur l'effort nécessaire au traitement des informations fournies et de l'acceptabilité de la tâche réalisée, via une tablette tactile.

Ces informations sont stockées sur une base de données pour une analyse multicritères des comportements et pour faire des propositions d'amélioration sur l'organisation des IHS et des modes de fonctionnement associés.

Le LIVE a déjà démontré toute son utilité pour la conception de nouveaux véhicules. Ses capacités permettront à l'avenir de valider des nouvelles procédures opérationnelles émergentes (protection collaborative, emploi de capteurs déportés - robots, mise en œuvre de munitions intelligentes, tir au-delà de la vue directe...).

Cet outil permettra enfin d'évaluer des nouvelles technologies innovantes (réalité augmentée, commande vocale...) et de vérifier que leur intégration ne se fait pas au détriment de l'utilisation opérationnelle. L'objectif final est en effet de proposer des systèmes offrant plus de capacités tout en restant simples d'emploi.

La vétronique (« électronique des véhicules ») permet l'échange de données entre les différents équipements dotés d'électronique d'un véhicule. Elle utilise les nouvelles technologies numériques issues du monde civil (Ethernet, interfaces tactiles de type smartphone ou tablette...). On distingue désormais trois niveaux : la vétronique mobilité en charge de surveiller et piloter l'ensemble des composants d'une base roulante, la vétronique feux en charge de la gestion des armes (la plus contrainte en matière de temps réel et de sécurité) et la vétronique collaborative. Cette dernière, à la frontière des deux autres, permet de partager et de s'échanger des informations au sein du même équipage. Les informations issues des trois réseaux vétroniques sont restituées, au travers des IHS (Interfaces Homme Système) cohérentes et adaptées à un emploi opérationnel.

LA PLATEFORME TERRESTRE DE DEMAIN, VUE PAR MBDA

Une autre approche

Missilier européen de référence, MBDA est reconnu comme un expert des systèmes de munitions guidées, avec une gamme de produits allant de l'armement du combattant au missile nucléaire ASMP-A, du plus bas coût aux plus hautes performances. Mais MBDA, ce sont aussi des savoir-faire moins connus, et un regard sur toutes les plateformes susceptibles de recevoir un jour un armement de précision – c'est-à-dire toutes les plateformes. Protection, maîtrise de l'environnement, systèmes polyvalents et reconfigurables, nouveaux effecteurs : autant de thèmes qui dimensionneront les plateformes du futur champ de bataille.



par **Jacques Doumic**,
ICA

Jacques Doumic a travaillé pendant quinze ans au sein du ministère de la Défense (forces armées et DGA), notamment comme directeur des essais à l'ETBS (actuellement DGA TT) et directeur de programme à l'UM TER. Il a quitté la DGA en 2009 pour rejoindre MBDA, où il est actuellement responsable du domaine « Attaque de surface » au sein de la direction « Business Development et Commerce France ».

avec la contribution de

Marc Toulza, Yvon Maurice, Thierry Dehouve, Denis Brule, Dominique Pelerin, Philippe Gouyon

Les auteurs appartiennent à la direction « Business Development et Commerce France » de MBDA.



MPCV (Multi-Purpose Combat Vehicle)

Accomplir sa mission, c'est pouvoir engager sa cible avant qu'elle ne vous engage. Être protégé, c'est pouvoir voir sans être vu. Ces remarques élémentaires se trouvent au cœur de l'avenir des plateformes.

Engager en premier

Engager un adversaire en premier exige de réagir plus vite que lui. Cela exige donc de fournir au combattant toutes les aides qui lui permettront de détecter, reconnaître et identifier ce qui se cache, avant de prendre la bonne décision en quelques fractions de seconde. La reconnaissance automatique des objets amis ou ennemis apparaît dès lors comme un besoin de plus en plus fort. Vu la taille réduite du calculateur embarqué et la vitesse élevée du vecteur, la reconnaissance automatique de cibles par les missiles se trouve soumise à des contraintes très fortes, et met donc à excellente école. Les compétences acquises par MBDA dans ce domaine possèdent des retombées avérées

dans celui des véhicules et tourelles terrestres, que ce soit pour l'établissement et le suivi de la situation tactique ou l'aide à la décision.

Ne pas être vu

Quand on sait faire quelque chose, on sait aussi la contrer. Pour éviter d'être vu – donc engagé – MBDA était bien placé pour concevoir un filet de camouflage multi-spectral (visible, IR, radar et laser), Multisorb®. Entièrement passif, capable d'absorber les ondes électromagnétiques et de prendre en quelques secondes la couleur thermique du fond de scène, sans incidence sur la mobilité, ce type de filet préfigure la cape d'invisibilité dont devront pouvoir bénéficier tous les véhicules de l'avenir.

Ne pas être touché

Restera malgré tout à détecter les agresseurs rémanents. Contre ces derniers, roquettes ou missiles, un Détecteur De Missiles de Nouvelle



Génération (DDM-NG) peut assurer une détection omnidirectionnelle. Il s'intègre aujourd'hui dans le système de contre-mesures Spectra du Rafale. Passif, utilisant une matrice infrarouge et une optique « *fish-eye* », le DDM-NG produit des images permettant aussi l'aide à la navigation, l'enrichissement de la situation tactique, ou, en milieu aérien, l'anti-collision. Ce type de détecteurs est appelé à révolutionner le niveau de protection des plateformes terrestres isolées ou en formation : détection au plus tôt des missiles et roquettes par le véhicule pris à partie, puis mise en œuvre de contre-mesures passives ou actives ; ou encore détection du missile ou de la roquette par un autre véhicule, pour traitement adapté par le tireur.

Au sein des munitions de précision, les missiles ou bombes guidés sur une tache laser occupent une place particulière : ce sont les systèmes autoguidés généralement les moins chers et par là-même les plus répandus. Très présent sur ce créneau, MBDA a développé en partenariat avec Nexeya le premier écartomètre semi-actif utilisant une rétine laser, et offrant des améliorations significatives par rapport à la précédente génération (« 4-quadrants » autrefois, matrice de pixels aujourd'hui). Un tel équipement peut aussi se trouver intégré dans un détecteur d'alerte laser (DAL), à coupler – comme le DDM-NG – à un alerteur et à des contre-mesures.

L'ambition de rendre les plateformes terrestres invulnérables aux roquettes et missiles d'entrée de gamme semble ainsi réalisable, à court terme.

Face aux engins explosifs improvisés ou pour l'ouverture d'itinéraires minés, la problématique se pose en des termes différents ; le rapport au temps et les objectifs tactiques de l'adversaire ne sont plus les mêmes ; il s'agit de garder sa mobilité face à un piège immobile et invisible. La diversité des situations rencontrées correspond à l'infinie diversité des conflits asymétriques. Une réponse adéquate suppose alors une complète modularité. C'est le cas du système Souvim qui se présente comme un ensemble reconfigurable de véhicules et remorques, alliant moyens de détection rapprochés, brouilleurs, leurres et moyens de déclenchement thermique, massif et électromagnétique, le tout sur une plateforme conçue pour optimiser la surviabilité d'un équipage à la pointe avant du danger.

Se reconfigurer

Plus généralement d'ailleurs, et à cause de la diversité des missions dans un environnement hostile et face à un adversaire capable de changer brutalement de posture, la modularité devra se trouver au cœur des plateformes de demain. Le MPCV (*Multi-Purpose Combat Vehicle*) se trouve sans doute le premier système européen à avoir transformé cette

nécessité en système d'arme. En quelques heures d'intervention de type NTI 1 ou NTI 2, il peut passer d'une configuration sol-air à base de missile Mistral à une configuration sol-sol à base de missile MMP ou supérieur, assurant à son équipage une capacité de tir au-delà de la vue directe.

Ces quelques remarques dessinent le véhicule et la manœuvre de demain. Des plateformes furtives, maîtrisant leur environnement, en mesure de réagir à toute agression en temps réel, bénéficiant d'une capacité de frappe au-delà de la vue directe pour frappe en premier ou riposte, évidemment capables de travailler en réseau pour s'appuyer mutuellement, reconfigurables. Un beau programme. 📡

Les nouveaux effecteurs, micro-ondes et lasers

Vu la place croissante de l'électronique dans tous les systèmes modernes, l'idée de neutraliser un adversaire en attaquant son électronique vient naturellement à l'esprit. MBDA UK a ainsi développé un ensemble de savoir-faire de pointe dans ce domaine hautement confidentiel. Les systèmes d'armes laser sont particulièrement adaptés à des missions nécessitant une haute précision, une capacité de réaction immédiate et la possibilité d'ajuster les effets sur la menace. Ces systèmes présentent également les avantages liés à l'absence de pyrotechnie, et des zones de dommages collatéraux très limitées. La réalisation d'un démonstrateur de système d'armes laser de 40 kW ainsi que l'ensemble des essais réalisés jusqu'à aujourd'hui (essais statiques sur différentes cibles, essais dynamiques de poursuite, essais système d'engagement de cibles mobiles) ont permis à MBDA Ge de confirmer son rôle de leader européen dans le domaine.



Véhicules SOUVIM (Système d'OUverture d'itinéraire Miné)



QosGuard

UN PROBLEME DE PERFORMANCE sur vos Systèmes d'Informations ?

**QOSGUARD, présent au MINISTERE DE LA DEFENSE
depuis plus de 5 ans (Infogérance, Logistique, RH/Solde...)
est à votre disposition.**



Visibilité transverse et collaborative de la Performance

La visibilité transverse du Système d'information ou fourniture de tableaux de bord multi composants permet de réconcilier les différents silos constituant le Système d'Information. Cette approche par le biais d'outils de métrologie associés à une historisation des mesures, permet d'objectiver les douleurs, de choisir le sous-ensemble SI ou l'application à observer de plus près et facilite la recherche de cause initiale d'un problème survenu ou qui va se produire. QosGuard a démontré auprès de ses clients la capacité à fournir cette visibilité transverse adaptée aux différents interlocuteurs clés de l'organisation.



Améliorations simultanées de l'efficacité et de la Performance

Par la construction systématique de référentiels IT, QosGuard permet à un fournisseur de service de mettre en œuvre plus facilement et en limitant les dérives de coûts, les processus de leurs cœurs de métier. QosGuard, à travers sa méthode d'amélioration en continu permet une rationalisation des coûts et des énergies tout en améliorant la Performance globale des SI.



Conception d'offres dédiées aux opérateurs et aux infogérents

Dans un environnement de concurrence généralisée, les opérateurs de télécom ou les infogérents doivent constamment innover et monter en gamme pour éviter de voir la marge opérationnelle de leurs activités diminuer. QosGuard leur propose des offres innovantes, sur un modèle tout intégré, sans coût CAPEX et sous forme d'abonnements mensuels afin d'augmenter la valeur des services proposés à leurs clients. Notamment en les aidant à passer du transport de la voix ou de la donnée à l'acheminement des transactions métier de leurs clients.

**Appelez-nous au (+33) 01 60 92 37 64
Ecrivez-nous à contact@qosguard.com**

QosGuard *The IT Systems Continual Performance Improvement Company*



Moteur
arborescences
sur données
non structurées

Moteur
arborescences
sur données
structurées

- Détection des signaux faibles.
- Aide à la décision accélérée.
- Accès rapide à votre patrimoine numérique élargi.
- Visualisation sphérique 3D de données complexes.
- Extrême rapidité de mise en œuvre.

Données
Internet

Données
Documentaires

Données
d'activités


mydataball

Visualiser pour Valoriser



E.L.B.I



MATERIEL MILITAIRE
Sécurité dans les zones minées

B.P. 30031 - Allée des Platanes
65501 VIC-EN-BIGORRE

Tél. : 05 62 96 88 70

Fax : 05 62 96 28 60

IL N'Y A PAS QUE LES DRONES AÉRIENS !

Le développement irrésistible des drones terrestres

La presse évoque *ad libitum* les drones aériens, depuis les engins destinés à la reconnaissance tactique et stratégique jusqu'aux futurs drones de combat. Mais cet intérêt et cette volonté de vulgarisation ne couvrent pas la percée technologique des drones dit terrestres, qui vont également transformer la nature des engagements au sol dans les années à venir.

En 1991 et pour la première fois dans l'histoire, des hommes se sont rendus à un robot. A Koweït City en effet, des soldats irakiens ont agité le drapeau blanc en apercevant un drone (aérien) de reconnaissance de l'US Marine Corps survoler leur position. Cet événement authentique remonte maintenant à plus de vingt ans. Il amène cependant à s'interroger sur la place de la robotique militaire dans nos forces terrestres futures et sur ses conséquences humaines. Nous allons essayer de découvrir ensemble ce territoire inconnu qui est la robotisation dans les forces terrestres et un enjeu majeur du futur. En effet, si elle est porteuse de nouvelles



Le Goliath, premier drone terrestre (Allemagne)

perspectives opérationnelles, elle modifie aussi profondément la place de l'homme dans l'espace de bataille.

Le terme anglais « *drone* » (en français faux-bourdon) désignait initialement un avion-cible, ceci par analogie du bruit du propulseur avec le bourdonnement d'un insecte volant. En fait l'expression « systèmes de drones » devrait être employée, car le drone lui-même est le constituant de mobilité d'un système qui est composé :

- d'un ou plusieurs vecteurs de mobilité équipés de capteurs de différentes natures, voire d'effecteurs ;
- d'une ou plusieurs stations de contrôle, de recueil des détections, et même parfois de commande de tir de l'effecteur embarqué ;
- de liaisons radioélectriques de données entre le vecteur et le poste de commande et contrôle.

L'Armée de terre française maîtrise depuis plusieurs décennies des systèmes de drones aériens au service des forces au sol. Le premier baptême du feu d'un drone français date de 1991 lors de la première Guerre du Golfe. Le « MART-1 » est alors envoyé auprès de la division Daguet, et réalise avec succès les missions de reconnaissance aboutissant, entre autres, à la destruction d'une position irakienne. A partir de mai 1995, le « CL289 » est utilisé en ex-Yougoslavie au profit de l'IFOR. Ce drone rapide « CL289 », a été conçu

et développé pour assurer une ultime reconnaissance avant l'emploi des armes nucléaires tactiques en cas de conflit majeur Est-Ouest. La fin de la guerre froide a rendu son retrait du service inévitable. Un engin plus léger, mais au vol lent, est alors développé par Sagem, le « Crécerelle », est mis en service à partir de 1994, et a été ultérieurement remplacé par le « Sperwer » également développé par Sagem à partir de 2000.

Pour le recueil du renseignement destiné à l'infanterie, le système DRAC (Drone de Renseignement Au Contact), développé par Survey Copter, une filiale d'Airbus D&S, est un système léger basé sur un mini-avion bimoteur à propulsion électrique, devant assurer le rôle d'une jumelle capable de voir même dans des replis de terrain de un pays montagneux. Lancés à la main, d'une masse de moins de 9 kg, les drones DRAC peuvent voler jusqu'à 90 minutes avec une élévation de 10 kilomètres, de jour comme de nuit, et transmettent en temps réel les images et les autres informations.



Démonstrateur technologique Syrano (France)

C'est avec cet apprentissage que les forces terrestres seront prêtes à intégrer les drones dit terrestres, c'est à dire dont le vecteur se déplace à la surface du sol. Cependant, la mise au point des systèmes de drones terrestres s'avérera plus



par **Patrick Michon,**

**EXPERT-CONSULTANT
SENIOR EN SYSTÈMES DE
SOUVERAINÉTÉ**

Ingénieur de Télécom Paris (1971), auditeur CHEAr 31^{ème} et SERA 13^{ème}. Pendant 40 ans, dans des établissements de la DGA et dans des entreprises, il a été responsable technico-commercial d'équipements majeurs pour tous types de véhicules blindés. Il est désormais conseiller d'une PME, leader en Europe, spécialisée dans les drones aériens d'infanterie.



Drone de surveillance Kaplan (Turquie)

difficile que celle des drones aériens, car la surface du sol, au contraire de l'atmosphère, est extrêmement complexe et non isotrope.

Il semble bien que le premier système de drone terrestre opérationnel est le Goliath, un véhicule filoguidé chenillé mis en œuvre par la Wehrmacht à partir de 1943 en tant qu'arme antichar. Il est intéressant de noter que dès 1915, l'ingénieur français Gustave Gabet a construit un mini-tracteur chenillé, à propulsion électrique, destiné à détruire des réseaux de barbelés avec une charge de 40 kg d'explosif. Des problèmes liés à la difficulté de franchissement du terrain et des tranchées font abandonner cette idée. Puis l'ingénieur franco-russe Adolphe Kégresse essaye dès 1939 une chenillette électrique filoguidée. Ce prototype est saisi par l'occupant allemand en juin 1940 et donne lieu au développement du Goliath.

L'utilisation de drones terrestres pour la détection, reconnaissance et identification des activités ennemies, et éventuellement avec l'usage de la force est liée à la règle des 3D : *Dull* (surveillance répétitive), *Dirty* (zone contaminée), *Dangerous* (utilisation en environnement potentiellement agressif). Cyniquement, l'avantage crucial



Drone-mule de transport LS3 (USA)

des drones terrestres est qu'aucun problème de mort, blessé, prisonnier, otage ou rançon ne sera à gérer.

En opération, les drones, comme tous les robots, sont supérieurs sur certains points aux soldats, car ils résistent bien mieux à certaines conditions

environnementales (nuit, pluie, froid et chaleur extrêmes, agents NBC, accélérations et chocs), ils ne sont pas distraits, ne connaissent pas la peur. Contrairement à un blessé qui pose d'énormes problèmes à son unité lors de son évacuation, l'engin endommagé est abandonné ou détruit.

C'est pour cette raison que les drones et robots terrestres font l'objet d'efforts de recherche considérables tenant compte de l'évolution permanente de la robotique. Si les Européens agissent encore de manière dispersée, ils réfléchissent activement à leur emploi. En France, l'Etat-major de l'armée de terre envisage d'utiliser les systèmes robotisés pour différentes opérations : renseignement tactique, combat en zone urbaine, contre-minage, aide à l'engagement des unités de mêlée, reconnaissance et balisage NBC, mise en œuvre de contre-mesures, leurrage, opérations spéciales. La robotisation terrestre devrait donc bientôt se concrétiser, puis se généraliser.



Drone robot de surveillance de frontière Guardium (Israël)

Dans la future Bulle Opérationnelle Aéroterrestre (ou BOA), la robotique jouera un rôle clef. Les premiers engins terrestres devraient être opérationnels avant 2020, si les financements sont confirmés. Dans cette perspective, la Direction générale de l'armement (DGA) a mis au point le prototype SYRANO (Système Robotisé d'Acquisition pour la Neutralisation d'Objectifs). Il préfigure les futurs drones de reconnaissance de la BOA.

En 2014, les drones terrestres sont largement utilisés en Israël pour la surveillance de bases militaires et la reconnaissance le long des frontières ou dans des espaces lacunaires, et à l'ouverture de corridors potentiellement minés. Tsahal privilégie les réflexions relatives au combat urbain, pour lequel les drones terrestres pourront avancer devant les forces, ouvrir le terrain et permettre également d'aider les soldats d'un point de vue logistique. Mais les projets de l'industrie israélienne comprennent des robots qui seront rapidement capables de suivre un parcours dessiné sur une carte par l'utilisateur sans que celui-ci ne connaisse parfaitement le terrain.

C'est le robot, équipé de senseurs et de caméras, qui évitera les obstacles par lui-même.

Malgré un coût élevé de frais de R&D, les drones terrestres possèdent également des avantages économiques importants, car l'équivalent téléguidé d'un engin piloté ne requiert pas de poste de pilotage (pas de blindage pour protéger le pilote, pas de pressurisation NBC, pas de siège, etc.) ce qui simplifie énormément le système.

Les drones de combat permettent de concentrer les efforts en soulageant les combattants, en particulier là où le danger est élevé. Ils ont été programmés pour suivre un trajet et atteindre un objectif, sans intervention humaine et en étant équipés de matériel d'observation et d'armements divers. Mais le mot « combat » n'est pas à prendre au premier sens du terme car aucun robot n'a encore, aujourd'hui, été créé dans le but de combattre de façon autonome. Les drones de combat sont donc des robots qui ont principalement été créés pour l'observation et la furtivité, mais sont également équipés d'armements de façon à pouvoir répliquer à une attaque.

La fonction de fardier logistique sera assurée à terme par des drones d'appui logistique comme le TUGV MULE (*Multi-role Utility/Logistics Equipment*) destiné aux troupes aéroportées américaines, dont les forces spéciales ont employé des chenillettes télé-opérées pour éclairer leur progression dans les caches d'Al Qaïda en Afghanistan.



Drone armé Gladiator (USA)

Véritables multiplicateurs de force opérationnelle, les drones et robots modifieront profondément le rôle de l'homme qui les utilise, et soulèveront de nombreuses questions éthiques. Il faut souligner que les systèmes robotisés à venir demeureront télé-opérés, même si des fonctions comme la mobilité pourront bénéficier d'une certaine autonomie. Ce contrôle humain est indispensable si le drone terrestre a un armement pour sa sûreté rapprochée ou sa mission elle-même. On imagine les conséquences de l'engagement d'un robot armé autonome en contrôle de foule. Il convient donc de laisser l'intelligence de situation humaine assurer seule la conduite de la manœuvre. 🤖



TOUJOURS PLUS

SÛR

Leader mondialement reconnu du secteur aéronautique et spatial – et doté des produits les plus innovants du marché, à l'image de l'A400M ultra polyvalent – nous sommes dans une position idéale pour relever les défis qui se présentent à nous et offrir à nos clients dans le monde entier des solutions qui répondent à leurs besoins de sécurité.

Airbus Group. We make it fly.*

* Nous faisons voler.

AIRBUS
GROUP

ROBOTIQUE TERRESTRE : ÉVOLUTION OU RÉVOLUTION ?

Enjeux opérationnels et spécificités industrielles



par **Frédéric Bouty**, ICA

DIRECTEUR DE LA STRATÉGIE, NEXTER SYSTEMS

Frédéric Bouty (X80, SupAéro) a exercé dans le groupe Giat Industries puis le groupe Nexter : Ingénierie, Direction de projets (dont VBCI jusqu'à 2000), Achats, Marketing, projets de coopération européens. Directeur de la Stratégie depuis 2010, membre du CA de Nexter Robotics SAS, société dans la création de laquelle il a été très impliqué.



par **Joël Morillon**,

DIRECTEUR GÉNÉRAL DÉLÉGUÉ, NEXTER ROBOTICS SAS

Après une expérience de création d'entreprise en systèmes robotisés, il travaille 12 ans chez Thales (Optronique) avant de rejoindre Nexter Robotics. Ingénieur INPG, ingénieur de recherche en robotique au CEA, puis chez Technicatome. Il est maintenant DGD de Nexter Robotics après avoir passé 12 années chez Thales.

Des mini-robots terrestres ou des mini-drones capables de neutraliser un char en aspergeant de peinture ses moyens de vision : n'est-on pas à l'aube d'une remise en question des doctrines conventionnelles ? Dans tous les cas, la maîtrise de ces systèmes est indispensable pour exploiter leur potentiel opérationnel ou, d'un autre côté, s'en prémunir...

La première utilisation significative de robots terrestres dans des conflits ouverts date d'une dizaine d'années : les Etats-Unis en ont rapidement généralisé l'emploi en Irak, puis Afghanistan, comme réponse partielle à certaines spécificités du combat asymétrique. Ainsi, les premières utilisations de robots visaient à préserver les personnels des engins explosifs improvisés – EEI – ou à fournir une assistance dans la reconnaissance de lieux confinés. Il s'agissait majoritairement de petites machines télécommandées, équipées de caméras (Reconnaissance) et/ou de bras manipulateur (EEI) employées en plusieurs milliers d'exemplaires sur le terrain. L'US Army estime qu'elles ont permis de sauver plusieurs dizaines de vies et envisage désormais une robotisation massive de ses moyens opérationnels.



Plateforme modulaire réversible, équipée de module mission

Cette première génération de robots ne constituait qu'une **évolution** technologique des moyens mis à la disposition du combattant avec quelques ajustements de la doctrine mais sans changement radical des modes opératoires du combat.

L'efficacité prouvée sur le terrain, associée à une maturation rapide des technologies utilisées, pousse désormais leur développement dans deux directions. La première est une extension des missions confiées (tâches « 3D » : *Dangerous, Dull and Dirty*). La deuxième concerne leur autonomie, qu'elle porte sur la mobilité (robot sachant naviguer seul sans télécommande par l'opérateur) ou qu'elle soit décisionnelle (robot capable d'analyse et prise de décision). D'autres concepts découlent de ces progrès, par exemple la possibilité d'agir en groupes coordonnés ou en concertation avec des éléments habités ; ils permettent d'envisager des emplois nouveaux dans lesquels le robot n'est plus uniquement considéré comme un substitut à l'homme.

On peut légitimement se demander si les robots terrestres ne seront pas les vecteurs d'une véritable rupture technologique et donc à terme d'une **révolution** dans les opérations militaires, avec des doctrines à reconsidérer profondément.



Mise en œuvre depuis un véhicule blindé

Après une 1^{ère} génération de machines télécommandées, on voit en effet apparaître les premiers représentants d'une 2^{ème} génération, plus robustes, polyvalents et surtout dotés d'assistances semi-autonomes.

Il serait inconséquent de sous-estimer l'intérêt ou, de l'autre côté, le potentiel de nuisance de ces systèmes. Pour illustrer le propos, considérons le seul exemple de mini-drones ou de mini-robots (dont Internet a par ailleurs rendu aisée l'acquisition ou la réalisation par « bricolage ») équipés d'ampoules de peinture à séchage rapide. Leur furtivité et leur rapidité leur permettent de répandre facilement cette peinture sur épiscopes, viseurs d'un char en position... , afin de le rendre aveugle. Les effets obtenus avec des moyens par nature inoffensifs deviennent significatifs parce que le robot a servi de multiplicateur en permettant d'approcher au plus près de la cible...

En robotique terrestre militaire, la France faisait partie des précurseurs dans les années 1990, notamment grâce à de nombreux travaux prospectifs menés par la DGA sur les segments lourds. En revanche, elle n'a pas vraiment cru au développement opérationnel des mini-robots terrestres ; les rares acquisitions sont des machines de 1^{ère} génération, essentiellement d'origine américaine, destinées aux unités NEDEX, ou bien issus d'une urgence opérationnelle (mini-robot du Génie) face à la menace EEI en Afghanistan.

Alors que la 2^{ème} génération commence à poindre, la position française reste prudente (à l'encontre de l'enthousiasme actuel pour la robotique civile de service) ; la vision qui semble prévaloir dans les armées est que « l'offre en mini-robotique est devenue pléthorique, en France ou ailleurs, et si le besoin s'en fait sentir un jour, on saura s'équiper sur étagère ». En pratique, l'offre actuelle, concerne majoritairement des engins de 1^{ère} génération, peu industrialisés et souvent peu compatibles d'un emploi opérationnel.

Evolution ou Révolution ? L'avenir de la robotique militaire terrestre reste à écrire. Toutefois, l'enjeu appelle à s'atteler sérieusement à la tâche et à mettre en place une démarche industrielle pragmatique prenant en compte les spécificités de ce domaine en pleine expansion.

Il s'agit d'intégrer la course technologique pour aboutir à des produits performants et crédibles, mais également pour amener les utilisateurs opérationnels à penser autrement les engagements de demain, dans lesquels le succès ne reposera plus uniquement sur la puissance de feu, la supériorité numérique, mais aussi sur l'emploi judicieux de



Mise en œuvre par combattant débarqué

technologies de rupture comme la Robotique.

Toutefois, il faut que l'approche adoptée pour diffuser la robotique dans les forces armées ne résulte pas seulement d'avancées technologiques mais demeure guidée par des critères opérationnels définis ; il y aurait sinon absence d'appropriation par les utilisateurs, voire risque d'un rejet de principe par ceux qui considèrent à raison que la surenchère technique ne doit pas priver l'homme du rôle central qu'il doit exercer dans l'engagement.

La démarche pour aboutir à la solution technique rejoint, en importance, le niveau que doit avoir la solution proprement dite ; la problématique invite à une approche industrielle dont la structuration suit différents axes.

Le premier axe est technique. Dans un domaine si foisonnant, il importe de parfaitement maîtriser la maturité des technologies sous-jacentes afin de sélectionner au plus tôt les acquis exploitables. Ce tri doit constituer une activité permanente et s'accompagner des moyens de transformer rapidement les résultats scientifiques en solutions opérationnelles. Cela a conduit le groupe Nexter, en créant Nexter Robotics, à privilégier une structure de type « start-up », dynamique par essence, s'attachant à la constituer autour d'un groupe de personnels multi-compétences et multi-domaines : des opérationnels qui orienteront vers les applications pertinentes, des scientifiques qui sauront identifier les acquis matures, des ingénieurs qui sauront exploiter la technologie disponible pour garantir la maîtrise des réalisations. Il s'agit en effet de disposer des produits à la fois adaptés au besoin et représentatifs de l'état de l'art accessible. Des partenariats, notamment avec le monde académique⁽¹⁾, viennent compléter cette organisation, afin de toujours bénéficier des derniers acquis scientifiques.

Un deuxième axe concerne la sensibilisation des

utilisateurs à l'apport opérationnel de ces moyens nouveaux. Pour cela, au-delà des discours et présentations, il convient de favoriser des mises en situation des matériels, dans des scénarii représentatifs de cas réels, où les « objets techniques » réalisés à l'étape précédente sont évalués par les utilisateurs. Il s'agit là d'une part d'appréhender le potentiel opérationnel sous-jacent, d'autre part de créer un retour d'expérience vers l'industriel aux fins d'amélioration des produits. Nexter Robotics a poussé cette démarche à l'extrême en se dotant de tous les moyens d'étude et production utiles pour raccourcir au maximum la durée du cycle « Evaluation – Ajustement technique – Evaluation ». Ainsi, le développement complet d'un mini-robot opérationnel qualifié ne dépasse-t-il pas quelques mois. Cette démarche itérative en interaction étroite avec l'utilisateur final permet également de couvrir au mieux les aspects pratiques de l'emploi opérationnel, en garantissant des solutions simples et de bon sens, souvent différentes de l'approche initiale issue de la pure ingénierie technique.

Enfin, le troisième axe porte sur la structuration industrielle proprement dite : l'innovation permanente à la base de la démarche implique une adaptation du processus industriel, en favorisant l'ingénierie parallèle, la réduction des coûts de production par l'utilisation maîtrisée des développements ouverts, ou encore une approche système très orientée « jeu de construction » ; celle-ci favorise l'exploitation rapide des progrès technologiques multi-domaines, et nourrit la démarche incrémentale exposée ci-avant et justifiée par la nécessité de fournir rapidement des objets techniques aux utilisateurs adaptés à leur besoin et à la maturation de leur doctrine d'emploi. 📌

(1) Par exemple Mines-ParisTech

LES TECHNOLOGIES DUALES, CONDITION NÉCESSAIRE À LA RÉUSSITE DES GRANDS PROGRAMMES D'ARMEMENT TERRESTRES DE DEMAIN

Sauf cas d'exception pour des applications très spécifiques et très sensibles telles que l'espace, l'aéronautique, les armes de dissuasion..., l'époque du développement systématique de technologies spécifiques aux besoins militaires, n'est-elle pas révolue ? Ceci est d'autant plus applicable aux matériels terrestres dont le coût global de possession se doit d'être le plus faible possible et les délais de mise au point réduits au minimum malgré la complexification croissante de ces matériels.

I n'est plus envisageable de développer des moteurs spécifiques de chars, des architectures électroniques dédiées, des solutions d'hybridation de plateformes spécifiques sans utiliser des technologies civiles en adaptant celles-ci au juste nécessaire aux spécificités d'emploi militaires :

- les budgets de développement et de soutien ne le permettent plus ;

- l'utilisateur attend des matériels opérationnels et sûrs dès les premiers véhicules de série ;
- les délais de développement et de mise au point sont de plus en plus contraints.

Seuls des domaines très particuliers tels que la protection des matériels et des équipages, les armements, la lutte contre les menaces du champ de bataille... continueront, du fait de l'absence de dualité avec le domaine civil, de générer des développements très spécifiques.

Pour illustrer ce changement radical de trajectoire déjà initialisé depuis de nombreuses années (exemple du VAB et de la transmission du VBCI conçus, produits et soutenus par Renault Trucks Defense), nous prendrons deux exemples :

- les propulsions hybrides ;
- les nouveaux concepts de maintenance.

grammes d'études amont principalement américains. Deux technologies principales ont été testées :

- l'hybride série : le moteur thermique entraîne une génératrice et le véhicule est mis en mouvement par des moteurs électriques reliés électriquement au réseau de puissance du véhicule par l'intermédiaire de batteries de traction. Deux variantes principales équipent ces démonstrateurs :

- un ou plusieurs moteurs entraînant des composants mécaniques traditionnels (ponts, réducteurs de roues...) : Humevee hybride électrique, FMTV HE... ;
- un moteur électrique intégré dans chaque roue : AHED, RSTV Series HE, DPE... .

- l'hybride parallèle : le moteur thermique et le moteur/génératrice électrique fonctionnant seuls ou en tandem : UV, AH/SS MSV, LUV... .

Au premier abord, la solution hybride série intégrant des moteurs électriques dans les roues semble très séduisante sur le plan architectural : on positionne le moteur thermique et la génératrice en fonction des contraintes architecturales opérationnelles. Après analyse, cette solution :

- nécessite un développement et un soutien spécifiques de l'ensemble de la liaison sol des plateformes difficilement amortissable sur des quantités de matériels limitées ;
- présente un risque majeur pour les utilisateurs : haute tension véhiculée dans des zones soumises aux agressions extérieures (les roues) ;
- provoque l'immobilisation du véhicule dans le cas d'une agression visant le réseau de puissance situé à l'extérieur de la caisse ;



par **François Deloumeau,**

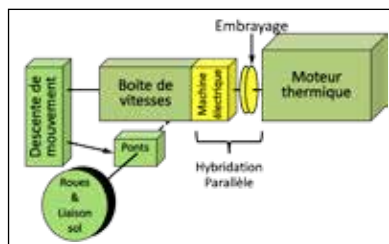
RENAULT TRUCKS

François Deloumeau a été responsable du développement des camions tactiques et des blindés chez SEDEMS (filiale de SAVIEM, qui est devenu ensuite RENAULT TRUCKS Defense), puis directeur technique et directeur général.

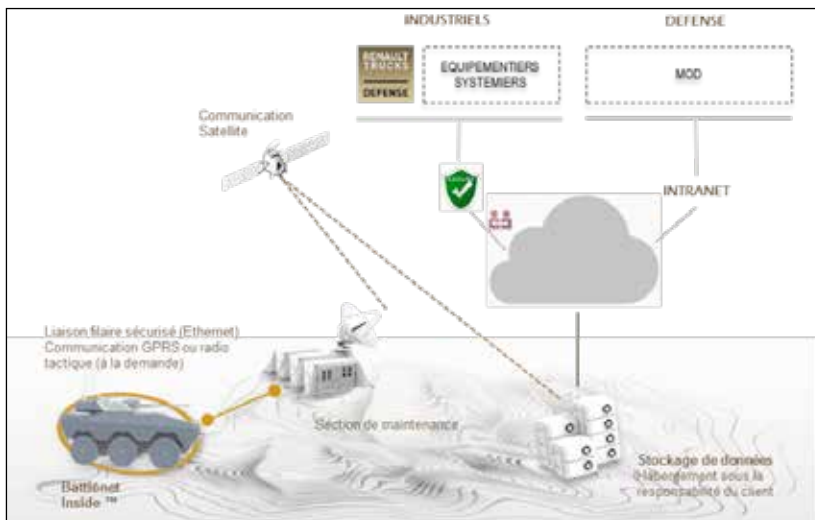
Au sein de RENAULT TRUCKS Defense, il a actuellement en charge le développement des Etudes Avancées.

Propulsion hybride

Depuis plus de 20 ans, de nombreuses tentatives d'hybridation de plateformes terrestres ont vu le jour au travers de démonstrateurs. La plupart de ces démonstrateurs ont été réalisés au travers de pro-



Hybridation parallèle



Drone de surveillance Kaplan Turquie

- génère des difficultés majeures au niveau de la maîtrise de la répartition des couples à la roue sur des terrains à adhérence aléatoire (cas du DPE, du SEP... pour lesquels ces problèmes n'ont pas trouvé de solution) ;
- est fortement consommateur de volume et de masse : un convertisseur par roue est nécessaire, de nombreux câbles de forte puissance et de tuyauterie du circuit de refroidissement circulent dans le véhicule.

La solution hybride série intégrant un ou plusieurs moteurs électriques venant attaquer des composants mécaniques traditionnels (ponts, réducteurs) est certainement un compromis présentant moins d'inconvénients que la précédente (conservation de composants de liaison sol standards, regroupement des fonctions électriques dans des zones moins exposées...). Toutefois, en cas de blackout électrique total, le véhicule se trouve, comme précédemment, tout autant immobilisé.

Pour bénéficier du maximum de synergie avec des solutions soit standards (chaînes cinématiques conventionnelles) soit civiles (chaînes cinématiques hybrides), la solution hybride parallèle est de loin la plus performante. Nous pouvons citer par exemple des solutions proposées par ZF, Eaton, Allison et bien entendu le groupe AB VOLVO. Si les solutions ZF ou Allison sont basées sur des boîtes automatiques « hybridées », seuls Eaton ou le groupe AB VOLVO proposent des solutions sur la base de boîtes de vitesses robotisées plus simples à maintenir, moins onéreuses et plus fiables sur le plan de l'emploi (coûts d'acquisition et de soutien divisés par 4 entre une boîte robotisée et une boîte automatique). Le groupe AB VOLVO est par contre le seul à proposer des solutions de chaînes cinématiques hybrides atteignant 550 ch. (moteur thermique combiné au moteur électrique), puissance correspondant à des niveaux de puissances intéressants les véhicules de combat à roues futurs.

Par rapport à une solution hybride série, les avantages que présente une solution hybride parallèle sont :

- le regroupement des fonctions électriques dans le compartiment moteur permettant de maximiser les aspects sécuritaires ;
- la réduction du nombre de composants de puissance (gain de coût, masse et sécurité) ;
- la gestion native des répartitions de couples aux roues liée à l'emploi de composants de chaîne cinématique traditionnels (ponts, réducteurs, boîte de transfert, répartiteurs de couple crabotables...) présentant la meilleure solution pour assurer la répartition optimale de ces couples (coût, efficacité, robustesse et maîtrise technologique) ;
- la réutilisation de solutions « dessous de caisse » connues et déjà validées permettant d'éviter la requalification à la tenue aux mines et IED ;
- le maintien de la fonction mobilité en cas de blackout électrique total ;
- la réduction de l'empreinte logistique de ces matériels en projection du fait de la limitation au strict minimum de l'emploi de composants spécifiques. C'est pour ces raisons que Renault Trucks Defense, filiale du Groupe AB VOLVO, a été choisi par la DGA pour réaliser, au travers d'un PEA, un démonstrateur hybride du nom d'ELECTER. Basé sur ces solutions et utilisant comme véhicule support un VAB MKIII, ce démonstrateur permet de préfigurer des solutions pragmatiques, performantes et économiques applicables aux véhicules de demain. Il commencera ses essais fin 2014.

En plus des fonctionnalités disponibles sur les applications civiles (réduction de la pollution et de la consommation), cette solution proposera des fonctionnalités spécifiquement développées pour répondre au besoin des matériels militaires :

- mode booster : addition du moteur thermique et de la machine électrique, qui permettra

- d'améliorer grandement l'accélération du véhicule et réduira le temps du « bond en avant » de ce matériel dans les conditions d'utilisation militaire ;
- mode APU, moteur à l'arrêt ou en fonctionnement qui permettra de s'affranchir de générateur auxiliaire et permettra l'intégration de composants à forte consommation électrique comme on en trouve sur certains systèmes d'armes ;
- mode « plug in », pour réaliser des recharges rapides de la batterie de traction ;
- mode furtif, roulage à l'aide du moteur électrique sur une dizaine de kilomètres.

Nouveaux concepts de maintenance

L'amélioration de la productivité des matériels est devenue une des priorités des constructeurs de poids lourds. Cette amélioration est essentiellement basée sur la connexion des matériels permettant de connaître leur état de santé afin de sécuriser la réussite des missions, d'améliorer la disponibilité des matériels et de réduire leur coût d'exploitation. A partir de ces solutions et sur la base de technologies civiles éprouvées, le principe était de mettre à disposition des utilisateurs militaires un concept de maintenance s'appuyant sur les mêmes technologies mais assurant toute la sécurité nécessaire à l'emploi des matériels dans un contexte opérationnel.

Pour cela, Renault Trucks Defense propose un concept de service sécurisé eSoutien (Service HUMS - Health and Usage Monitoring Systems) permettant :

- d'acquérir en temps réel les informations essentielles collectées sur les matériels ;
- de diagnostiquer l'état des matériels via des indicateurs de santé et d'usage ;
- de mesurer le potentiel résiduel des systèmes ;
- d'optimiser les intervalles d'entretien (par ex. préconisation de vidange).

Ces informations, recueillies automatiquement par le client et partagées ou non avec le maître d'œuvre industriel et les industriels partenaires, permettent à l'utilisateur et au maintenancier militaire de :

- maximiser l'utilisation des matériels – EMPLOI ;
- réduire les temps d'arrêts et les coûts de maintenance – SOUTIEN ;
- assurer la sécurité des matériels – SECURITE.

Cette offre complète de services, construite sur la base de technologies issues du civil, proposera 4 modules au choix :

- **ALERTE** pour réduire les temps d'intervention en cas de panne ;
- **SURVEILLANCE** pour déclencher les opérations de maintenance uniquement en temps utile ;
- **ASSISTANCE** pour réduire les temps d'immobilisation ;
- **MAINTENANCE** pour améliorer la disponibilité technique opérationnelle. 📞

LA PLACE DE LA 3D DANS LE COMBAT URBAIN

La technologie 3D au service de l'officier Renseignement

Après avoir intéressé les industriels pour aider à la conception des systèmes complexes comme le Rafale, le VBCI ou l'EBRC, la simulation 3D trouve une place de plus en plus importante au sein des forces terrestres pour l'entraînement des opérationnels. Pour autant, cette technologie 3D est restée accessible pour un temps aux seuls ingénieurs et chercheurs capables de la mettre en œuvre, et commencera tout juste à être déployée dans les camps d'entraînement et dans les régiments avec des véhicules blindés adaptés à la formation des équipages grâce à une simulation opérationnelle immergée. La montée en puissance des technologies 3D et les performances disponibles des calculateurs embarqués permettent maintenant d'envisager un déploiement de ces technologies dans un cadre opérationnel au plus proche des combats. L'apport de la « connaissance » 3D d'un environnement immédiat permet de mieux apprécier la situation tactique et les intentions des ennemis dans un contexte de conflit asymétrique. Cette approche semble particulièrement adaptée pour le combat urbain.



par **Sylvain Fesland,**

Sylvain FESLAND est, depuis 2003, en charge du développement du business à l'export au sein de l'activité « Systèmes d'informations opérationnels pour une brigade terrestre » de Nexter Systems.



avec la contribution de
Philippe Hervé, IGA

Philippe Hervé a dirigé de 2010 à 2013 l'activité « Systèmes d'Informations Opérationnels » de Nexter Systems.

La Numérisation de l'Espace de Bataille (NEB) est maintenant une réalité pour les forces terrestres. Après quelques balbutiements et quelques difficultés de jeunesse, les outils de numérisation mis à disposition ont permis de montrer leur intérêt opérationnel et leur efficacité pour répondre à des interrogations simples : où suis-je ? Où sont mes amis ? Où sont mes ennemis ? Que dois-je faire ? Qu'ai-je observé ? Qu'ai-je agressé/détruit ? Le programme Scorpion a par ailleurs confirmé l'intérêt de cette numérisation au sein des forces terrestres en lançant le programme Système d'Informations et de Combat Scorpion.

Pour autant, on peut regretter le peu d'ambitions technologiques des produits existants ou en cours de développement.

Il y a peu de ruptures technologiques avec les prochains systèmes en développement pour accompagner les forces : « on fait pareil, mais en mieux ! ». On retrouvera un système de messagerie optimisé, un protocole de communication adapté aux débits des postes radio (c'est-à-dire faible en attendant les promesses des futurs postes de radio logicielle tels que Contact[®]), un système cartographique permettant l'affichage de cartes numérisées ou d'images satellites, voire éventuellement afficher des données vectorielles lorsque celles-ci seront disponibles. Malheureusement, seules les principales régions d'Europe pourront sans doute être complètes : que

fait-on lors d'un déploiement en opération extérieure dans une ville comme récemment à Bangui ou encore plus à Mogadiscio ?

L'apport de la 3D dans la compréhension de l'environnement immédiat

Pour un officier ne connaissant pas l'environnement immédiat d'une zone d'intérêt, il n'y a rien de plus compliqué que d'analyser un plan 2D dans une zone urbaine : où sont les vues masquées ? Quelles sont les cibles atteignables ? Puis-je faire passer un convoi militaire dans une rue ? Comment pourrais-je me dégager dans le cas d'une attaque surprise ? Comment pourrais-je riposter ? Ceci représente un certain nombre d'incertitudes pour un officier et donc augmente le risque pris par les unités dans le cadre d'un déploiement.

FINDERS C2 apporte la 3D aux opérationnels pour la fonction Renseignement

Nexter systems a étoffé les fonctionnalités du produit FINDERS C2 pour proposer à un officier « Renseignement » d'un PC bataillon les outils d'analyse, de filtrage et de visualisation 3D lui permettant de rédiger son point de situation au profit de l'officier « Manœuvre ».

Toutes les informations relevées et diffusées par les unités au contact sont remontées via le SIO jusqu'à l'officier « Renseignement » pour être capitalisées



Exemple de tenue de situation tactique



Exemple d'identification d'itinéraires possibles



Exemple d'analyse des intentions de l'ennemi

dans une base de données 3D. Des analyses sont ensuite proposées automatiquement pour l'officier Renseignement.

- l'analyse automatique de zones d'intérêt permet d'identifier les itinéraires possibles selon plusieurs critères : gabarit des véhicules, rayon de braquage, possibilités de ripostes par armement, ... ;
- l'analyse de portée d'armes prédéfinies permet d'identifier les intentions ennemies et leurs impacts possibles sur une zone : des calculs balistiques seront pris en compte pour le calcul des portées sur la base de modèles balistiques adaptés au type d'arme : RPG7, mortier 81 mm, canon 105 mm, 152 mm, ... ;
- le filtrage spatio-temporel pourra relever tous les incidents survenus sur une zone, identifier

éventuellement une activité « hors norme » pouvant être le signe d'une intention de l'ennemi.

L'acquisition de données 3D au service des armées

Les technologies actuelles de SLAM (Simultaneous Localisation And Mapping) par laser, embarquées sur des mini drones déployés par un véhicule de reconnaissance par exemple ou sur des hélicoptères, permettent une acquisition rapide de modèles d'élévation terrain. Des textures pourront être ajoutées aux modèles 3D à partir de photos prises simultanément. La précision n'est peut-être pas à la hauteur des relevés topographiques de nos meilleurs spécialistes mais permet toutefois d'avoir une bonne compréhension de l'environnement 3D d'une

zone urbaine. Ce relevé est ensuite incorporé dans une base de données 3D pour être présenté aux PC de niveau Bataillon ou Brigade. La puissance de calcul des équipements actuels permet d'envisager ce type d'opération sur le terrain en base arrière.

Conclusion

Les technologies 3D actuelles permettent d'envisager l'apport de la « connaissance 3D » aux opérationnels au plus près des décisions pour les unités de contact. La donnée 3D facilite la connaissance du milieu, aide à anticiper les éventuelles intentions des ennemis. Les prochains systèmes d'information opérationnels devront proposer aux forces terrestres cette rupture technologique afin de compléter les missions actuellement remplies avec les systèmes existants. 🗨️

L'AGGLOMÉRATION DE BOURGES : UNE TRADITION D'INDUSTRIE AÉRONAUTIQUE & DÉFENSE

- ➡ Une présence militaire historique
- ➡ Un savoir-faire reconnu
- ➡ Des grands groupes à dimension internationale
- ➡ Un tissu de PME-PMI de haute technologie
- ➡ Une recherche diversifiée
- ➡ L'innovation encouragée
- ➡ Une technopôle spécialisée dans la prévention des risques

POUR TOUT
RENSEIGNEMENT :

Florence THÖNI-KYOBE
f.thoni-kyobe@bourgesplus-developpement.fr
02 48 67 51 24



COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION

MBDA / Nexter / Safran / Esterline / Roxel / Pôle Capteurs & automatismes / ENSIB / PRISME / Base aérienne d'Avord / LEES / LASEP / CETIM-CERTEC / SC AERO / SECO Tools / Cogit Composites / ASB / Ecoles Militaires / DGA Techniques terrestres / Michelin...

EN MESURE DE... ET PRÊT À... !

La simulation et l'entraînement au plus près de l'opérationnel



par Emmanuel Chiva,

■ **CO-FONDATEUR,
DG DÉLÉGUÉ SILKAN**

Emmanuel Chiva est normand, et docteur en biomathématiques. Il possède une expérience de 25 ans dans les domaines de l'intelligence artificielle, la robotique et la simulation de défense. Après un séjour à Harvard, il a créé et dirigé pendant 10 ans le département simulation de la société MASA Group. Conseiller des études et auditeur de la 49^{ème} session Nationale Armement et Economie de Défense de l'IHEDN, il est aussi Président de la Commission Recherche & Technologie du GICAT.



et Pierre Fiorini, IPA

■ **FONDATEUR,
PRÉSIDENT SILKAN**

Pierre Fiorini est Polytechnicien, et ancien élève de l'Ecole normale supérieure, docteur en informatique. Il a été responsable d'une équipe de recherche sur l'informatique parallèle au sein de la DGA, puis a dirigé la sous-direction du ministère de l'Industrie en charge des télécommunications, de l'audiovisuel et de l'électronique grand public, a été partenaire pendant 7 ans de la société de gestion en capital risque I-Source Gestion avant de fonder HPC-Project en 2007 devenu SILKAN en 2012.

Il est 10h en ce beau matin d'avril 2020

... à Olivet, le quartier Valmy s'éveille. Un équipage du 12^{ème} régiment de cuirassiers prend possession du char Leclerc récemment rénové dans le cadre du programme Scorpion, que le régiment vient de percevoir. Après la procédure de mise en route, le char se déplace vers le bois de Maison-Fort, et le chef de char donne l'ordre de passer en mode Simulation embarquée. Aussitôt, le tireur et le chef sont avertis par leur système d'information SICS que des insurgés progressent vers leur position. En regardant à travers leur épiscopes numérisés, ils ont soudain un contact visuel vers l'ennemi. Pourtant, en réalité, ils sont seuls sur le terrain. Mais à l'intérieur du char, la guerre peut commencer...

Il ne s'agit pas là de science-fiction mais bien d'un scénario préfigurant ce que sera l'entraînement ordinaire, en garnison, dans les prochaines années. Celui-ci reposera sur l'utilisation complémentaire d'un entraînement en salle, mettant en œuvre des systèmes légers et génériques, et sur un entraînement embarqué au cœur du système d'armes ou du véhicule. C'est un domaine dans lequel la société Française SILKAN est pionnière, avec l'introduction sur le marché de solutions innovantes de simulation interactive, au profit des forces.

Un premier concept : l'ETT générique

Le cycle de préparation opérationnelle des forces fait intervenir plusieurs étapes : préparation des données par les organismes des armées, entraînement en garnison, vérification des savoir-faire en centres d'entraînement, puis mise en condition avant projection. La simulation est présente dans l'ensemble de ces étapes, et de nombreuses sociétés proposent des solutions de simulation pour permettre une préparation opérationnelle optimale.

Pourtant, de nombreux problèmes demeurent, et ces simulateurs se révèlent généralement :

- **lourds** : ils nécessitent une emprise importante pour leur installation et leur maintien en condition opérationnelle ;



Simulateur virtuel d'entraînement pour un équipage de tourelle

- **coûteux** : typiquement, un simulateur virtuel coûte plusieurs millions d'euros, sans compter la maintenance et le coût d'exploitation ;
- **dédiés** à un équipement unique, sans capacité d'adaptation ;
- **fixes** : généralement au sein d'un centre d'entraînement spécialisé, ils nécessitent une infrastructure importante, loin des garnisons ou bases militaires.

L'approche de SILKAN vise à pallier ces défauts en proposant un système d'entraînement virtuel générique, fondé sur la notion de cockpit virtuel, véritable innovation de rupture dans le domaine.

SILKAN propose ainsi un cockpit virtualisé, présenté sur 6 écrans tactiles, avec suivi des mouvements de tête, et reproduisant l'intérieur du véhicule ciblé, y compris l'ensemble de ses systèmes de capteurs, contrôle et communication. Ainsi, l'entraîné est mis en situation



Vue du simulateur embarqué intégré dans une tourelle LCTS90 (CMI Defence)

sur un siège muni des 6 écrans, lui permettant d'interagir avec la simulation par contact tactile. Dans l'exemple d'une tourelle de char, on trouve, pour entraîner l'équipage, deux postes virtuels (un pour le chef de char, un pour le tireur), un poste instructeur proposant plusieurs innovations et un poste pilote.

Ce concept permet de répondre aux écueils classiques du domaine :

- **mobilité et simplicité** : le système est mobile, facilement mis en œuvre, et peut directement être mis en œuvre auprès du client (système shelterisé, capable d'être transporté par moyens terrestres ou aérien) ;
- **coût** : l'infrastructure produite et le packaging du simulateur générique permettent à SILKAN de disposer d'une bonne rentabilité avec des prix le plus souvent deux fois inférieurs aux systèmes classiques ;
- **généricité** : le simulateur n'est pas dédié à un unique système, mais peut être adapté à différents véhicules, systèmes d'armes, etc. La refonte est essentiellement logicielle, ne nécessite pas de développement matériel important, et un même système peut servir de simulateur pour différents véhicules simultanément. Le système repose sur une architecture appelée TUTOR, véritable infrastructure générique de simulation connectant les différents moteurs et briques technologiques mis en œuvre.

Mais ce concept d'entraîneur générique ne suffit pas à appréhender toute la complexité du maniement du système, et notamment dans un contexte tactique dense, ni à permettre l'entraînement partout, et en particulier en garnison ou sur le théâtre.

La simulation embarquée : au cœur des systèmes

La simulation embarquée consiste à instruire, entraîner et préparer la future mission du personnel militaire au cœur même de leur unité de combat, dans leur propre véhicule et ce, sans user le potentiel de ces derniers.

Elle permet de restituer de manière accrue le réalisme des situations, donner la priorité à l'emploi des matériels et équipements réels et disposer

d'autant de simulateurs que de plateformes déployées. Les objectifs sont ainsi les suivants :

- permettre la conduite et le contrôle de l'instruction individuelle et collective des savoir-faire techniques et tactiques sur le système d'armes réel ;
- s'approprier rapidement les nouveaux systèmes d'armes et leur doctrine ;
- faciliter la projection des outils ;
- multiplier les points et les opportunités d'entraînement ;
- entretenir les savoir-faire notamment lors des relèves et préparer des missions sur un théâtre donné ;
- réaliser la virtualisation partielle du pôle réel en générant un ennemi virtuel hors des limites des camps d'entraînement.

Il y a donc beaucoup d'avantages pour les opérationnels à disposer d'un simulateur en version embarquée. SILKAN possède aujourd'hui l'une des seules références validées et déployées en environnement opérationnel. Cela est rendu possible grâce à une plate-forme TUTOR, socle commun de tous les simulateurs de SILKAN. Du point de vue du serveur de simulation TUTOR, se connecter à une station virtuelle ou à un véritable système d'armes est vu comme une capacité unique.

Dans ce concept, le système d'armes est directement connecté aux serveurs TUTOR, via des connexions standards (câbles vidéo et Ethernet),

de manière à pouvoir stimuler les systèmes opérationnels (MFD – écrans multifonctions embarqués) et interagir avec la logique de tourelle.

Le chef de bord, ou le tireur, ou le pilote, peuvent ainsi s'entraîner directement dans le véhicule, qui disposera d'un mode « opérationnel » et d'un mode « entraînement » de manière native. Dans le futur proche, les efforts porteront sur une simulation embarquée dynamique, permettant via le recours à des techniques de réalité augmentée, de superposer à une situation réelle perçue par l'équipage dans son véhicule, des éléments simulés virtuels.

Un premier système a été réalisé pour la tourelle de 90 mm LCTS90 de CMI Defence, en collaboration avec ce grand industriel belge, référence dans le domaine des systèmes d'armes intégrés sur véhicules blindés à grande mobilité.

Un concept fondateur pour la préparation opérationnelle des forces

Cette capacité de simulation constitue à la fois une rupture technologique et capacitaire, et une tendance naturelle de l'évolution des systèmes d'armes. Pour la première fois peut-être depuis longtemps, la simulation n'est pas vue comme un ajout mais comme une brique essentielle et opérationnelle. Les grands programmes d'armement – tels que Scorpion en France – visent en effet non seulement à renouveler ou valoriser le parc de véhicules existant, mais également à rationaliser les systèmes d'information, en vue de définir un système de forces optimal pour remplir la mission. L'appropriation des matériels, comme l'adaptation de la préparation opérationnelle, sont donc des sujets primordiaux et perçus comme tels à la fois par les opérateurs gouvernementaux et les équipementiers ou intégrateurs de défense. Dans ce domaine, la société française SILKAN vise une place au premier rang. 📍

AERO SURVEILLANCE

OPEN ARCHITECTURE
ON BOARD SENSOR PROCESSING
OPTIMIZED SIZE WEIGHT AND POWER

NEXT GENERATION AIRBORNE SURVEILLANCE SOLUTIONS

Aéroport International du Castellet - Hangar H1
3100 Route des Hauts du Camp - 83330 Le Castellet
info@aerosurveillance.com - www.aerosurveillance.com
Tel : +33 (0)494 983 999

QUAND L'INNOVATION MENACE LA CAVALERIE

Livre blanc et réduction homothétique de l'armée de Terre, des coûts de MCO toujours plus importants, des engins blindés d'un autre temps (AMX 10 RCR, ERC 90 Sagaie), des chars de bataille inutilisés... le panorama est terne. **L'EBRC saura-t-il donner un second souffle à la Cavalerie française ?** Sans aucun doute si les avancées technologiques sont intégrées dans une visée opérationnelle, compatible avec la doctrine d'emploi de ces engins.

Etat des lieux

L'ABC, ou Arme Blindée Cavalerie, se compose de 12 régiments équipés de 254 chars Leclerc, 256 AMX 10RCR, 110 ERC 90 Sagaie et 912 VBL (site officiel du ministère de la Défense). Nous n'évoquerons plus par la suite les VBL, qui survivront jusqu'en 2040 en attendant leurs successeurs : les VBAE.

L'ABC, bien que sollicitée dans toutes les opérations extérieures, est essoufflée. Son fleuron, le char Leclerc, n'a jamais été vu que peint en blanc au Liban ou faisant de la figuration au Kosovo. Dépenser de telles fortunes – de l'ordre de 120 millions d'euros par an – pour maintenir opérationnel un char qui reste au garage, cela prête à réfléchir. Les autres matériels sont de conception des années 70 : les ERC 90 Sagaie vont mourir tranquillement, les pièces de rechange n'étant plus produites, tandis que les AMX 10 RC rénovés, doivent encore tenir entre

10 et 15 ans malgré leurs 30 ans de bons et loyaux services au profit de l'armée française.

L'EBRC, un petit bijou de technologie...

C'est pourquoi le successeur de ces engins à roues, l'EBRC, est tant attendu dans les forces. Son arrivée, prévue pour 2020, devrait constituer une révolution. Un engin blindé à la pointe de la technologie, qui intégrera des évolutions majeures comme la vision numérique, des écrans – éventuellement tactiles – et un canon novateur. Nos jeunes générations, si férues de consoles, ne devraient pas être perturbées par cette conception de tourelle digne des jeux vidéo les plus réalistes ! A tout cela ajoutons un mode de simulation poussé qui permet de s'entraîner directement dans l'engin, et nous ne sommes pas loin de la perfection. Sauf que...

C'est un point crucial car le poids des pertes dans un jeu n'est pas le même qu'au combat. Le « *Game Over* », ou le sacrifice d'un peloton ami pour préserver un succès rapide ne sont pas des réflexes qui ont lieu d'exister sur un champ de bataille. L'intégration de la simulation à tous les niveaux, y compris au sein de l'engin, implique des moyens de différenciation forte afin d'éviter toute confusion de la part des servants.

La mise en commun d'informations entre le chef d'engin, le tireur ou tout autre acteur présent sur le théâtre d'opération constituera une avancée formidable. Cela implique l'ajout de supports pour ces informations et donc une multiplication des écrans mis à disposition de l'équipage. Cependant, chaque pion tactique a une mission propre qu'il ne peut perdre de vue. Imaginons un jeune soldat qui se retrouve face à 3 écrans dans sa tourelle, bien installé dans un siège ergonomique anti-mine où il aura déjà passé des heures à l'arrêt à simuler des actes de guerre. Parviendra-t-il à se concentrer sur son objectif réel le moment venu ? La multiplication des écrans génère un risque de trop-plein d'informations et une dilution des données capitales. La lunette monoculaire de nos engins blindés actuels, par la restriction du champ de vision et l'obligation d'être tout à sa tâche en séquence de tir s'affirme chaque jour un peu plus comme un outil indispensable.

L'EBRC

L'EBRC est l'engin blindé qui remplacera à l'horizon 2020 les ERC 90 Sagaie et les AMX 10 RCR. Cet engin de la classe des 25 tonnes sera aérotransportable en vol tactique par l'A400M. Sa mobilité sera assurée par un châssis 6x6. Il sera le premier à bénéficier de la toute nouvelle technologie des munitions télescopées de 40 mm et possèdera une 762 mm non coaxiale à l'arme principale comme armement secondaire.

... qui pose des questions opérationnelles

Sauf qu'il ne faut pas oublier qu'il s'agit bien d'un engin de combat, qui évoluera dans des conditions exigeantes. Les servants des engins blindés restent dans leur grande majorité non diplômés. Ils devront toutefois dissocier très clairement une phase d'entraînement simulé d'une

La vision numérique, une fausse bonne idée

Depuis des années maintenant, les différents industriels nous vantent les intérêts des caméras. Une caméra permet une intégration extrêmement aisée des viseurs. Plus de nécessité d'un bras optique, un simple câble suffit. Toutefois, démonstrateur après démonstrateur, il apparaît que la vision indirecte seule n'est pas une



par **Johan Pelzer, IA**

CHARGÉ DE LA MISSION OBSERVATION EN COMBAT EMBARQUÉ, STAT, VERSAILLES SATORY

X 2009, Johan Pelzer prendra son premier poste à la DGA à Bagneux en septembre 2014 après avoir effectué sa 4^{ème} année à l'ENSTA.



Tir d'un obus d'exercice (Boulet Simili Charge Creuse de 105 mm) par un AMX10 RC; volets ouverts, aux Amandiers sur le camp militaire de Canjuers

solution autonome. Les différents dispositifs numériques (ensemble caméra – traitement - écran) ne parviennent pas à concurrencer l'œil dans sa dimension opérationnelle. Ce dernier a une formidable capacité à reconstruire l'espace, à s'adapter aux changements de luminosité, à jouer sur l'accommodation pour discerner des détails, le tout instantanément et sans effort si

« SMI : Solide, Militaire, Indéréglable »

bien qu'obtenir de tels résultats autrement tient de la gageure. Après avoir expérimenté la tourelle proposée par NEXTER en levée de risques, le constat est peu reluisant. Les couleurs ne sont pas fidèles, la dynamique de contraste automatique est lente si bien qu'en passant par beau temps, il faut de l'ordre de la seconde avant de distinguer à nouveau quelque chose. Quand on sait que l'EBRC est un engin de reconnaissance, qui va se confronter à l'inconnu, qui peut se retrouver seul face à un danger immédiat, il n'est pas acceptable d'être aveugle de la sorte. Seule une qualité d'observation

optimale laissera une chance à un tel engin, ce qui passe par la complémentarité d'une voie optique directe et d'une voie numérique qui améliore les performances de l'œil en cas de faibles contrastes (pluie, brouillard, nuit claire...).

Du 40 mm en échange du 105 mm, une avancée ?

« Une innovation ne doit être intégrée que si elle offre un avantage opérationnel décisif [car elle nécessite un développement et un effort important] » affirma un industriel au cours d'une réunion de préparation sur l'EBRC. C'est pourquoi, le nouveau blindé de la Cavalerie sera équipé du « tout nouveau » canon à munitions télescopées de 40 mm développé par CTAi dans le cadre d'une collaboration franco-britannique. Malgré ses performances impressionnantes pour un tel calibre, et une mécanique remarquable, les britanniques, tout comme NEXTER à l'export, présentent ce canon comme un armement d'infanterie. Sa portée pratique sera de l'ordre de 2000 m pour la flèche, bien en-deçà des chars de 3^{ème} génération qui ont des portées pratiques de l'ordre de 4000 m. Son pouvoir de perforation reste faible vis à vis de tels engins. Un missile

devrait pallier ce problème. Toutefois, n'oublions pas qu'une séquence missile ne durera jamais moins de 30 secondes, contre les 10 secondes d'une séquence d'obus. A portée d'un T80, l'EBRC sera une cible bien fragile. Seule sa complémentarité et son déploiement avec un char de bataille comme le Leclerc en cas de menace fortement blindée aura un sens.

Conclusion

Dans le meilleur des cas, la Cavalerie française de 2025 à 2050 se résumera à 250 blindés équipés d'un canon d'infanterie – contre 366 canons de 90 ou de 105 mm actuellement – et 200 chars de bataille Leclerc. Encore faut-il parvenir à maintenir ces derniers opérationnels et intégrés au programme Scorpion jusqu'à cette lointaine échéance. La conjoncture actuelle impose un allongement des durées de vie des matériels, a minima 40 ans, soit jusqu'en 2060 - 2070 environ pour l'EBRC. D'ici-là, qui peut parier que nous n'aurons aucune utilité d'une force de frappe plus importante ? N'est-il pas envisageable que quelques T72 ou T80 se retrouvent en Afrique ? Le Leclerc pourrait bien se révéler un allié des plus utiles dans les décennies à venir. L'EBRC constitue un défi technologique qui doit être relevé à tout prix afin que la Cavalerie demeure une force de décision apportant des informations à forte valeur ajoutée sur l'ennemi. Si l'intégration des innovations technologiques est fondamentale elle ne doit en aucun cas s'effectuer au détriment de l'emploi opérationnel de l'engin. Rusticité et simplicité d'emploi restent les valeurs phares des forces terrestres. 📌

Acronymes :

- ABC :** Arme Blindée Cavalerie
- EBRC :** Engin Blindé de Reconnaissance et de Combat
- VBAE :** Véhicule Blindé d'Aide à l'Engagement
- VBL :** Véhicule Blindé Léger

LA PYROTECHNIE, TOUT SAUF UNE VIEILLE DAME...

Considérée à tort comme une « vieille dame », la pyrotechnie se renouvelle sans cesse vers toujours plus de performances et de sécurité. Ainsi les innovations technologiques auxquelles nous assistons vont fondamentalement transformer le paysage de cette discipline.



par **Thierry Brédy, IA**

**DIRECTEUR DE LA STRATÉGIE
CHEZ NEXTER MUNITIONS**

Directeur de la stratégie au sein de Nexter Munitions, précédemment en charge de l'activité Recherche et Développement des armes et des munitions au sein du groupe Nexter, Thierry Brédy a occupé des fonctions techniques et de direction de projets internationaux dans le domaine de la munitronique, des munitions intelligentes et des systèmes d'armes.



et **Renaud Lafont,**

**RESPONSABLE
DÉPARTEMENT
ELECTRONIQUE
MUNITIONNAIRE
& MICROSYSTÈMES**

Pyrotechnie « Inside »

La pyrotechnie couvre un large champ d'applications. Nous la trouvons présente bien sûr dans toutes les applications munitionnaires mais également dans les domaines civil, aéronautique et spatial. Pourquoi doit-on faire appel à des composants ou équipements pyrotechniques ? Essentiellement pour pouvoir délivrer une énergie, un effet particulier dans des temps très courts allant de quelques microsecondes à plusieurs millisecondes selon l'application. Ces éléments qui mettent en œuvre des matériaux à haut pouvoir énergétique doivent répondre à des exigences élevées en matière de fiabilité, de durée de vie et de tenue à des contraintes environnementales élevées. Ils ont en effet une particularité essentielle : ils ne fonctionnent qu'une seule fois. La disponibilité opérationnelle de ces produits ne peut donc être garantie que par un niveau de fiabilité élevé (impossibilité de faire un test fonctionnel préalable et de procéder à une maintenance), ce qui nécessite une totale maîtrise des technologies mises en œuvre et une approche systémique au niveau de l'équipement pyrotechnique.

On retrouve toutes ces contraintes quelles que soient les applications auxquelles sont destinés ces composants et équipements : système d'amorçage d'une tête militaire, aide à l'éjection de la verrière d'un avion de combat, système de séparation des étages d'une fusée ou tout simplement déclenchement d'un airbag d'automobile...

Un maillon essentiel pour la maîtrise des performances des munitions

L'activité pyrotechnique de Nexter Munitions couvre d'une part la conception et la fabrication de munitions de moyen calibre, de char et d'artillerie et d'autre part les secteurs « Missiles, Espace et Aéronautique ». Pour toutes ces applications, les composants et équipements pyrotechniques sont des éléments critiques même s'ils sont d'un

poids économiquement faible au regard des systèmes dans lesquels ils interviennent. La réussite des missions confiées à ces systèmes dépend en grande partie de ces composants et équipements. Ainsi, au cœur de toute munition, la pyrotechnie constitue pour Nexter Munitions et ses partenaires une technologie clef dans la chaîne de valeur.

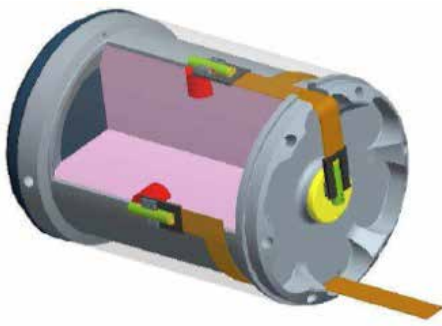
Quels sont les enjeux ?

Les segments défense, espace, et aéronautique recouvrent des applications ayant des finalités différentes. Il n'en demeure pas moins que les composants et équipements pyrotechniques qui leur sont nécessaires reposent sur un socle commun de technologies, de savoir-faire et d'exigences tant fonctionnelles qu'opérationnelles. Ce socle commun de technologies, doit être adapté en prenant en compte les principaux éléments suivants :

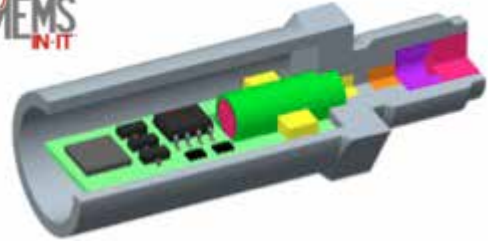
- besoin de standardisation de l'offre « pyrotechnie » : le secteur de la pyrotechnie se trouve confronté à une baisse générale d'activité tout en ayant une demande qui reste très diversifiée pour des raisons historiques. Situation qui empêche tout effet d'échelle favorable à la compétitivité des produits ;



Pyro-MEMS® ayant subi l'accélération d'un tir canon: les propriétés mécaniques du silicium (plusieurs Giga-Pascal en limite à la rupture) et les masses infinitésimales en jeu permettent une grande robustesse.



Pure
MEMS
N-IT



Projet d'architecture de tête militaire «programmable» à multi-amorçage à base de Pyro-MEMS

SMART initiateur de technologie MEMS comportant son propre « microDSA » intégré

- besoin de miniaturisation : il s'agit essentiellement de répondre à la demande d'augmentation des performances des têtes militaires tant en termes de capacité d'emport qu'en diversification des effets (têtes militaires programmables) ;
- amélioration des performances des composants et équipements actuels : la pyrotechnie peut tirer parti du meilleur de la technologie actuelle (munironique).

Bien que ce sujet ne soit pas développé dans la suite de cet article, nous ne passerons pas sous silence les enjeux liés aux contraintes réglementaires concernant la protection de l'environnement. En effet, Nexter Munitions étudie également de nouvelles compositions pyrotechniques dites « vertes ».

« Des applications variées, des systèmes militaires à l'airbag automobile »

Parmi les réponses technologiques proposées, nous trouvons la micropyrotechnie Pyro-MEMS® ainsi que deux autres technologies qui aujourd'hui ont atteint le niveau de maturité industrielle : les initiateurs LEEFI (*Low Energy Exploding Foil Initiator*) et l'optopyrotechnie laser.

Vers la micropyrotechnie : les Pyro-MEMS®

A l'heure actuelle, la plupart des Dispositifs de Sécurité et d'Armement (DSA) des têtes militaires (appelés également fusées) sont basés sur la mise en œuvre d'une chaîne pyrotechnique dont la sécurité est assurée par une interruption mécanique. Le rôle de cette interruption mécanique est d'empêcher tout amorçage intempestif de la charge militaire en cas de départ accidentel de l'initiateur pyrotechnique situé en amont de cette chaîne. Ainsi les DSA combinent des composants pyrotechniques, mécaniques voire électromécaniques et électroniques. Les DSA conventionnels

sont spécifiques de chaque application et leur taille pour une munition de gros calibre ou un missile équivalait approximativement au volume d'un « hockey puck ».

Il existe aujourd'hui une technologie qui combine avantageusement des fonctions mécaniques, électromécaniques et électroniques. Il s'agit de la technologie MEMS (*Micro Electro Mechanical System*), technologie apparue à la fin des années 90. Son principe est de rassembler toutes les fonctions sur un substrat de silicium grâce aux procédés de gravure utilisés par les fondeurs dans la fabrication des circuits électroniques intégrés. De nombreuses applications MEMS existent. Cela va de la tête d'impression pour imprimantes à jet d'encre aux senseurs inertiels pour le pilotage et guidage d'engins. Fort de ce constat, le challenge pour Nexter Munitions a été de combiner cette technologie MEMS à des fonctions pyrotechniques dès le début des années 2000. Les raisons qui ont prévalu à cette orientation sont essentiellement :

- des raisons économiques du fait que le mode de réalisation d'un MEMS réduit les nombreuses étapes d'assemblage d'un DSA classique à une phase de gravure d'un substrat de silicium ;
- du niveau de miniaturisation accessible avec cette technologie ;
- « *Last but not least* », une technologie générique à partir de laquelle il est possible de décliner de multiples applications munitionnaires et missilières sur la base de quelques composants standard.

L'objectif de Nexter a donc été de démontrer qu'un DSA réalisé à partir d'un MEMS (Pyro-MEMS®,



Côte à côte un Dispositif de Sécurité et d'Armement (DSA) missile conventionnel et le composant Pyro-MEMS® regroupant les mêmes fonctions

dénomination Nexter) était en mesure d'interrompre une chaîne pyrotechnique avec une barrière en silicium de taille millimétrique là où habituellement la taille de la barrière métallique est plutôt de l'ordre du centimètre. Nombreuses étaient les Cassandres au départ de cette étude. Il semblait en effet difficile de concilier une puce silicium avec les contraintes inhérentes aux DSA. Les travaux initiés en 2003 avec le soutien de la DGA ont permis de démontrer la faisabilité d'un tel dispositif. L'originalité de la solution proposée par Nexter réside dans la mise en œuvre d'une architecture particulière permettant de contourner les limites technologiques propres aux procédés de gravure utilisés par les fondeurs. En 2010, Nexter est passé des essais de laboratoire à un test en vraie grandeur en initiant une tête militaire de missile à l'aide de Pyro-MEMS, prouvant ainsi le degré de maturité obtenu. Evidemment nous ne comptons pas nous arrêter en si bon chemin...

Perspectives

Ces résultats encourageants ont ouvert la voie aux travaux actuellement menés en partenariat avec la société TRONICS. La feuille de route consiste à développer les deux technologies couvrant l'essentiel du spectre des besoins :

- la technologie Xterics® destinée à remplacer les DSA ou fusées mécaniques équipant les munitions conventionnelles et capables de résister au départ du coup de canon, c'est-à-dire à une accélération allant de quelques dizaines à la centaine de milliers de g ;
- la technologie Nextron® combinant mécanique, électronique et électromécanique dédiée aux applications « munitions intelligentes » et missilières.

Bref, la pyrotechnie est en passe de vivre une révolution à l'instar de ce qu'a vécu le secteur électronique, c'est-à-dire passer du simple composant pyrotechnique à la fonction intégrée. La micropyrotechnie, c'est demain. 🤖

LES MUNITIONS GUIDÉES FUTURES DU DOMAINE TERRESTRE

Quelques tendances de fond

Une arme assure à son servant le libre usage de la puissance sans laquelle il ne peut ni vaincre ni imposer sa volonté. C'est donc à bon droit que les moyens de feu symbolisent les forces armées, et que les moyens de feu précis symbolisent les armées modernes. Si le domaine de la précision évolue constamment, il demeure possible d'en identifier quelques axes directeurs.



par **Jacques Doumic**,
ICA

Jacques Doumic a travaillé pendant quinze ans au sein du ministère de la Défense (forces armées et DGA), notamment comme directeur des essais à l'ETBS (actuellement DGA TT) et directeur de programme à l'UM TER. Il a quitté la DGA en 2009 pour rejoindre MBDA, où il est actuellement responsable du domaine « Attaque de surface » au sein de la direction « Business Development et Commerce France ».

avec la contribution de

Cyril Delmau, Philippe Gouyon, Vincent Guibout, Guillaume Leuger, Yvon Maurice, Dominique Pelerin, Marc Toulza

Les auteurs appartiennent à la direction « Business Development et Commerce France », la direction « Technique » et la direction « Programmes » de MBDA.



Le MILAN-ER

Tendances de fond

Au cours des vingt dernières années, les munitions guidées ont vu leur créneau d'emploi croître constamment, jusqu'à parfois pratiquement évincer les munitions non guidées. L'armée de l'Air, par exemple, ne tire plus guère de bombes non guidées, et le « 90 % de munitions non guidées, 10 % de munitions guidées » de la première guerre du Golfe est quasi devenu un « 100 % de munitions guidées ».

Cela s'explique par des raisons opérationnelles : la précision permet une frappe plus rapide, moins de risques de tirs fratricides ou de dommages collatéraux, une manœuvre et une logistique simplifiées, et finalement plus d'économie des forces et de liberté d'action. Cela s'explique aussi par des raisons budgétaires : le prix unitaire d'un produit guidé demeure inférieur au prix d'une salve de munitions moins précises.

Le besoin en précision structurera ainsi l'architecture des futurs systèmes. Pour hasarder un ordre de grandeur sans nuances, on peut dire que la taille d'un véhicule donne l'objectif de

précision qui sera, à plus ou moins long terme, requis de toute munition. À l'horizon 20 - 30 ans, les munitions qui ne seront pas au moins sub-décimétriques pourraient disparaître.

Cela n'implique pas nécessairement de guidage en vol : à courte, voire moyenne portée, et contre des cibles statiques ou à vitesse constante, des projectiles balistiques rapides (munitions de petit ou moyen calibre, obus de char) ou des roquettes insensibles au vent peuvent satisfaire cette exigence. Mais quand la portée augmente,



Ecartomètre SAL en 68mm



ou quand le besoin en létalité exige de monter en calibre sans sacrifier la légèreté, ou quand il s'agit de traiter des cibles dont on ne peut prévoir la vitesse, le guidage du projectile en vol devient indispensable. Il existe de très nombreuses solutions et nous ne donnerons ici que quelques repères.

Le mode le plus simple demeure le téléguidage en alignement, « tire et aligne ». Le poste de tir positionne le missile par rapport à la ligne de visée, et lui envoie les ordres de correction adéquats. En milieu terrestre, ce sont les missiles Eryx, Milan ou Hot.

Un peu plus complexe en ce qu'il exige un autodirecteur, le mode de guidage sur tache laser, « tire et illumine », permet de mieux préserver la mobilité du tireur ou de faire prendre en compte la munition par un tiers. De nombreuses bombes sont guidées selon ce principe, de même que certains missiles pour chasseurs, drones ou hélicoptères (GBU, Hellfire...). Ce mode dit semi-actif laser (SAL) peut être complété par d'autres modes (missile Brimstone, qui couple SAL et radar millimétrique).

La gamme des missiles « tire et oublie » a le mérite de laisser le tireur entièrement libre après tir ; elle a l'inconvénient de lui faire perdre le contrôle de la munition, alors que le contexte peut évoluer dans les quelques dizaines de secondes que peut durer le vol. On retrouve dans cette catégorie aussi bien des systèmes rustiques (guidage GPS, courant pour les bombes) que des systèmes beaucoup plus élaborés permettant le tir sur cible à vitesse non constante (guidage infrarouge du missile Javelin).

On voit enfin émerger une nouvelle génération de missiles « tire et oublie / contrôle ». Moyennant une liaison de données bidirectionnelle, le missile renvoie vers le poste de tir les images prises par son autodirecteur. Tout en demeurant

potentiellement « tire et oublie », il permet ainsi au tireur de suivre l'évolution de la scène jusqu'à l'impact, d'interrompre la mission en cas de risque de dommage collatéral, de changer de cible, voire de tirer sur une cible au-delà de la vue directe – que celle-ci ait été vue puis se soit cachée, ou que sa position ait été fournie par un autre moyen de renseignement.

Dans les deux premiers cas, « tire et aligne » et « tire et illumine », l'opérateur est dans la boucle ; dans le troisième, « tire et oublie », il est hors de la boucle ; dans le dernier, « tire et oublie / contrôle », il est au-dessus de la boucle.



L'Eryx : « tire et aligne »

Une ambition européenne

Implanté en France, au Royaume-Uni, en Italie, en Allemagne et en Espagne, MBDA a pour ambition de fédérer les capacités européennes en matière d'armement guidé. Il se positionne donc naturellement sur l'ensemble des systèmes ci-dessus, en partenariat avec les équipementiers ou plateformes concernés. Il contribue aussi à façonner le marché avec des solutions de pointe.

Pour le combattant à pied, MBDA propose maintenant des roquettes modernes, et, bien évidemment, l'Eryx et le Milan, qui sont certainement parmi les produits guidés les plus compétitifs

du monde ; surtout, MBDA développe le MMP, le premier missile « tire et oublie / contrôle » européen, avec autodirecteur travaillant dans le visible et l'infrarouge, avec retour image par fibre optique. Le fantassin français pourra, pour la première fois, engager une cible qu'il n'aura pas vue ; il fera ainsi peser sur ses adversaires la menace permanente d'une destruction par un agresseur qu'ils n'auront pas vu ; cela devrait changer profondément le combat de demain.

Le MMP doit être intégré sur véhicule, qu'il s'agisse de l'EBRC, du MPCV, ou d'autres plateformes encore.

Dans le domaine du combat hélicoptère, MBDA a connu l'un de ses grands succès avec le missile Hot, qui a été engagé sur tous les champs de bataille. Avec ceci, MBDA a développé des composants bas coût (rétine laser, calculateur modulaire, etc.) et est également présent dans les « roquettes guidées laser », qui sont en fait des missiles. Au-delà, MBDA prépare le futur armement principal du Tigre.

La trame des feux indirects a été renouvelée récemment en France, avec l'entrée en service du Caesar et du LRU, tirant une munition guidée GPS. Mais diverses solutions sont déjà à l'étude pour préparer la prochaine génération, qu'il s'agisse de munitions rôdeuses ou de systèmes permettant de tirer tout le parti des lanceurs existants et sans doute de l'intérêt d'un retour image.

Une histoire à poursuivre...

Outil emblématique des forces armées modernes, réalisant la plus grande concentration volumique de technologies, le missile n'a pas cessé d'évoluer au gré de conflits qu'il a contribué à façonner. Une aventure qui ne fait que commencer, et qui est indissociablement liée à la supériorité technique de nos armées. 🇫🇷

LE SPRAT « SYSTÈME DE POSE RAPIDE DE TRAVURES »

Innovation et performance au service du franchissement

Après un programme de développement et de réalisation qui aura duré plus d'une dizaine d'années, CNIM a fourni à l'Armée Française le système de franchissement de l'avant le plus performant du marché, capable de suivre et soutenir le char Leclerc.

A première vue, rien ne peut arrêter un raid tactique d'une section de chars Leclerc. Sa vélocité et la précision de ses tirs en font une arme de supériorité stratégique et les quatre derniers régiments de cavalerie qui en sont dotés participent à la défense de l'intégrité du territoire national.

Néanmoins, comme tous les moyens terrestres, le char reste soumis à la vérité du terrain et sa progression peut être stoppée par la présence de



Essais de mobilité sur le Camp de Canjuers

brèches infranchissables ou par des infrastructures détruites.

Pour combler ce trou capacitaire la DGA a lancé dans les années 90, un programme de développement pour réaliser **un nouveau moyen de franchissement de l'avant doté de capacités permettant de soutenir le char Leclerc.**

Le cahier des charges fut à la hauteur du besoin :

- véhicule à roues capable d'évoluer en tout terrain avec les mêmes capacités de franchissement que les blindés ;
- évoluant dans un environnement de combat, le lancement du pont doit pouvoir se faire rapidement (moins de 10 minutes) et en automatique sous protection (le personnel reste dans la cabine sous protection NRBC) ;
- le pont doit supporter le passage répété de chars (70 tonnes) à vive allure sur des brèches allant jusqu'à 24 mètres ;
- enfin l'engin que l'on appelle « ponteur » ne doit pas dépasser en charge les 60 tonnes pour rester dans la catégorie 2 de la législation routière afin de faciliter le transfert des engins entre régiments en temps de paix.

CNIM, acteur majeur dans le domaine des engins de génie, a bien évidemment participé aux différents appels d'offres, s'appuyant notamment sur son expertise dans la réalisation de grandes structures mécaniques dans des matériaux spécifiques tels que l'aluminium. Et c'est ainsi qu'en 2003, CNIM s'est vu notifier la maîtrise d'œuvre du système complet.

Il passe là où la plupart s'arrêtent

Le déroulement du programme de développement fut long et difficile. Tout d'abord, nous avons dû

nous rendre rapidement à l'évidence que les différents partenaires que nous avons identifiés pour réaliser la base roulante ne souhaitaient pas poursuivre l'aventure. Décision a donc été prise de la réaliser en interne. Bien nous en a pris puisque le véhicule possède aujourd'hui des performances exceptionnelles.

Il passe là où la plupart s'arrêtent. La conduite sur route ou en tout terrain est si confortable que des messages d'alerte ont été spécifiquement créés pour rappeler aux conducteurs les limitations de vitesse de cet engin de 60 tonnes.

La modularité fut un autre défi. 80 % des brèches rencontrées sur un théâtre européen étant inférieures à 14 mètres, l'utilisation du pont long de 26 mètres n'est pas toujours pertinente. Il est alors intéressant de le diviser en deux pour créer deux ponts courts et doubler la capacité de l'engin. Cette capacité peut être encore augmentée par l'ajout d'un porteur de travure supplémentaire « PTS » qui permet de recharger le SPRAT en zone arrière.

Sachant que l'ensemble des ponts courts ou des ponts longs peuvent être repris aisément de chaque côté, **le système complet offre une flexibilité d'adaptation au terrain inégalée.** Cette démultiplication de l'utilisation du ponteur favorise une économie de moyens.

Cette modularité totale n'a été possible que par l'ingéniosité de notre bureau d'études couplé à un réel sens pratique et une grande connaissance du domaine du génie. Plusieurs brevets protègent actuellement cette cinématique d'assemblage et de reprise.

Enfin, le pont appelé « travure » est à lui seul une performance technique à part entière qui repré-



Manoeuvre de pontage : objectif moins de 10 minutes



par **Philippe Demigné,**
IA

MEMBRE DU DIRECTOIRE DU GROUPE CNIM, EN CHARGE DU SECTEUR « INNOVATION & SYSTÈMES »

Philippe Demigné (X – ENSTA), après un diplôme MBA de l'INSEAD, a été, jusqu'en 1992, responsable de programmes de systèmes de guerre électronique à la DGA, puis directeur associé du Cabinet de conseil en stratégie Arthur D. Little de 1993 et 1997. Il est Président de Bertin depuis 1998, et directeur général de CNIM Systèmes industriels depuis 2008. Le secteur « Innovation & Systèmes » comprend deux entités opérationnelles : la division « CNIM Systèmes industriels » et la filiale Bertin. Philippe Demigné est également vice-président de l'Association française des Sociétés de Recherche Contractuelle (ASRC).



Franchissement d'un char Leclerc sur un pont long, jusqu'à 26 m de portée

sente plus de la moitié du développement et du coût du système. Les premiers prototypes ont été réalisés en assemblage mécano-soudé aluminium, mais malheureusement ceux-ci ne passaient pas les qualifications en essais de fatigue. Contraint par la masse de l'ensemble, choix a été fait de changer de technologie pour passer sur un assemblage par rivetage proche des techniques employées dans l'aéronautique. Au final, les travures assemblées en pont de 26 mètres sont les seules à supporter l'histogramme de contrainte en fatigue imposé par le code Finabel.

Pour obtenir la qualification du SPRAT, c'est plus de 300 000 heures d'études qui furent nécessaires entre 2003 et 2010. Mais la réussite réside avant tout dans la pugnacité et la passion des équipes de CNIM à mener à bien ce projet, dans le cadre d'un dialogue très constructif avec les interlocuteurs du ministère de la Défense (DGA, STAT et Régiment) et grâce au soutien sans faille de la direction générale et de l'actionnaire de CNIM et ce, malgré les graves difficultés financières du projet.

« Délais tenus »

La réalisation des dix SPRAT de série fut plus sereine, même si les premiers systèmes nécessitèrent une phase de fiabilisation et d'industrialisation afin d'harmoniser le fonctionnement de l'ensemble du parc. L'accélération et le doublement du rythme de production permirent même de rattraper le retard pris sur la qualification pour livrer le dixième SPRAT dans les délais contractuels initialement prévus.

Depuis septembre 2013, l'ensemble du parc de SPRAT est aux mains du 13^{ème} Régiment du Génie de Valdahon.

Même si l'armée Française n'a pas, pour le moment, engagé le SPRAT dans un exercice de cavalerie de grande ampleur, celui-ci participe régulièrement à des manœuvres de soutien au déploiement pour différents régiments en métropole. Il a de plus été déployé lors de l'exercice *Gulf Falcon* au Qatar en mars 2013, où il a pu intervenir de façon remarquable dans un environnement désertique, preuve de sa grande mobilité et de son adaptation aisée aux différents types de terrains.

Une fois livré, l'ultime défi pour le SPRAT réside dans les capacités d'emploi et de soutien que l'ar-

mée de Terre sera capable de maintenir en ces périodes de restriction budgétaire.

On ne va pas se le cacher, la gestion d'un micro-parc de 10 unités sur un matériel de haute technologie tel que le SPRAT reste problématique. Il faut tout d'abord maintenir les compétences des utilisateurs. Le personnel militaire étant de façon organique peu sédentaire, la valse des équipages ne favorise pas l'entretien des connaissances. Pour pallier cela, il avait été initialement intégré dans le marché un environnement didactique basé sur l'emploi d'un simulateur et d'enseignement assisté par ordinateur (EAO) permettant aux utilisateurs de se former de façon performante et d'entretenir leurs compétences.

Quant au soutien, il est actuellement réalisé à 100 % par la CNIM jusqu'en juin 2015, dans le cadre du soutien forfaitaire contractuel du marché. Par la suite, ce fonctionnement devra évoluer, ne serait-ce que pour permettre à l'armée de Terre d'assurer des actes de maintenance de première urgence dans le cadre de conflits réels. Néanmoins, la diminution régulière des effectifs, qui

touche en premier lieu les fonctions de support au combattant tel que la maintenance, rend difficile l'organisation d'une maintenance 100 % étatique. Dans tous les cas, CNIM sera présent au côté de l'armée de Terre pour trouver un schéma de soutien capable de maintenir dans le temps les performances de l'engin afin de poursuivre la belle aventure du projet SPRAT et de conserver à l'armée Française cette avance capacitaire dans le génie de combat. 🇫🇷

CNIM et sa filiale Bertin conçoivent et réalisent pour la Défense des systèmes complets et des équipements de haute technologie avec notamment le SPRAT mais aussi les catamarans rapides de débarquement de la famille L-Cat, les tubes lance-missile des SNLE, les systèmes de détection optique, ou encore des solutions logicielles pour la sécurité des systèmes d'information.

En vision, l'innovation
s'appelle...

Détection - Reconnaissance - Identification

Renseignement au 04.66.27.99.97 / 07.61.12.98.88
contact@syt-technologies.com
 100 route de Nîmes, 30132 CAISSARGUES - FRANCE

www.syt-technologies.com

POUR UNE OFFRE « REFAIT À NEUF » À L'EXPORT

Moins médiatisés que les grands contrats export destinés à certains clients à fort pouvoir d'achat, une offre industrielle globale répond aux besoins capacitaires de nombreux pays alliés à ressources financières limitées. Tout en valorisant les matériels en fin de vie, elle permet d'ancrer ces pays à la culture française de défense et prépare de futures collaborations.

La situation économique et financière de certains pays, africains en particulier, nécessite que de nouveaux concepts d'exportation de matériels de défense soient développés afin que ces pays puissent accéder à des capacités autonomes de défense et de sécurité adaptés à leurs moyens financiers et opérationnels. Une offre ciblée vers ces nations se place en complément de celle proposée par les grands constructeurs nationaux.

Une offre nécessairement globale

Le concept d'offre de matériels refaits à neuf consiste à proposer à l'export, à des prix très inférieurs à ceux des équipements neufs de dernière génération, des matériels retirés du service et qui ont été remis en état, éventuellement adaptés à un besoin particulier, dont les obsolescences ont été traitées, et dotés à nouveau de pleines capacités opérationnelles. Pour assurer la disponibilité dans la durée, l'offre doit être globale, c'est à dire accompagnée de la formation des personnels utilisateurs des matériels et de celle des spécialistes de la maintenance et du soutien, ainsi que de la logistique et du MCO associés.

Ce type d'offre répond aux besoins de certains Etats disposant de moyens financiers limités, mais également à ceux d'autres nations souhaitant se doter de capacités intermédiaires d'occasion avant l'acquisition ultérieure d'équipements neufs. Il permet ainsi l'acquisition patrimoniale de matériels, de génération certes plus ancienne, mais qui demeurent suffisamment performants pour les types de conflits locaux ou régionaux dans lesquels les clients sont amenés à participer. Outre l'adéquation aux ressources financières et aux besoins opérationnels de ces clients, les performances des matériels ainsi livrés sont également adaptées au niveau de compétences des utilisateurs amenés à les mettre en œuvre, les servir et les maintenir. Cette offre permet également de disposer de matériels robustes et éprouvés qui ont bénéficié d'améliorations apportées suite au retour d'expérience de forces ayant participé à des opérations.

Les forces ainsi équipées, entraînées dans le cadre de concepts d'emploi et de doctrine de défense français, deviennent de surcroît interopérables avec nos forces sur les théâtres

où nous sommes amenés à coopérer ; ceci favorise à long terme un ancrage à la France en matière de défense qui peut inciter à des choix de matériels neufs français dans le futur.

Enfin, en cette période où l'Etat est à la recherche de ressources extrabudgétaires, cette approche permet de valoriser les matériels en fin de vie et d'éviter leur coûteux stockage et démantèlement.

Une offre industrielle convaincante

La société Sofema est devenue depuis quelques années le spécialiste national de ce type d'offre globale – incluant matériels, formation et soutien – à l'export. Elle a acquis un savoir-faire en matière de maîtrise d'œuvre pour les opérations de rénovation et s'appuie sur les trois expertises nécessaires à cette activité :

- elle dispose de capacités industrielles où certains travaux peuvent être conduits pour les matériels terrestres ; elle peut s'appuyer le cas échéant sur un réseau de sous-traitants susceptibles de conduire ces travaux pour les matériels aéronautiques et navals ;
- elle dispose également d'une plateforme logistique de tri, de stockage et d'expédition de pièces de rechange pour les équipements terrestres et aériens correspondants ;
- elle dispose enfin d'une capacité en matière d'élaboration et de mise en œuvre de programmes de formation adaptés aux besoins



Tucanos EMB 312F vendus à la Mauritanie



par **Olivier-Pierre Jacquotte**, IGA

■ **PRÉSIDENT DE GLOBAL REACH**

Olivier-Pierre Jacquotte (X77, PhD) a occupé durant près de 30 ans à la DGA, dont 7 ans aux Etats-Unis, des postes de responsabilité liés à la R&T de défense et à l'international. Depuis 2012, il préside la société de conseil Global Reach qu'il a créée. Il est consultant spécialisé dans les domaines de la R&T, du développement international et de la relation institutionnelle. C'est à ce titre qu'il est en particulier conseiller « armement » du Président de la société Sofema.



Capacité industrielle de stockage et de rénovation

des clients dans des coûts compatibles avec ce type d'offre.

Cette société a enregistré à ce titre plusieurs succès, comme par exemple au Sénégal dans le domaine terrestre (voir encadré), mais aussi dans le domaine aérien en Mauritanie (vente de 5 Tucanos EMB 312F, accompagnée de la formation initiale des pilotes et des mécaniciens ainsi que du soutien en opération de ces appareils pendant 2 ans) ou dans le domaine naval au Cameroun (remise à neuf, modernisation et vente du patrouilleur Grèbe, formation de l'équipage pour sa conduite et sa maintenance).

Conclusion : un *win-win* pour la France et ses alliés

Il existe donc un réel potentiel pour une offre certes moins ambitieuse mais soutenable de matériels refaits à neuf, offre ciblée vers certains pays à ressources financières limitées. La France dispose d'une filière capable de proposer cette offre qui a toute sa place dans l'offre export nationale. Cette offre valorise la fin de vie de nos matériels et s'inscrit donc parfaitement dans les recommandations formulées par le député Grall. A court terme, celle-ci contribue au développement des capacités de défense de certains de nos alliés ; à plus long terme, elle participe à l'influence et au rayonnement français dans ces pays en matière de défense et de sécurité, et peut enfin permettre d'ouvrir ensuite les marchés de renouvellement vers les grands constructeurs nationaux. 📢



Sofema a su répondre en 2011 aux besoins de l'armée de terre du Sénégal en lui fournissant un parc de 8 obusiers TRF1 de 155 mm rénovés, ainsi que leurs camions tracteurs de type TRM 10 000. Cette fourniture est accompagnée depuis 3 ans de l'approvisionnement en pièces de rechange et de la formation des mécaniciens et artilleurs à leur utilisation.

Une réflexion conséquente doit être engagée en ce qui concerne l'exportation de matériels d'occasion, la France se privant trop souvent de ce levier d'influence.

Rapport d'information du député Grall « Pour une approche stratégique de la fin de vie des équipements militaires » - RI N°3251 - Assemblée Nationale, Commission de la Défense - Mars 2011.



SAFECOPTER

Système d'aide à l'appontage



La solution d'appontage en toute sécurité

- ✓ **Fiabilité et robustesse**
- ✓ **« Combat proven » jour et nuit**
- ✓ **Solution complète incluant l'éclairage du navire**
- ✓ **+ de 130 navires équipés au sein de 20 marines**

 8, AVENUE BUFFON, BP6319 · Z.I. LA SOURCE · 45063 ORLÉANS CEDEX 2 · FRANCE
 TEL +33 238 64 40 05 · FAX +33 238 64 40 72

L'ISL, quid ?

Un acteur méconnu de l'armement terrestre



par **Christian de Villemagne**, ICA

DIRECTEUR FRANÇAIS DE L'ISL

Après une longue expérience de coopération européenne, au sein de différents programmes d'armement et à Bruxelles à l'occasion de la création de l'Agence Européenne de Défense, Christian de Villemagne a dirigé le LRBA (dont il a assuré la fermeture et le transfert de ses activités techniques à Bruz dans le cadre de la RGPP). Il est actuellement Directeur français de l'ISL.

L'ISL, vestige de la coopération franco-allemande ? Un institut de la guerre froide, « irréformable », égaré dans la modernité, où la DGA n'entretient presque plus de structures de recherche ? Un institut dont les travaux irriguent trop peu l'industrie ? Certains clichés sont tenaces ! Or l'ISL invente le futur de l'armement terrestre, et avec lui son propre futur.

La guerre semble parfois « propre », à portée de clic. Mais sur les théâtres d'opérations, nos forces rencontrent une réalité obstinée : la guerre malheureusement blesse, détruit et tue. À cause de cette énergie destructrice que l'on projette sur l'adversaire ou dont on se protège. La finalité principale des technologies de l'Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis (ISL) est là : utiliser de manière raisonnée cette énergie (effets collatéraux, empreinte logistique des armements) ; et surtout protéger le combattant qui risque sa peau au front.

Pourtant, au sein des tutelles de l'ISL, certains souhaitent il y a quelques années un désengagement progressif de ce « Géo Trouvetout ». Au sortir de la 2^{ème} guerre mondiale, la France avait accueilli à Saint-Louis, à la frontière fran-

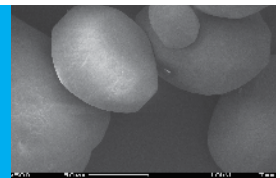
Des innovations pour la ligne de front

L'ISL imagine les munitions guidées à bas coût de l'avenir, le canon électrique européen, mais aussi des matériaux énergétiques plus sûrs pour leurs servants, des matériaux de protection plus légers et plus résistants, des systèmes de détection d'explosifs, d'IED et de tirs de snipers, des systèmes de protection acoustique et physiologique, des systèmes d'imagerie active qui percent brouillards et fumigènes, etc.

co-germano-suisse, une équipe de chercheurs allemands dans la technique reine de la guerre terrestre conventionnelle d'alors, l'artillerie. En 1959, quatre ans avant le traité de l'Elysée, l'ISL

Des solutions technologiques à profusion... Quelques exemples

Les innovations sont parfois cachées, comme ce nouveau procédé d'élaboration d'un explosif commun (le RDX), qui le rend beaucoup plus sûr tout en limitant les contraintes inhérentes au procédé : l'ISL est en train d'accompagner un poudrier pour la mise à l'échelle industrielle.



VI-RDX (very Insensitive RDX), un composé énergétique élaboré grâce à un procédé ISL breveté



Détecteur d'explosif bio-inspiré imaginé à l'ISL

Ou beaucoup plus visibles, comme ces micro-leviers tapissés de nanotubes de TiO₂, inspirés de sensilles de papillon, qui détectent un explosif avec une sensibilité et une sélectivité proches de celles du chien (encore le meilleur capteur au monde) ! Distinguée par la revue Nature, cette innovation a récemment reçu le prix de la réflexion stratégique des mains de Manuel Valls.

Les initiateurs opto-pyrotechniques de l'ISL ont déjà été embarqués sur un satellite du CNES et sont désormais prêts

à intégrer missiles balistiques et lanceurs spatiaux. Nous travaillons aussi - à la demande d'un hélicoptériste - à des composés métal/polymères pour alléger les boîtes de transmission d'hélicoptères : une retombée de nos travaux sur des matériaux de protection individuelle ; à des technologies spécifiques qui rendent crédible la localisation de snipers hors de la vue directe en milieu urbain ; à la seule technologie de lasers de puissance à sécurité oculaire, une caractéristique indispensable pour la protection des servants dans une mise en œuvre réellement opérationnelle d'arme à énergie dirigée. Etc.



DPA: melias

était devenu la première coopération franco-allemande en matière d'armement. Le modèle, diversifié depuis, restait-il toujours pertinent ?

Le projet ISL 2020, lancé en 2011, trajectoire vers un modèle adapté et soutenable

Une évaluation scientifique externe a été menée. Nous avons recentré l'activité, en faisant rédiger par les tutelles française et allemande un « besoin opérationnel commun » et en élaborant une stratégie scientifique, qui sélectionne les voies les plus prometteuses pour le satisfaire. Nous avons assumé une orientation résolument scientifique – cela n'avait guère de sens de répliquer l'expertise d'un DGA/Techniques Terrestres : l'ISL accueille aujourd'hui près de 40 doctorants, aligne déjà 9 HDR (le diplôme académique le plus élevé), conclut des coopérations structurantes avec des universités de pointe et voit son excellence de plus en plus reconnue par des revues scientifiques prestigieuses.

Avec d'autres laboratoires régionaux, l'ISL a obtenu le label sélectif d'Institut Carnot.

L'effectif scientifique a été renforcé en épargnant ailleurs. Pour promouvoir la créativité et les transgressions thématiques qui sont souvent à l'origine des ruptures technologiques, il fallait aussi rajeunir le corps scientifique et assurer un « turnover » significatif : à rebrousse-poil des usages de l'ISL, mais non sans analogie avec la recherche civile, nous avons privilégié les contrats à durée déterminée, qui concernent déjà aujourd'hui 23 % des chercheurs.

Simultanément, les contrats avec des clients tiers, encore marginaux il y a quelques années, pèsent déjà plus de 15% de la subvention DGA à l'ISL. Les partenariats industriels se multiplient. L'ISL n'est pas épargné par la rigueur budgétaire : les subventions de ses tutelles diminuent en valeur réelle. Nous avons transformé la politique salariale. Les efforts d'amélioration de l'efficacité sont constants. Les perspectives financières à terme ont ainsi été équilibrées, tout en permettant des investissements sans précédent pour moderniser nos grands équipements et remettre à niveau des infrastructures parfois vieillissantes.

Un audit stratégique externe piloté par les tutelles de l'ISL a conforté la pertinence de ces orientations.

Transformer l'essai !

Tous ces efforts répondent à un objectif primordial : donner à nos chercheurs l'environnement humain et matériel le plus propice à l'éclosion d'innovations utiles, accroître le retour sur investissement des subventions que la DGA et le BMVg consacrent à l'ISL.



Dispositif d'aide à la détection d'IED (improvised explosive device)

Car grâce au cofinancement franco-allemand et à ses ressources externes, l'ISL réalise sur l'« agrégat S&T : systèmes terrestres et munitions » un volume d'activités équivalent à celui de **l'ensemble** des études financées par la DGA aux industriels de l'armement terrestre sur le même périmètre S&T : quelle responsabilité pour l'équipement futur des forces terrestres !

Mais à quoi servirait cette créativité pluridisciplinaire si elle ne se retrouvait pas sur le terrain, dans les équipements développés par les in-

dités de l'échelle de maturité technologique (pour un institut de recherche), les contrats de transfert de technologie vers l'industrie connaissent une croissance soutenue. L'industrie est associée à la définition du programme de recherches. Au total, la demande excède largement ce que nos ressources humaines nous permettent de réaliser ! À l'ISL, nous sommes collectivement fiers de la contribution que nous apportons à la défense et à la sécurité. L'ISL est français en France, allemand en Allemagne, franco-allemand à l'intérieur (avec les ajustements culturels que cela suppose), institut de recherche reconnu par nos partenaires académiques et simultanément créateur d'innovations ciblées pour nos partenaires Défense/Sécurité : il s'enrichit de ses identités multiples.



Gun Launched Micro Air Vehicle
Un drone atypique pour les forces spéciales (GLMAV éclaté)



dustriels ? Pour être franc, ces derniers restent souvent discrets sur l'apport de l'ISL : telle cette société qui rencontre un succès international avec une technologie, sur laquelle elle continue de coopérer avec l'ISL depuis plus de 10 ans, sans jamais le citer. Pourquoi pas un logo « ISL inside », comme celui qui a rendu un fournisseur de microprocesseurs visible sur la plupart des ordinateurs du monde ? L'« ISL inside » ne se limite d'ailleurs pas aux savoir-faire partagés ou aux licences de brevets ISL. Aujourd'hui, une trentaine de chercheurs de l'ISL (plus du quart de ses chercheurs) sont financés au moins à 50 % par des partenaires extérieurs, qui témoignent ainsi de leur confiance dans les travaux de recherche de base menés par l'ISL. À l'autre extré-

mité de l'échelle de maturité technologique (pour un institut de recherche), les contrats de transfert de technologie vers l'industrie connaissent une croissance soutenue. L'industrie est associée à la définition du programme de recherches. Au total, la demande excède largement ce que nos ressources humaines nous permettent de réaliser ! À l'ISL, nous sommes collectivement fiers de la contribution que nous apportons à la défense et à la sécurité. L'ISL est français en France, allemand en Allemagne, franco-allemand à l'intérieur (avec les ajustements culturels que cela suppose), institut de recherche reconnu par nos partenaires académiques et simultanément créateur d'innovations ciblées pour nos partenaires Défense/Sécurité : il s'enrichit de ses identités multiples.

ISL 2020 transforme depuis trois ans l'image de l'ISL et cela traduit de réels changements internes. Non sans bousculer quelques habitudes et avantages acquis. Malgré tout, les partenaires sociaux de l'ISL, parfois sanguins, avouaient récemment à la direction : « Nous avons nos désaccords. Mais vous avez engagé ce que vous aviez annoncé dans votre discours d'embarquement, et c'est rare ! ». Pour autant, il reste encore un long chemin fait de persévérance pour atteindre la trajectoire visée, et beaucoup de travail caché - un banquier dirait de « back-office » - pour pérenniser cette évolution du modèle et ce changement de culture d'entreprise.

Afin, en définitive, de rester à la hauteur de la signature dont l'ISL vient de se doter : « *frontline research* », la recherche à la fois aux avant-postes de la science et au service du combattant du front !

L'ENSEIGNEMENT DE L'INGÉNIERIE SYSTÈME À L'ENSTA

L'ingénierie système s'entend comme une démarche méthodologique coopérative et interdisciplinaire qui englobe l'ensemble des activités adéquates pour concevoir, développer, faire évoluer et vérifier un ensemble de produits, processus et compétences humaines apportant une solution économique et performante aux besoins des parties prenantes et acceptables par tous. Cet ensemble est intégré en un système, dans un contexte de recherche d'équilibre et d'optimisation sur tout son cycle de vie. Cette définition se décline à l'ENSTA sous l'aspect multiphysique et interdisciplinaire, notamment dans ses domaines d'excellence que sont l'énergie, les transports et le secteur de la défense.



par **Isabelle Tanchou**,
ICA

**DIRECTRICE DE LA
FORMATION ET DE LA
RECHERCHE DE L'ENSTA
PARISTECH**

Isabelle Tanchou est diplômée de l'École Polytechnique (1980), de la filière Architecture Navale de l'ENSTA ParisTech (1985) et de l'école des applications militaires de l'énergie atomique (EAMEA) (1986). Elle a travaillé notamment au sein de la DGA dans les domaines naval et nucléaire.

Elle a également eu plusieurs expériences d'enseignement.

Bruno Monsuez,

DIRECTEUR DE L'U2IS

et **Alexandre Chapoulot**,

**UNITÉ D'INFORMATIQUE ET
D'INGÉNIERIE
DES SYSTÈMES**

La définition ci-dessus montre bien qu'enseigner l'ingénierie système à des jeunes élèves sortant des classes préparatoires ne peut pas se faire par des méthodes d'enseignement classiques. Les élèves n'ont pas été confrontés à la réalisation d'objets un tant soit peu complexes. Ils ont été principalement formés à maîtriser des langages, des outils et des concepts essentiellement mathématiques et à les utiliser pour résoudre des problèmes : ainsi les mathématiques servent directement à résoudre des problèmes mathématiques, mais aussi des problèmes de physique, de mécanique, de chimie. L'enseignement des concepts et des méthodologies en ingénierie système nécessite d'en démontrer la pertinence et l'utilité pour rencontrer l'adhésion des élèves. De plus, les élèves sont habitués à ce qu'un formalisme scientifique sous-tende les concepts exposés et autorise leur mise en œuvre. Enfin, même si un grand effort de normalisation et de définition des termes de l'ingénierie système a eu lieu, des différences de sémantique peuvent apparaître dans les discours des enseignants, ce qui peut perturber les élèves, habitués à ce qu'un terme désigne une notion de manière non ambiguë. La formation initiale en ingénierie système à l'ENSTA ParisTech poursuit donc deux objectifs : faire prendre conscience de l'importance de la « dimension système » des projets industriels actuels en apportant les concepts et méthodes essentiels de l'ingénierie système, tout en formant à un métier garant de l'employabilité des jeunes diplômés.

La formation initiale dans le cycle ingénieur

De cet ensemble de constatations, nous avons, à l'ENSTA ParisTech, introduit au sein de la formation des élèves ingénieurs un programme de



formation en ingénierie système. Ce programme se décompose en trois étapes : une première étape de sensibilisation, une seconde étape d'introduction et enfin une dernière étape d'approfondissement.

L'objectif de la première étape est d'immerger les étudiants dans les problématiques de conception et de réalisation, par une équipe, d'un « système », en l'occurrence un robot, à partir d'un cahier des charges donné, dans un temps contraint. Cette activité assez ludique est concentrée sur une période courte, une semaine, dédiée intégralement à cette réalisation. Une analyse des résultats et des problèmes rencontrés permet aux élèves d'appréhender les problèmes de spécification des exigences de raffinement, de tenue des performances, de fiabilité ainsi que l'importance du cycle d'intégration et de validation. C'est uniquement après cette première étape qu'il est possible d'introduire les notions fondamentales de l'ingénierie système, comme par exemple le cycle de vie et les processus de conception et d'intégration, ce qui est fait durant les cours de seconde année.

L'objectif de la troisième année est de prodiguer à l'ensemble de nos élèves un approfondissement en ingénierie système. Pour les élèves souhaitant se spécialiser en ingénierie système, il est proposée une filière « Cyber-Physical Systems » dans

le cadre d'un parcours du Master COMASIC, décrit plus loin, porté par la chaire d'enseignement et de recherche d'ingénierie des systèmes complexes en partenariat, du côté des industriels avec Dassault-Aviation, DCNS, la direction générale de l'armement (DGA) et Thales et, du côté des institutions académiques, avec l'École polytechnique et Télécom ParisTech. Cette filière deviendra un parcours du futur Master Mention « Ingénierie des systèmes complexes » de l'Université Paris Saclay. Pour les élèves souhaitant se spécialiser dans un domaine spécifique, l'objectif est que ces élèves suivent un ensemble de cours en « Ingénierie système » mais tenant compte des spécificités de leur futur domaine d'expertise. De tels cours sont déjà proposés pour les élèves suivant la filière « Système de transport maritime » ou en « Robotique et Systèmes embarqués », ou encore dans la filière « électro-nucléaire », dont l'ENSTA assure la codirection. Cette approche sera généralisée à l'ensemble des filières dès l'année prochaine.

La formation initiale en master

L'ENSTA ParisTech est un acteur actif dans la construction de l'université Paris - Saclay au travers, notamment, de la formation au niveau master (M1 et M2) en lien avec ses formations d'ingénieurs. Grâce à la Chaire Ingénierie des systèmes complexes, le master COMASIC (Conception et Management des Systèmes Informatiques Complexes) est devenu une formation reconnue en ingénierie système. Grâce à la participation de

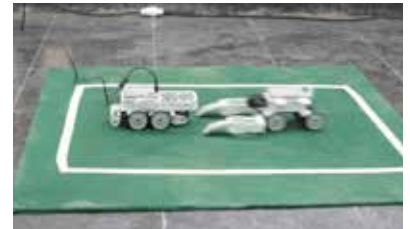
l'ENSTA ParisTech, le master COMASIC, qui s'intéressait principalement aux systèmes à logiciel prépondérant, a récemment évolué en offrant un parcours dédié à la conception des systèmes cyber-physiques, en lien avec la formation d'ingénieur de l'ENSTA ParisTech. Ce parcours permet ainsi d'ajouter une dimension « physique » aux systèmes étudiés, répondant aux problématiques existantes chez les industriels tel que DCNS ou Dassault Aviation.



La semaine système ENSTA en Tunisie

Une réponse adaptée aux préoccupations des industriels

Si les élèves ont parfois du mal à appréhender d'emblée la signification de l'ingénierie système, cela entre beaucoup plus directement dans les préoccupations des ingénieurs en poste, débutants ou confirmés. C'est pour cela que, sous l'impulsion de la DGA notamment, l'école propose pour la quatrième année une formation avancée en ingénierie système, la FAIS, qui accueille aussi bien des ingénieurs de la DGA que des industriels. Cette formule, qui se présente sous la forme de trois modules indépendants de



Programmation de robots selon l'ingénierie des systèmes complexes

respectivement 28, 176 et 28 heures, permet une véritable progressivité et donne lieu à la délivrance d'un diplôme d'établissement.

L'intérêt des industriels pour cette discipline en émergence est patent et il ne se passe pas de semaine sans que l'école soit sollicitée. Bien que cet intérêt ait été exprimé à l'origine par les industriels de la défense, qui ont d'ailleurs constitué une chaire dédiée, le sujet monte en puissance chez d'autres industriels comme AREVA ou Renault. Avec, soulignons-le, des acceptations un peu différentes que l'école doit décliner dans ses domaines d'excellence.

Cette préoccupation constante a tout naturellement un écho dans les activités de recherche de l'école, qui sous-tendent tous les enseignements. Plusieurs travaux de recherche ont été lancés dans l'unité d'enseignement et de recherche d'informatique et d'ingénierie des systèmes, en pointe dans ce domaine : par exemple sur les cadres d'architecture, mais aussi avec la mise au point d'un logiciel, SYNSIS, dédié à l'optimisation multicritères. 🗨️

Le Groupe DANIELSON propose une solution globale et adaptée pour le traitement des obsolescences mécaniques.

L'environnement contraint dans lequel l'industrie de la défense doit désormais évoluer impose une utilisation significativement prolongée des matériels en opération. La crise récente en Europe a eu comme impact non seulement le resserrement drastique des budgets alloués pour le renouvellement des matériels mais aussi une disparition d'une partie du tissu industriel français.

Les responsables du maintien en condition opérationnelle se heurtent à des difficultés croissantes pour trouver une solution simple et adaptée pour le remplacement de tout ou partie d'une fonction. Les sources traditionnelles d'approvisionnement se tarissent, entraînant la nécessité de relancer des outillages complexes et onéreux et souvent inadaptés aux faibles quantités à produire (de l'unité à quelques centaines de pièces).

C'est dans ce contexte que DANIELSON Services, filiale du Groupe DANIELSON, a développé un savoir-faire et une expérience dans le traitement des obsolescences mécaniques, non seulement dans la fourniture de pièces mais aussi dans la recherche de solutions alternatives à la problématique de remplacement de fonction complète tout en préservant le niveau de prestation initiale.

Les applications de DANIELSON Services se prêtent idéalement :

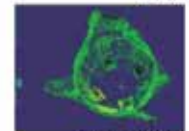
- Aux pièces des moteurs thermiques,
- Aux pièces de fonderie usinées (ex : carters, supports, châssis, ...)
- Aux pièces taillées dans la masse (ex : arbres, pignons, ...)
- Aux ensembles mécano soudés (ex : supports, bâtis, châssis ...)
- Et aux ensembles assemblés fonctionnels associés (ex : réducteurs, haut moteurs, compresseurs, pompes ...)



Contact : Olivier LARGUIER
 Mob : +33 6 84 10 34 22
 Mail : olivier.larguier@danielson-groupe.fr
 Net : www.danielson-groupe.fr
 DANIELSON Services
 Technopole - FS847D - Magny-Cours - France



Analyse



Reverse Engineering



Fabrication



Montage, essais

REVENIR À LA GENÈSE

Cadre d'architecture, optimisation multicritères et simulation multiphysique

Les défis posés par les transports terrestres ne doivent pas être posés de manière fondamentalement différente des transports au sens large. La théorie de la complexité et les tendances émergentes en ingénierie système sont en faveur d'une approche au plus tôt (*early design*), mais dans un cadre intégré.

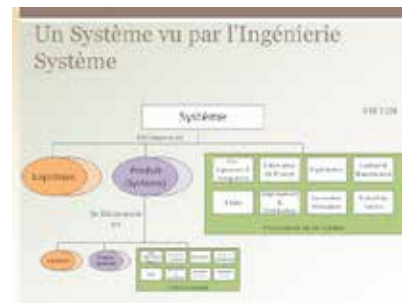
L'analyse de besoin et la conception préliminaire sont fondamentales pour toute opération d'armement menée à la DGA. C'est tout le sujet de l'ingénierie système de phase amont que de proposer les outils et mé-

thodes les plus aptes à mener ces deux processus pour le cas des systèmes les plus complexes. Cette complexité implique de faire appel aux méthodes d'optimisation les plus avancées, tant l'espace des possibles est vaste à explorer. En liant intimement l'expression de besoin et le design des systèmes, le cadre d'architecture de l'OTAN – NAF – permet de décrire cet espace des possibles dans ses dimensions capacitaire, opérationnelle, système.

Rappelons rapidement qu'il faut démarrer par l'expression du besoin capacitaire qui permet de positionner le système d'intérêt dans son système de force, et d'énoncer les capacités qu'il devra fournir. Ces capacités se déclinent ensuite en autant de scénarios opérationnels pour lesquels le système doit déployer chacune de ses capacités. Ces scénarios énumèrent l'ensemble des autres systèmes avec lesquels le système d'intérêt devra être capable de communiquer, et impliquent un ensemble de performances opérationnelles que doit atteindre le système pour fournir effectivement la capacité attendue. Chaque besoin de communiquer avec un système tiers, et chaque performance opérationnelle retenue, impliquent autant d'exigences opérationnelles.

Une fois l'expression de besoin solidement structurée dans le cadre d'architecture NAF, sous forme d'une architecture opérationnelle, et les exigences opérationnelles étant énoncées et priorisées, le travail de conception préliminaire d'une architecture technique, s'appuyant sur les vues systèmes du NAF, peut commencer.

La conception des architectures peut être envisagée comme une succession de choix d'architectures à arrêter ; ces choix s'avérant d'autant plus impactants lorsqu'on travaille dans les phases les plus amont des programmes d'armement. Ces choix se déroulent dans l'ensemble des possibles délimité par les exigences – ou espace de *design*. Dans cet espace de design, les choix d'architectures découlent de l'arbitrage entre les intérêts des diverses parties prenantes. Les pre-



neurs de décision ont donc besoin de visualiser l'ensemble des alternatives qui s'offrent à eux ; on peut naturellement réduire cet ensemble à celui des architectures non dominées – c'est-à-dire qu'aucune autre architecture ne satisfait chacune des exigences opérationnelles mieux qu'elle. C'est là précisément ce qu'on entend par « optimisation multi-objectif de l'architecture ». Une fois cette optimisation réalisée, le choix d'une architecture plutôt qu'une autre résultera toujours d'un compromis, et ce sera aux preneurs de décision de déterminer le meilleur compromis entre les exigences (et donc le niveau auquel les capacités sont fournies).

Cependant, sans connaissance a priori des objectifs ou des variables de conception, réaliser une telle optimisation de manière exacte est trop coûteux vu la taille de nos systèmes d'intérêt, et la réalité des ressources et des délais à notre disposition.

Réaliser l'optimisation exacte n'est cependant ni nécessaire ni souhaitable : le temps limité des preneurs de décision ne permet que de réaliser une quantité limitée de compromis. Il faut donc présenter en priorité les compromis entre les architectures les plus sensiblement différentes en termes de satisfaction des différentes parties prenantes.

Ce qui permet alors de n'exécuter l'algorithme d'optimisation multi-objectif que jusqu'à une certaine précision, ou par exemple d'ignorer certaines branches de l'algorithme qui aboutiraient à des solutions proches en terme d'architecture.



par **Omar Hammami,**

ENSEIGNANT CHERCHEUR À L'ENSTA ParisTech



par **Marc Houllier,**
IA

X2008, termine son projet de recherche dans l'ingénierie système au MIT. Il prendra ses fonctions en septembre 2014 au sein de la DGA.



par **Thomas Rigaut,**
IA


EXPERT MÉTHODES ET OUTILS D'INGÉNIERIE SYSTÈME À DGA INGÉNIERIE DES PROJETS

On a donc les moyens de réduire le coût en ressources et en temps de l'optimisation, au coût d'une baisse de sa précision. Un autre moyen évident est de restreindre l'ensemble des architectures considérées, paramètre contrôlé directement par les concepteurs. Ces concepteurs disposent donc d'un ensemble de compromis possibles entre le coût en temps et ressources, l'étendue des architectures à considérer et la précision des solutions, dépendant notamment de l'algorithme d'optimisation choisi et des fonctions objectif à optimiser.

Cet ensemble de compromis peut être décrit par une relation mathématique, sa connaissance permettant une maîtrise a priori des performances de l'optimisation. L'extraction d'un nombre suffisant de relations croissantes entre les paramètres et le coût de l'algorithme permet d'obtenir une approximation satisfaisante de la relation globale. Les paramètres de ces relations croissantes sont appelés « mesures de complexité ».

Il n'existe pas de mesures de complexité universelles, indépendantes des fonctions objectifs et des contraintes ; il est donc nécessaire de restreindre l'ensemble des fonctions et contraintes pour lesquelles on recherchera des mesures de complexité.

Cette restriction est intrinsèque à l'utilisation par le concepteur d'un cadre d'architecture, le NAF offrant des opportunités pour décomposer le pro-

blème d'architecture sur plusieurs points de vue, et sur plusieurs niveaux. Inversement, l'étude des propriétés du NAF face au problème d'optimisation permet d'évaluer sa pertinence pour la description des systèmes complexes au cours de l'*early design*. 

Référence : O. Hammami, M. Houllier, Rationalizing Approaches to Multi-objective Optimization in Systems Architecture Design, Proceedings of the 8th Annual IEEE International Systems Conference, in Ottawa, 2014.

Le cadre d'architecture NAF, ou NATO Architecture Framework est celui choisi en 2012 par le Ministère de la Défense Français. C'est la norme adoptée par l'OTAN comme cadre de référence pour optimiser les architectures : capacitaires, opérationnelles, systèmes, services technologiques. Le NAF, très proche des autres cadres d'architecture nationaux (DoDAF 2.0 pour les Etats Unis, MoDAF 1.2 pour le Royaume Uni), sert de cadre de référence de description des architectures d'entreprises et systèmes. Il existe des stages de formation pour se familiariser avec ce cadre, notamment avec EUROSAE, société de formation continue de l'ENSTA ParisTech (SY1007).



marrel Ampliroll

Système de transport et de chargement
Load Handling system

**Présent au salon EUROSATORY
Ext. Pe6b - Stand : E 230**

Usine et siège social - plant and head office - Rond-Point Auguste Colonna - B.P. 70056,
42161 Andrézieux-Bouthéon Cedex - France - Site internet : www.marrel.com - e-mail : contact@marrel.com
Standard : +33 (0)4 77 36 28 28 - Fax : +33 (0)4 77 36 29 03

LE « PÈRE DES CHARS » TOUJOURS D'ACTUALITÉ

« Messieurs, la victoire appartiendra dans cette guerre à celui des deux belligérants qui parviendra le premier à placer un canon de 75 sur une voiture capable de se mouvoir en tout terrain ». Par cette remarque visionnaire, le colonel Estienne vient de proposer dès le 25 août 1914 l'une des idées les plus décisives sur l'issue du premier conflit mondial. Elève de la promotion X1880, il choisit l'artillerie et s'intéresse rapidement à l'innovation dans le domaine militaire puisqu'il publie Erreurs d'observation en 1885 qu'il présente devant l'académie des sciences. En parallèle de son rôle d'officier, il travaille sur des outils télémétriques afin d'améliorer la précision des tirs.



Le Général Jean-Baptiste Estienne



par **Benoît Chandesris**,
IA

Benoît Chandesris (X2009, Cambridge), actuellement en stage au 2^{ème} régiment de Dragons-NBC, sera affecté en septembre à DGA Maîtrise NRBC à Vert-Le-Petit

Promotion 2012 des ingénieurs de l'armement (X2009), nous avons choisi pour nom « promotion général Estienne ». Alors qu'est commémoré cette année le centenaire de la première guerre mondiale, cet illustre ancien méritait bien cet hommage, lui qui a tant œuvré à la victoire des Alliés grâce à ses talents de militaire, d'innovateur et à son esprit d'entreprise. D'abord connu pour avoir permis l'apparition des chars en France et leur acceptation par le haut commandement, il fut aussi au cœur des premiers développements de l'aviation militaire.



Un Renault FT17 en train de traverser une tranchée. Source : SHD

Le berceau de l'aviation militaire

En 1909, Louis Blériot réussit à traverser la Manche en avion. Le ministre de la guerre s'intéresse alors aux applications militaires de l'avion, bien plus rapide et autonome que le ballon dirigeable. Le génie, qui travaille depuis longtemps à l'amélioration des dirigeables, tergiverse et c'est finalement à l'artillerie qu'est confié le soin de mettre en place une aviation militaire. Déjà reconnu par ses pairs pour ses qualités d'officier et d'ingénieur, Estienne est nommé commandant du nouveau centre d'aviation qui se construit à Vincennes. Il y déploie ses talents d'innovateur et d'entrepreneur. Rapidement, les premiers avions sont livrés (deux Wright biplans, deux Farman biplans et un Blériot monoplan dans un premier temps). En juin 1910, le lieutenant Féquant, en

compagnie du capitaine Marconnet, tous deux employés par le centre de Vincennes, battent le record du monde de distance parcourue en avion avec passagers... en reliant Mourmelon à Vincennes. Lors de ce vol, les premières photos aériennes sont prises, préfigurant l'utilisation de l'aviation à des fins de renseignement. Les recherches du centre se concentrent sur le développement de matériel de navigation, ainsi que sur l'intégration d'armement et de bombes à bord. Quand, au commencement de la première guerre mondiale, le colonel Estienne prend le commandement d'un régiment d'artillerie, il n'oublie pas les avions expérimentaux d'artillerie de Vincennes. L'aviation fait des miracles au combat, en décelant les manœuvres ennemies et en permettant un ajustement des tirs d'artillerie.

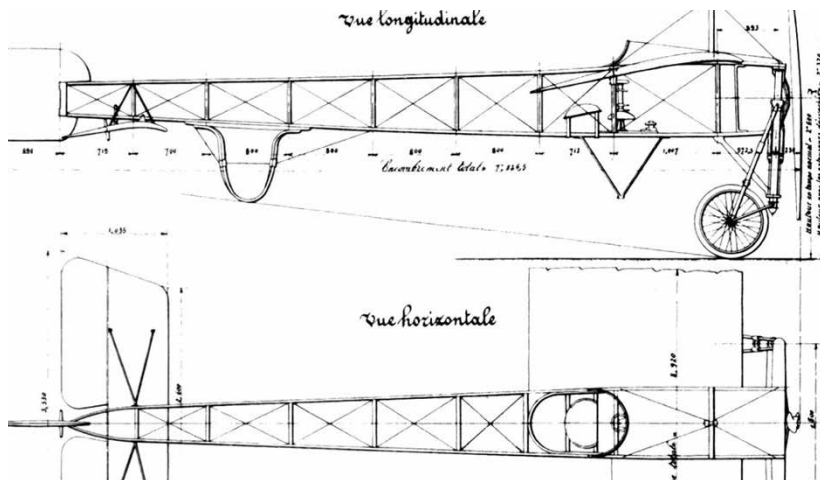


Schéma du Blériot XI, l'un des tout premiers avions militaires, mais aussi celui qui permit la première traversée de la Manche en 1909.

« Le père des chars »

En août 1914, l'armée française est surprise par la rapidité de l'avancée allemande. Lors de la bataille de Charleroi ce même mois, si l'artillerie que le colonel Estienne commande se montre efficace, les pertes dans l'infanterie sont conséquentes. Bel exemple de défi pour l'ingénieur de l'armement d'aujourd'hui, Estienne cherche dès lors à résoudre une équation compliquée : comment trouver une solution technique, dans un temps très restreint et avec des moyens limités, afin de reprendre l'avantage tactique et de sauver des vies ? Il propose alors l'idée de monter un canon sur un véhicule. Après avoir pris connaissance de l'idée de Breton et de Brillié, respectivement parlementaire et ingénieur chez Schneider, de doter la France de véhicules capables d'ouvrir des itinéraires sur le terrain, il s'associe au projet et va devenir son principal défenseur. Un véhicule blindé, capable de traverser les lignes barbelées ou les tranchées et de détruire les mitrailleuses adverses, voilà l'intuition d'Estienne pour reprendre l'avantage en termes de mobilité dans un conflit qui s'enterre dans les tranchées.

« Réaliser, c'est se résigner délibérément à faire œuvre imparfaite »

Telle est la devise d'Estienne. Dans le contexte de la guerre, il s'agit d'aller vite. Face à l'indifférence des chefs militaires, il n'hésite pas à court-circuiter la hiérarchie et adresse un courrier personnel au général Joffre. Il rencontre enfin le haut commandement en

décembre 1915. Dans le même temps, il se rapproche de Louis Renault qui refuse pourtant de construire des chars légers à cause d'une saturation des moyens de production du fait de la fabrication de munitions. Fin janvier 1916, la société Schneider propose un premier prototype inspiré des tracteurs agricoles à chenilles utilisés pour déplacer les pièces d'artillerie. Cependant, des divergences au sein de l'administration mettent en piste un autre industriel ; deux chars, le Schneider et le Saint Chamond, seront ainsi produits chacun en 400 exemplaires. De même, la production de pièces détachées est négligée. Le ministère de l'armement s'emploie seulement à faire livrer les chars dans les délais sans saisir les enjeux naissants du nouveau combat mécanisé. Cela aura des conséquences dramatiques sur le taux de disponibilité des chars par la suite. En septembre de la même année, le général Estienne prend la tête de l'artillerie d'assaut (ou artillerie spéciale, AS) qui rassemble l'ensemble des unités blindées ; à la fin du conflit, celle-ci ne comptera pas moins de 20 000 hommes. Rapidement, l'idée d'un char plus léger apparaît et, en novembre 1916, un prototype proposé par Renault est prêt : le FT 17. Les principales caractéristiques du char

moderne y sont regroupées : tourelle avec armement (mitrailleuse ou canon de 37 mm pour le FT 17) à l'avant et moteur à l'arrière. Léger (6,5 tonnes), il peut être transporté par camion, contrairement au Schneider et au Saint Chamond. En septembre 1917, 3000 engins sont commandés. Une compagnie d'instruction sur chars à peine achevés est créée deux mois plus tard afin de pointer les dysfonctionnements et de procéder aux ajustements nécessaires lors de la production. Ces évolutions font passer le taux de destruction à un char pour huit engagés (contre un pour trois pour les chars moyens). Grâce à l'expérience opérationnelle, les chars sont utilisés en meilleure coordination avec l'infanterie. Ils joueront ainsi un rôle déterminant dans la victoire des Alliés en permettant de revenir à une guerre de mouvement.

De l'art du pragmatisme

Il y a un siècle déjà, le général Estienne a donc été confronté à des problématiques que l'on retrouve actuellement : réflexion tactique sur l'utilisation de nouveaux matériels, retour d'expérience sur préséries pour repérer les défauts de conception (FT 17), questions de maintien en condition opérationnelle de matériels alors qu'il y a pénurie de pièces détachées, etc. Sur-tout, il a apporté une synthèse ingénieuse à l'opposition classique entre cuirasse et boulet de canon, en y adjoignant le mouvement. Par ses réflexions toujours actuelles, cet officier visionnaire et innovant représente donc un bel exemple pour notre jeune promotion. 🐞



La promotion des IA Général Estienne

Principales caractéristiques des premiers chars français :

	Schneider	Saint Chamond	Renault FT 17
Poids (t)	13,5	24	6,7
L x l x H (m)	6 x 2 x 2,4	7,9 x 2,7 x 2,4	5,0 x 1,7 x 2,1
Puissance massique (CV/t)	5,2	3,8	5,8
Vitesse maximale (km/h)	6	10	7
Tranchée franchissable (m)	1,50	1,80	1,35

CMI Defence France

NOUVEL INDUSTRIEL DE L'ARMEMENT FRANÇAIS

CMI, le groupe belge d'envergure internationale qui conçoit et produit les tourelles de la marque Cockerill, vient de créer une filiale 100% française. Explications avec son directeur Bernard Clermont.



CMI Defence France a vu le jour en 2011, pourquoi ?

Aujourd'hui, CMI est dans une phase charnière : si la tête du groupe est belge, il faut bien reconnaître qu'une grande part de nos effectifs sont français et travaillent en France. D'ailleurs ces derniers participent depuis de nombreuses années à la réalisation des tourelles Cockerill sur le marché. La société française a donc vocation à renforcer les nombreux partenariats déjà existants avec les industriels de défense français. Capitalisant sur notre culture de l'innovation et notre capacité à la concrétiser sur nos équipements, nous avons d'ailleurs choisi de conserver l'identité et le nom du groupe CMI.

L'entreprise française a-t-elle des projets spécifiques ?

Oui. Au sein de CMI Defence France, nous sommes particulièrement impliqués dans le développement d'un engin qui suscite beaucoup d'intérêt : la tourelle téléopérée. Elle est

conçue pour recevoir toute une gamme d'armes de moyens calibres.

Nous sommes également très impliqués dans la simulation embarquée, solution unique au monde, qui répond aux réels besoins de formation et de préparation opérationnelle des équipages. À ce titre, nous développons également des solutions de modélisation appliquées aux outils d'aide à la décision. Depuis novembre 2013, CMI Defence France a inauguré ses nouvelles installations en région parisienne sur le campus Ter@tec. Il s'agit du pôle européen de compétence en simulation numérique haute performance, voisin du CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives).

Quels sont les enjeux liés à la simulation embarquée ?

La simulation embarquée permet de prendre part à des exercices d'entraînements collaboratifs, besoins plus que jamais nécessaires au sein des forces armées en phase de préparation à un déploiement et pendant toutes opérations. Nous avons récemment participé au forum de la simulation organisé aux Écoles Militaires de Saumur et démontrons à Eurosatory un programme de simulation appelé Vulcain. Il s'agissait d'expériences inédites pour l'état major des armées françaises qui a salué l'adéquation de ces systèmes aux enjeux liés au programme Scorpion. ■

“ Nous avons vocation à renforcer les nombreux partenariats avec les industriels français ”

Indépendant de tout « véhiculier », CMI Defence est concepteur et intégrateur de systèmes tourelle-canon de 20 à 120 mm. CMI est leader technologique dans les systèmes d'armes multifonctionnelles de forte puissance pour véhicules blindés de poids léger et moyen.



Interface Concept, spécialiste de l'électronique embarquée,

conçoit, fabrique et commercialise depuis 1987 des équipements pour les domaines de la défense et de l'aéronautique. Cette gamme de produits s'est enrichie de cartes destinées aux applications de calcul intensif (radar, sonar, guerre électronique, contre-mesures, optronique...), marchés sur lesquels IC se positionne comme un acteur international reconnu.

A partir d'une gamme de produits COTS étudiés pour intégrer et optimiser les dernières innovations technologiques :

- Cartes processeurs (Intel® / Freescale™), FPGA (Xilinx®) et graphiques (AMD) (gamme **Premium**),
- Commutateurs Ethernet et Routeurs IP (gamme **ComEth**), et
- Plates-formes de communication (gamme **Lines**).



IC peut fournir l'ensemble des briques constituantes de systèmes de guerre électronique, de radars et sonars, de traitement d'images ou encore de réseaux de communications IP sécurisés.

Pour l'aéronautique civile, **IC** a développé les cœurs électroniques du système d'information d'un avion de ligne. Dans l'industrie, **IC** apporte

aujourd'hui ses modules permettant le contrôle d'accélérateurs de physique des hautes énergies ou le contrôle des stations en courant continu haute tension (HVDC).

Des briques technologiques maîtrisées...

IC a fait le choix de systématiquement maîtriser entièrement toutes les briques technologiques constituant son offre produit. Conception, schémas, routage, développement des firmwares, BSP et drivers spécifiques, mais encore les « exemple designs » sur FPGA, le logiciel de management de ses commutateurs Ethernet et routeurs IP : tout est développé en interne par une équipe d'ingénieurs qui apporte ensuite le support de haut niveau attendu sur ces technologies.

Cette stratégie, qui optimise les temps de développement, apporte aussi une maîtrise déterminante pour fournir des produits adaptés aux exigences de Cyberdéfense (Boot loader sécurisés, commutateur de confiance...).

Une R&D financée par des ventes mondiales...

Une culture d'entreprise tournée vers l'export (plus de 60% du CA) permet à **IC**, à travers un réseau fidèle de partenaires distributeurs et intégrateurs, de compter parmi ses clients les leaders mondiaux du secteur de la défense, tant en Europe qu'aux USA, en Asie (Inde, Corée, Singapour) et en Australie.

Co-innovation / partenariats...

Plus qu'un fournisseur, **IC** est aujourd'hui un partenaire de co-innovation avec ses clients majeurs.

Les compétences et la créativité d'**IC** associées aux connaissances métiers d'un grand équipementier de la défense ont ainsi permis le développement des calculateurs VPX adap-



tés aux nouvelles architectures systèmes pour la guerre électronique et les traitements radar. Impliqué dans le consortium CORAC, **IC** prépare également avec des partenaires du programme, des modules électroniques de l'avion du futur.

Ces exemples démontrent qu'une PME peut apporter rapidement des solutions innovantes à des équipementiers leader, leur permettant ainsi de se positionner très favorablement en termes de temps de mise sur le marché et de performance par rapport à la concurrence.



Le mot du président



par
Philippe Roger,
IGA
Président de la CAIA

Chers Camarades,

C'est encore moi. L'AG a élu un Conseil introuvable qui m'a encore réélu. Mais, rassurez-vous, dans moins d'un an, c'est la fin du quinquennat caïaque.

En attendant la quille, j'écris... J'ai deux sujets en ce jour d'élection européenne : un franc sujet de rigolade, la largeur des trains, et un profond sujet de découragement, l'Europe de la Défense.

Et je pourrais permuter les étiquettes.

« Mind the gap ! » nous dit-on à chaque arrêt du Tube à Londres, et cela nous fait sourire de ces fieffés Anglo-Saxons, toujours préoccupés de protéger leurs arrières juridiques.

« Mind the sparks ! » va-t-on entendre bientôt à l'arrivée des TER dans nos gares, quand du moins ils ne se seront pas coincés à l'entrée, et cela fait plutôt pleurer sur les Français.

Cent ans de travail technique et de concentration des exploitants, pour définir et vérifier des interfaces, sous une autorité technique unique, et avoir des trains qui arrivent à l'heure. Vingt ans de décentralisation, vingt ans de diktats des autorités européennes de la concurrence séparant le réseau et l'exploitation, et voilà où on en est... Quel pouvoir reste-t-il aux ingénieurs dans ce secteur ? On se le demande.

Laissons pour l'instant cette question à nos camarades des Ponts, en espérant que les naïades, dryades et déesses des Eaux, des Forêts et des Energies Intermittentes ne leur prennent pas tout leur temps.

Tiens, à propos d'énergies intermittentes – un sujet où, pour une fois, c'est surtout l'Allemagne qui prête à rire – pourquoi n'a-t-on pas un grand ministère des Vents et des Marées ? Qui serait contre ?

Mais je divague. Revenons à nos moutons, parmi lesquels se trouve mon deuxième sujet du jour, l'Europe de la Défense.

L'Europe de la Défense, c'est comme les TER français. En pire. Et, là, c'est nous qui sommes concernés.

Je n'irai pas jouer la mouche dans le chemin montant, sablonneux, malaisé, et de tous les côtés au soleil exposé, où nos camarades officiers des Armes tirent le coche des opérations et des organisations militaires européennes, et je me concentrerai sur l'armement, notre affaire.

Deux mille ans d'efforts des Italiens depuis Rome, mille ans au moins d'efforts des Français, sans compter ceux des Germains, Ibères, Angles, et autres Pictes, ont créé en Europe des systèmes nationaux d'armement qui faisaient leur office, dans le cadre de politiques de défense et de politiques industrielles optimisées sur une base nationale pour assurer l'indépendance nationale.

De même que, pour les trains, les optimisations sont meilleures au niveau national qu'au niveau régional, et, pour certaines, meilleures au niveau européen qu'au niveau national, l'armement de la France, dont nous sommes chargés, bénéficierait d'optimisations européennes dans certains secteurs. Il est en outre dans notre mission de réfléchir à ce que serait l'organisation d'armement de l'Europe si elle était une entité politique ayant volonté d'indépendance, politique de défense et politique industrielle. Mais cela ressemble à un exercice de poésie pure, tant la bataille que de (courageux) fédéralistes mènent pour une Europe politique est mal engagée, et, pour beaucoup, perdue.

De Bruxelles, morne plaine, aucun Grouchy de la Direction des Entreprises ne vient au secours des fédéralistes, car l'idée de l'indépendance européenne n'y a aucune existence. Pire encore, les Blücher de la direction du Marché intérieur s'attaquent aux systèmes nationaux d'armement qui ont fait leurs preuves, au nom d'une idéologie de la concurrence inadaptée au domaine qui est le nôtre. Les fédéralistes en sont décrédibilisés, mais, surtout, nos systèmes d'armement commencent à en être ébranlés.

Concurrence ou indépendance, il faut choisir. Or Bruxelles a choisi la concurrence seule.

Si les gouvernements étaient près d'un consensus sur ce que serait l'indépendance européenne, cette anomalie ne serait que transitoire, puisqu'ils feraient adopter un autre paradigme à la Commission. Or ils sont très loin de ce consensus.

Il faut donc, à mon sens, limiter rapidement l'effet des attaques bruxelloises sur les mécanismes d'armement nationaux, attaques dont l'effet sera une américanisation complète de l'armement européen, bien avant que le processus d'unification européenne ait abouti, s'il doit aboutir, et nous permette de mourir guéris.

J'ajouterais volontiers : concurrence ou bon fonctionnement, il faut choisir. A l'exemple des TER on peut ajouter celui du système que constituaient le FAMAS et ses munitions.

Mais me voilà dans le tract ! J'aurais dû présenter une 32ème liste aux élections européennes... Trop tard !

A la place, la CAIA se lance, à travers notre fédération européenne EDTA, dans un travail de plusieurs mois, mené avec l'ONG Eurodéfense, pour porter à Bruxelles des idées sur ce que serait une politique européenne d'armement si on voulait respecter les lois de la physique et les « business models » qui en découlent, et s'il y avait une Europe de la Défense...

J'en profite pour vous renouveler ma suggestion, pour vous intéresser aux bienfaits, ou aux méfaits, de l'Europe dans notre domaine, d'adhérer à Eurodéfense - France. Et que cela ne vous dispense pas, si vous êtes retardataires, de payer votre cotisation à la CAIA ! Vous avez sur le site caia.net tout ce qu'il faut pour ce faire.

Pendant ce temps, les travaux de la CAIA continuent. Vous avez entendu à l'AG, ou vous lirez dans quelques temps sur le site, un point d'étape du groupe de Jean-François Pacault sur les compétences des IA, complété d'un exposé de la DGA sur sa politique de filières professionnelles ; il n'est pas trop tard pour contribuer à ces travaux, qu'on se le dise !

Une synthèse par Patrick Gerlier de vos réactions sur l'affaire X - ENSTA va également être mise en ligne. Notez que, si nous travaillons ce sujet avec la FGCTE en tant que CAIA, ceux d'entre nous qui sont anciens de l'X peuvent se faire entendre à travers l'AX.

Et, justement, voici qu'ils viennent de recevoir des bulletins de vote pour le renouvellement du Conseil de cette association : il y a neuf candidats, parmi lesquels quatre IA, soient notre trésorière Julie Morvant et trois moindres seigneurs, et il n'y a que huit postes. Je ne vous en dis pas plus !

Ayant parlé des élections à la CAIA, à Strasbourg, et à l'AX, il me reste à vous rappeler que pour votre soirée du 10 octobre, vous élirez domicile au Grand Hôtel pour le Gala de la CAIA, et que vous trouverez dans le rapport moral, sur le site, mon plaidoyer pour le maintien du dit Gala. Plus les (excellentes) raisons d'y venir sans craindre de vous y embêter, ou d'y perdre votre vertu ou celle, pourtant inoxydable, de la DGA.

J'en paraphrase quand même ici la péroraison : si les IA en service ont peur de leur ombre juridique au point de snober les IA qui travaillent dans l'industrie à l'armement de la France, le Gala suivant se tiendra au Mc.Do au profit de l'Association Pharisienne des Puritains d'Outre-Atlantique.

Très amicalement. 🐼
Philippe Roger



TRONICS' HIGH PERFORMANCE MEMS GYRO GYPRO2300

- 24-bit output MEMS Gyro
- Bias Instability 1°/h
- Bias variation 20°/h (1σ) over [-40/+85°C]
- ARW 0.1°/√h



www.tronicsgroup.com

tronics 

GALA DE L'ARMEMENT 2014

Rendez-vous pour tous le 10 octobre 2014 !



Le salon Opéra de l'Hôtel InterContinental Paris Le Grand pendant le dîner du Gala 2013



par
Frédéric Guir,
ICA
Vice-président Gala

Comme chaque année, la CAIA vous invite à participer au prochain Gala de l'armement qui se tiendra le vendredi 10 octobre 2014 dans les salons de l'Hôtel Intercontinental Paris Le Grand. Cette manifestation organisée au bénéfice de la caisse de secours de la CAIA réunit la communauté des ingénieurs de l'armement et de tous ceux qui œuvrent tant dans la défense nationale que dans les autres domaines où le corps rayonne.

Lors de la précédente édition, notre camarade Laurent Collet-Billon, Délégué général pour l'armement, nous a fait l'honneur de sa présence aux côtés de notre président Philippe Roger, de l'Amiral Edouard Guillaud et de nombreux dirigeants d'entreprises.

Pour 2014, nous comptons tout particulièrement sur votre présence pour renforcer les liens intersectoriels au sein de notre amicale. Tout d'abord, nous nous adressons aux ingénieurs de l'armement en poste à la DGA pour qu'ils viennent rehausser l'éclat de cette soirée de gala, qu'ils soient invités par un industriel ou qu'ils souhaitent participer à titre individuel. Nous n'oublions pas non plus tous les ingénieurs de l'armement qui travaillent dans les autres secteurs d'activité, et pour ceux qui dirigent des entreprises, nous les engageons à contribuer au succès de cette soirée en y réservant une table.

Je souhaiterais que chacun se mobilise pour la réussite de notre gala, soit en acceptant d'y participer en honorant l'invitation qu'il aura reçue, soit en réunissant des camarades pour savourer ensemble ce grand moment de convivialité.

Je compte sur vous !

Pour mémoire les photos de cette soirée sont disponibles à l'adresse suivante :
www.allophoto.fr/galart/index.html



L'Ingénieur Général Laurent Collet-Billon et l'Ingénieur Général Yves Gleizes et son épouse pendant le cocktail du Gala 2013

information et réservation :
gala@caia.net - tél. : 01 56 81 16 93



SEA THE FUTURE®

DCNS

Le 21^e siècle sera maritime

DCNS est convaincu que la mer est l'avenir de la planète. Le Groupe invente des solutions de haute technologie pour la sécuriser et la valoriser durablement. DCNS est un leader mondial du naval de défense et un innovateur dans l'énergie. Entreprise de haute technologie et d'envergure internationale, DCNS répond aux besoins de ses clients grâce à ses savoir-faire exceptionnels et ses moyens industriels uniques. Le Groupe conçoit, réalise et maintient en service des sous-marins et des navires de surface. Il fournit également des services pour les chantiers et bases navals. Enfin, DCNS propose un large panel de solutions dans l'énergie nucléaire civile et les énergies marines renouvelables.

Pour en savoir plus, connectez vous sur
www.dcnsgroup.com

et retrouvez nous sur



blooplanet

le réseau social de la mer

Rendez-vous sur www.BlooPlanet.com
pour que ce soit tous les jours la fête des mers.

Join us on www.BlooPlanet.com
It's time for a sea change in your social networking.

www.dcnsgroup.com

DES NOUVELLES DES JEUNES

Le recrutement du corps de l'armement pour la promotion X 2011 s'est achevé courant mai avec 18 nouveaux jeunes Ingénieurs de l'armement sur un total de 18 places offertes. Deux thèses sont prévues, l'une en décontamination, l'autre en cryptographie. Trois jeunes effectueront un master à l'étranger, dans une spécialité aéronautique. C'est d'ailleurs la couleur dominante de cette promotion, qui comptera en outre 8 cursus à l'ISAE. La cyberdéfense a également une bonne part puisqu'en plus du doctorant, quatre élèves suivront leur scolarité à Telecom ParisTech. Signalons enfin que la promotion 2014 comptera six jeunes femmes dans ses rangs.

Bienvenue donc à : Mathieu XEMARD, Lucie REYMONDET, Lauriane BARTHELEMY, Laure SAINFORT, Isaure DE BROGLIE, Jonathan LARDY, Bertrand PILOIX, Antoine DALLON, Florian ROUZIES, Toan NHAM, Quentin LEONE, Benoît DE LAITRE, Ming LONG, Guillaume BECHON, Chloé MACUR, Nicolas VONS, Nathalie LEREAU, Alexandre BUTTERLIN



De gauche à droite : Isabelle Badrinath (ENSTA), Raphael Bost, Sandra Campo (CGARM), Johan Pelzer, Benoît Chandèsris, Stéphane Bernard, Patrick Quach, Rémi Parize, Marc Houllier, Vincent Dervieux, Simon Alcayna, Jérôme de Dinechin (CGARM), Claire Penchenat (DGA), Antoine Bisson.

La promo FAMIA 2014 en visite à Brest avec ses accompagnateurs et accompagnatrices.



Un SNLE en IPER au bassin 8» (crédit photo DGA)

La **FAMIA** : La promotion X 2009 est sur les rangs. Les jeunes IA prendront pour la plupart leur premier poste en septembre prochain. Afin de les y préparer au mieux, les derniers mois ont vu s'enchaîner la FAMIA, formation administrative et militaire des Ingénieurs de l'Armement, puis un stage opérationnel dans les forces armées.

La FAMIA de 2014 s'est ainsi déroulée de janvier à mars, dans les locaux de l'ENSTA ParisTech, mais aussi sur le terrain lors de visites à Bordeaux, Brest, Bruz, Roanne, Bruxelles, ..., organisées par les élèves. La visite du Triomphant, toutes brèches ouvertes au bassin 8 a été particulièrement marquante. « Là, on comprend ce que veut dire système complexe » a-t-on entendu.

Particularité de cette année 2014, le stage opérationnel sera suivi en juillet par un embarquement sur le Mistral dans

le cadre de la mission Jeanne d'Arc avec les jeunes officiers de l'Ecole Navale et d'autres corps militaires. Merci à la Marine Nationale d'accueillir les jeunes IA, et bon vent !

JDD

Détecter la menace est chez nous un instinct



Systèmes



Munitions



Equipements

La détruire dans l'instant est désormais notre force

Imprévisibles et sournois, les dangers qui nous menacent sont en constante mutation. Dans cet environnement hostile, la puissance de feu n'est plus une marque d'invincibilité. Il faut désormais pouvoir répondre vite, avec la précision maximum, à l'aide de moyens appropriés à la menace.

C'est la raison pour laquelle Nexter conçoit des solutions à la fois innovantes et dotées d'un fort potentiel d'adaptabilité, autour d'équipements et de systèmes d'armes et d'un vaste catalogue de munitions.

Au-delà de l'efficacité reconnue de ses produits au service des forces armées, Nexter est fortement mobilisé afin de fournir des réponses offrant une protection maximum à la personne comme à son environnement. Un engagement gagnant pour les hommes, leur mission, leur planète.

nexter

MES COLLABORATEURS SONT NULS ... ET SI J'EN ÉTAIS RESPONSABLE!



par
Jérôme de Dinechin, ICA
Responsable de la
Section Carrières du
CGARM, et coach

On pense souvent que nos collaborateurs ne sont pas à la hauteur de ce qu'on attend d'eux. On aimerait pouvoir se démultiplier pour faire soi-même le job. Comment dès lors travailler au mieux avec des personnes qu'on n'a pas choisies ? Peut-être en s'appuyant sur leurs différences !

A tous les étages de l'entreprise, les hommes travaillent ensemble, au service d'une cause commune. En parallèle, chacun optimise son parcours de vie en fonction des règles qui s'imposent à lui et de ses objectifs : sens, ambition, bien-être, argent. Parmi les règles, on trouve l'organisation, que nous résumerons en une relation patron – collaborateurs, codifiée par des fiches de postes. C'est aussi et surtout une relation humaine.

Prenons l'hypothèse que chacun essaye de bien faire, avec intelligence. La vie en entreprise est évidemment complexe. Travailler en équipe signifie un temps incompressible perdu en coordination, management, explications. Cela génère des incompréhensions, des vécus difficiles. Des erreurs apparaissent, par exemple d'appréciation, de rédaction, de comportement... J'ai en mémoire des envois de documents par mail, irréversibles et dramatiques, mettant même en péril le projet ou l'entreprise. Ces cas sont bien sûr pénalisants. Il « faut » réagir !

Le Pompier pyromane

Le pompier pyromane s'organise pour être l'homme indispensable qui éteint le feu. Il trouve son adrénaline à agir dans l'urgence. Il est d'ailleurs très efficace. Mais si tout est calme, il va créer du risque ou de la crise, pour pouvoir remonter sur l'échelle et éteindre l'incendie ! Un profil « promoteur » en scénario d'échec ?

Ecartons d'emblée le cas du patron « pompier pyromane », qui se nourrit de ce type d'erreur pour se valoriser.

Certains collaborateurs n'ont vraiment pas les qualités nécessaires au poste qu'ils occupent et il est bon qu'ils changent. Au pays de Descartes, c'est logique. Mais si la dimension relationnelle est absente, comment le faire partager ? Souvent, la logique cède le pas au conflit sous toutes ses formes, et on ne compte ainsi plus les témoignages de mise à l'écart, de harcèlement ou de burn out.

Pour ceux qui ont les compétences nécessaires, comment se passe l'adaptation ?

Le cadre organisationnel étant posé, il existe aussi un cadre subjectif lié à la culture d'entreprise, par exemple des croyances comme « de toutes façons, ici, on est toujours... » ou « c'est ceux qui ne font rien qui montent... », qui modèlent une partie du comportement, et renforcent ou fragilisent la confiance.

Puis, il y a ce que demande le patron selon ses habitudes : partage d'information et de décision,

Le risque nous fait grandir, la panique rétrécir



Scénarios d'échec et Process Com

Dans le modèle de la Process Com®, on identifie six types de caractères, que chacun possède plus ou moins, avec une importance particulière pour deux périodes de la vie. On a ainsi un « type de base » lié à son enfance, et un « type de phase » lié à la période présente. Sous stress, on redescend dans le scénario d'échec de sa phase, puis de sa base.

- L'**empathique** se suradapte et perd toute intelligence
- Le **travailomane** devient « micromanager pointilleux »
- Le **persévérant** se comporte en petit caporal
- Le **rêveur** se renferme et devient imperméable à tout élément externe
- Le **rebelle** s'amuse de la situation et accuse les autres
- Le **promoteur** se défause et n'apporte aucun soutien

degré d'exigence, niveau de délégation, habitude de concertation.

Comme pour la culture d'entreprise, chacun est attentif à ce que dégage le chef. Ce n'est pas un hasard si on parle beaucoup de lui devant la machine à café. Le chef est craint, admiré, dénigré. Il est très souvent imité !

Curieusement, une partie de ces attentes est imaginaire. Le chef serait bien surpris s'il se rendait compte de ce que ses collaborateurs pensent qu'il attend d'eux.

Inversement, certains patrons croient que leurs collaborateurs devraient deviner leurs attentes sans avoir besoin de les expliquer : « Avec untel, cela se passe bien et naturellement et sans effort, mais avec tel autre, il faut que je lui explique à chaque fois, ce n'est plus possible ». Alors, on va écarter un collaborateur en raison d'un trait de caractère sans lien direct avec son efficacité professionnelle.

Pour se modeler aux désirs explicites ou supposés du chef, les collaborateurs se hasardent parfois dans une zone personnelle de risque. Cela fait grandir si cela se passe bien, mais s'ils abordent la zone de panique, ils peuvent entrer dans un scénario d'échec. Ils deviennent alors « nuls ». Ainsi, un collaborateur particulièrement « stupide » est-il peut-être tout simplement un empathique qui n'a

pas sa dose de contact humain. Pour en avoir, il va chercher inconsciemment le blâme, dans une forme pervertie de relation...

Finalement, que ce soit en raison d'un environnement de travail inadapté, de règles du jeu destructrices de confiance ou d'un stress mal géré, il ne reste bientôt dans l'entourage actif du patron que les personnes « chef-compatibles ». Cela prive l'équipe de compétences précieuses, car épa-nouies, diversifiées et complémentaires.

Heureusement, il est possible d'éviter un tel schéma. Cela commence par une posture bienveillante vis-à-vis des personnes. Tant que l'on considère un collaborateur comme un objet, qui doit produire, ne pas gêner ou être éliminé, il n'est pas possible de construire une relation saine et robuste aux inévitables incidents de parcours.

D'abord, que se passe-t-il en nous vis-à-vis de nos proches ? Suis-je dans le jugement affirmé, dans la colère, dans la peur ? Ou est-ce que je ne ressens rien, mon émotion étant masquée ? On peut essayer d'observer la situation comme si on était à l'extérieur en éliminant a priori tout jugement.

En effet, même si en amont, je peux imaginer comment cela pourrait se passer, une fois dans l'action, cela va trop vite. Par chance, nous avons un indicateur instantané de notre tension relationnelle. Ce sont des signes physiques : l'un serre les dents, l'autre perd le contact visuel, tel a la gorge sèche, tel autre bloque ses épaules. Chacun peut apprendre à connaître les siens, et lorsqu'ils apparaissent, utiliser l'extincteur.

De la sorte, on peut restaurer sur le fond une relation bienveillante alors même qu'elle était mal engagée. C'est une grande joie lorsque cela se produit, c'est encore plus heureux lorsqu'on en est l'artisan.

Pour affiner notre profil de patron, nous pouvons aussi nous améliorer sur un plan plus technique. Les profils de caractères ont tous plus ou moins une langue privilégiée, un canal de communication ouvert : le canal directif, pour donner des consignes et des ordres ; le canal interrogatif – informatif pour échanger sur le plan rationnel, avec toutes les précautions que cela impose car nous ne sommes jamais 100%

Les langues de chaque type de caractère selon la Process Com

Type	A utiliser :	Ne surtout pas utiliser !
Empathique	Nourricier	Directif - Ludique
Travailomane	Affirmatif / Interrogatif	Directif – Nourricier - Ludique
Persévérant	Affirmatif / Interrogatif	Directif - Ludique
Rêveur	Directif	Nourricier - Ludique
Rebelle	Ludique / Emotif	Directif - Nourricier
Promoteur	Directif	Interrogatif / Informatif – Nourricier - Ludique

Le psychanalyste Jacques Salomé parle de l'écharpe relationnelle dont chacun tient un bout. Ce qui se passe d'un côté a un retentissement de l'autre. Dit autrement, si je ressens mal une situation, l'autre la ressent au moins aussi mal.

Je peux une fois clair sur moi-même, tenter de comprendre ce qui se passe en l'autre. Est-il dans un scénario d'échec ? Est-ce que par hasard, je n'en serais pas la cause ? Il faut une certaine humilité pour le reconnaître. C'est justement ce qui facilitera la « réparation ».

Lorsqu'une relation est mal partie, un historique négatif s'installe et risque d'influencer le prochain contact. Pour l'éviter, je conseille de préparer un extincteur mental : le souvenir d'un moment de calme et de sérénité, auquel je ferai appel si une tension apparaît, et qui l'éteindra aussitôt.

rationnels ; le canal nourricier, pour nouer une relation empathique en s'intéressant à l'autre ; le canal ludique/émotif, qui recherche une réaction !

Utiliser le bon canal permet de sortir les personnes de leur scénario d'échec et de nous remettre en marche sur nos meilleures qualités avec une vitesse étonnante.

La reconstruction des relations demande une certaine remise en cause et un investissement personnel. Mais au résultat, nos collaborateurs se révèlent être des personnes formidables, ... et on en est peut-être responsable ! 🗨️

LA BOUSSOLE ÉPICRITIQUE

Le cinquième sens enfin exploité



par **Alain Filipowicz, ICA**

■ CHEF ADJOINT DE LA MISSION POUR LA RECHERCHE ET L'INNOVATION SCIENTIFIQUE (MRIS) DE LA DGA

Alain Filipowicz (X – Supaero) a commencé sa carrière à l'île du Levant et a été codirecteur du programme Cobra à Koblenz. Après une coopération avec le CNES, il a été délégué régional adjoint à la recherche et la technologie en Midi-Pyrénées avant de prendre le poste de directeur adjoint de l'ENSICA. Il fut secrétaire général du LAAS-CNRS avant de revenir à la DGA où il est actuellement chef adjoint de la MRIS.



et **Didier Bazalgette, ICT**

■ RESPONSABLE DE DOMAINE SCIENTIFIQUE « HOMME & SYSTÈME » À LA MRIS

Didier Bazalgette, après une thèse en biomécanique et physiologie du mouvement, a enseigné pendant 15 ans dans des formations universitaires ou des écoles d'ingénieur. Après avoir fondé un laboratoire d'ergonomie sensori-motrice dans une jeune école d'ingénieur, il a rejoint la DGA pour travailler autour de ces domaines, tout d'abord à la DT, au SAIS puis à la MRIS.

Qui aurait pu penser que quelques picots vibrants sur votre abdomen puissent vous permettre de recevoir des ordres et des informations ? La boussole épicritique est un nouvel objet du 21^{ème} siècle et apporte une première réponse à cet objectif – il ouvre des futurs innovants.

Parmi nos cinq sens, la vision et l'audition sont les seuls utilisés par les interfaces homme machine (IHM) du monde du travail et des opérations militaires. Dans certaines circonstances, le flux d'information transmis par ces modalités sensorielles habituelles atteint parfois la limite supérieure du possible. En effet, le contenu des informations issues de l'environnement et celles transmises par les systèmes peut placer l'opérateur en situation de saturation. La modalité haptique, souvent baptisée retour d'effort, reste peu utilisée et se limite à la transmission d'une simple force de réaction faiblement discriminante.

En sollicitant comme modalité de transmission d'information la sensibilité cutanée discriminante, dite sensibilité épicritique, la boussole éponyme exploite un nouveau canal sensoriel, discret, inutilisé jusqu'à ce jour et capable d'excellentes performances qui sont apparues lors des premières expérimentations.

Ce projet a été proposé, conçu et développé par une TPE (CAYLAR), associée à un laboratoire de recherche en physiologie de la perception (Université de Caen) dans le cadre du dispositif « Recherche Exploratoire et Innovation » (REI) de la DGA, dispositif arrêté en 2010 qui s'insérerait aujourd'hui dans l'agrégat « soutien à l'innovation » (voir encart).

Le dispositif « boussole épicritique », actuellement à un niveau de maturité technologique (TRL) de 6-7, est constitué :

- d'un bloc mince d'environ 10 cm x 10 cm, portant une matrice 7 x 7 de petits vibreurs, positionné au niveau de la face antérieure de l'abdomen dans la zone sous-ombilicale, destiné à transmettre à l'utilisateur des informations à contenu sémantique ;
- de 7 vibreurs isolés répartis sur toute la ceinture selon les points cardinaux, destinés à lui indiquer des informations de direction ;

- d'une électronique et informatique légères assurant le contrôle commande des vibreurs ;

- d'une ceinture élastique portant les éléments de contrôle - commande et positionnant les éléments vibrants.

Par rapport aux dispositifs exploitant la modalité sensorielle, actuellement à un niveau quasi similaire de TRL, développés par la DARPA, la NASA ou le TNO, la boussole se distingue par sa capacité de transmettre, via la matrice 7 x 7, des informations à contenu sémantique. Les travaux de recherche entrepris et encore actuellement en cours ont pour but d'identifier des patterns de stimulation, c'est-à-dire les éléments d'un langage codé, à vocabulaire restreint, et pertinent pour le métier ciblé. Ces patterns, constitués d'une séquence spatio-temporelle de vibrations (géométrie des vibreurs actifs, séquence dynamique des vibrations, durée, nombre de répétitions...), sont conçus de manière à apporter *per se* une capacité de perception, de reconnaissance et de discrimination importante dans un environnement riche et fortement bruité en termes de signal.

Les résultats expérimentaux ont montré très rapidement que certains patterns possédaient un taux de reconnaissance de plus de 95 % par les utilisateurs et ce avec seulement quelques minutes d'apprentissage.



D'un apprentissage facile, la ceinture se porte discrètement



Dispositif matriciel constitué de 7x7 micro-vibrateurs délivrant des messages tactiles @Caylar

Ce niveau de reconnaissance est très important puisqu'il dépasse d'emblée le niveau requis pour qu'une nouvelle modalité d'interaction soit acceptée et utilisée de manière spontanée par un opérateur. Il est fascinant qu'une zone cutanée (abdomen sous-ombilical), sans valeur écologique pour la perception tactile, soit si finement et si rapidement intégrée et utilisée à des fins de perception discriminante.

Des travaux scientifiques sont en cours ou en projet pour améliorer la capacité de communication du système. Ces travaux concernent :

- l'identification de critères permettant la définition de patterns robustes ;
- l'augmentation de la taille des matrices avec, en corollaire, l'augmentation du nombre patterns et de leur robustesse ;
- la taille minimum de la matrice permettant de conserver une capacité de transmission d'informations intéressantes et discriminantes ;
- l'exploration de nouvelles zones de stimulation pouvant permettre d'utiliser simultanément plusieurs matrices de tailles et de formes éventuellement différentes ;
- l'exploration de la capacité à séparer deux

ou plusieurs patterns délivrés à un intervalle de temps nul ou faible sur la même matrice ou des matrices différentes (diaphonie des signaux).

Enfin, des analyses technico-opérationnelles sont en cours sur les usages possibles de ce système dans les domaines de la défense, de l'aéronautique, de la sécurité, des interventions dans des installations à risques, de l'entraînement et la formation à des séquences gestuelles complexes et critiques (chirurgie, spatial...), du handicap et de la rééducation...

Au delà de ce nouvel objet proposant un concept extrêmement innovant, des études à bas TRL sont encore nécessaires pour établir un cursus d'apprentissage destiné à rendre la perception de la sémantique des patterns la plus robuste possible. L'exploitation de ce dispositif nécessitera aussi d'inventer un système innovant permettant de générer les ordres. Au delà de la commande tactile sur une tablette, des solutions s'appuyant sur du codage vocal, voire du *brain computer interface (BCI)* peuvent être imaginées, tant à destinée individuelle que d'un petit collectif.

L'agrégat « soutien à l'innovation » regroupe l'ensemble des actions relatives au développement des nouvelles technologies issues de la recherche scientifique et de l'innovation en général. Il accompagne ces technologies dans leurs premiers niveaux de maturité (TRL 1 à 4) et prépare leur transfert dans l'industrie (TRL 5-6) en vue de leur reprise et leur développement par les futurs systèmes de défense. L'agrégat « soutien à l'innovation » pèse 90 M€ dans la S&T de Défense.

L'agrégat « soutien à l'innovation » est structuré autour de 3 objectifs stratégiques :

- soutenir l'innovation technologique duale dans les PME et ETI. Il s'agit :
 - du dispositif RAPID pour le soutien des projets portés par les PME et ETI ;
 - de la contribution au FUI pour le soutien des projets des pôles de compétitivité.
- soutenir des projets de recherche de base avec des partenaires académiques et internationaux. Il s'agit :
 - de la formation par la recherche (thèses, post-docs, stages d'études et recherches à l'étranger) ;
 - des programmes ASTRID et ASTRID Maturation financés par la DGA et opérés par l'ANR ;
 - de défis sociétaux et de challenges de l'ANR cofinancés par la DGA ;
 - des conventions de recherche avec les 4 écoles sous tutelle de la DGA.
- soutenir l'innovation interne du ministère de la Défense en mettant en place le budget de la Mission Innovation Participative (MIP).

La boussole épicrotique a été un des projets présentés en démonstration au Forum de l'Innovation DGA 2013, ainsi qu'au DGA Day 2014 de l'IHEDN. 🐞

SALON INTERNATIONAL

2014

EUROSATORY

16 - 20 JUIN 2014 / PARIS

DEFENSE & SECURITE
TERRESTRES

Faites de votre société un acteur clé

GICAT

www.eurosatory.com

COGES





La France chassée de l'Empire Ottoman de Georges Kévorkian

L'armistice de Moudros du 30 octobre 1918, peu de jours avant celui du 11 novembre, consacre la victoire des Alliés sur l'Empire ottoman associé aux armées allemandes et autrichiennes. Mais les armées nationalistes turques de Mustafa Kemal vont entreprendre une guerre de reconquête ; ainsi avec la complicité des bolchéviques, ils vont se défaire des Arméniens, déjà fortement éprouvés par les années du génocide, des soldats français occupant la Cilicie, puis vaincre les forces helléniques jusqu'à conquérir Smyrne (Izmir de nos jours) en septembre 1922. Mustafa Kemal, auréolé de ses victoires, impose ses conditions par le traité de Lausanne de 1923. Les espoirs d'une Arménie et d'un Kurdistan détachés de la Turquie s'envolent. Et suprême honte, les puissances alliées sont chassées de Constantinople. Ce traité conduit, en outre, à un échange confessionnel de populations entre la Grèce et la Turquie. Le Panturquisme est alors triomphant en Asie Mineure, à la barbe des « Grandes Puissances ». Les chrétiens du Levant ont perdu le soutien de la France.

Cet ouvrage se réfère essentiellement aux archives secrètes des ministères de la Défense et des Affaires étrangères



Du zéro absolu aux énigmes de l'infini Une approche légère de la science sérieuse de Marc Défourneaux

Notre camarade DEFURNEAUX persiste. Ni la jeunesse, ni la créativité ne lui font défaut. Derechef, il a frappé et ce nouveau coup vient encore enrichir sa palette littéraire. Aujourd'hui, c'est à la science qu'il en a, à la science sérieuse, même s'il affirme l'approcher légèrement. Disons plutôt qu'il la traite sans façon : pour lui, l'infini, l'aléatoire, l'irréversible sont choses familières et il sait faire partager à chacun cette familiarité. Les occasions ? La numération, avec une belle place faite au zéro, la mesure, le désordre, l'énergie et les rendements, les dimensions de l'univers, les valeurs-limites... tels sont quelques uns des thèmes que l'on trouvera dans « Du zéro absolu... » Sans parler d'une large place que DEFURNEAUX a réservée aux anecdotes et à l'humour, citant par exemple des « martingales » qui permettent d'exploiter – au pire sens du terme – la crédulité de ceux que fascine l'infini sans qu'ils en aient perçu les pièges. Bref, tout ancien taupin y retrouvera des notions dont il a pu, le temps aidant, perdre la fréquentation. C'est donc à un bain de jouvence que DEFURNEAUX nous convie – du moins ceux d'entre nous chez qui une formation scientifique lointaine s'est à la longue estompée. Il en résulte un livre énigmatique et éclairant, honnête et roublard, modeste et encyclopédique, mathématique et gai – et seuls ceux qui n'ont pas bien compris les maths s'étonneront de voir se rapprocher ces deux derniers qualificatifs. Et, puisque DEFURNEAUX aime aussi, dans son ouvrage, cultiver le paradoxe, empruntons-lui la conclusion de cette brève analyse : je crois, comme lui, que « tout est dans tout ». Mais je ne suis pas sûr que la réciproque soit vraie. Un livre à lire, et surtout à faire lire à tous ceux qui s'imaginent que le sérieux n'est jamais drôle.

Professeur Michel Clamen

PAR DÉCRETS DE FÉVRIER 2014**Est élevé au rang et appellation d'ingénieur général hors classe :
Pour prendre rang du 1^{er} mars 2014**

L'IGA1 Demay (Yves).

Sont nommés :

L'IGA2 Pérard (Thierry), directeur de l'unité de management Opérations d'armement hélicoptères de la direction des opérations de la DGA (1^{er} mars 2014).

L'IGA2 Le Meur (Bertrand), chargé des fonctions de chef du service des affaires industrielles et de l'intelligence économique de la direction de la stratégie de la DGA (1^{er} mars 2014).

PAR DÉCRETS DE MARS 2014**Est nommé et élevé au rang et appellation d'ingénieur général hors classe :
Pour prendre rang du 19 mars 2014**

L'IGA1 Fargère (Norbert), inspecteur de l'armement, chef de l'inspection de la DGA.

Sont nommés :

L'IGA1 Lusseyran (Pierre), chargé de mission auprès de l'inspecteur de l'armement pour les poudres et explosifs (1^{er} mai 2014).

L'ICA Brugère (Didier), président du conseil d'administration de l'Ecole nationale supérieure de techniques avancées (27 mars 2014).

L'ICA Poupard (Guillaume), directeur général de l'Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information (29 mars 2014).

L'IGA Vinson-Rouchon (Blandine), membre du conseil d'administration de la société GIAT Industries (30 mars 2014).

Est maintenu dans la 1^{ère} section des officiers généraux

L'IGAHC Roche (Louis-Alain, Pierre, Marie, Alexandre), maintenu dans son emploi de contrôleur général des armées en mission extraordinaire jusqu'au 30 septembre 2014.

**PAR DÉCRET
ET ARRÊTÉS D'AVRIL 2014****Sont nommés :**

L'IGA Imbert (Vincent), membre du conseil d'administration de la société anonyme Safran (3 avril 2014).

L'ICA Salomon (Christophe), conseiller pour les affaires industrielles au cabinet du ministre de la Défense (19 avril 2014).

L'IGA2 Noureau (Jean-Christophe), chargé de la sous-direction Europe - Amérique du Sud du service du soutien aux exportations de défense de la direction du développement international de la DGA (1^{er} mai 2014).

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

Le nombre de places offertes pour le recrutement d'ingénieurs de l'armement en 2014 est fixé à :

- 18 places au titre du tableau de classement de sortie de l'Ecole Polytechnique (article 4 du décret 2008-941)
- 3 places au titre du recrutement en cours de carrière par concours sur épreuves au grade d'IA (article 6 - 1°)
- 3 places au titre du recrutement en cours de carrière par concours sur épreuves au grade d'IPA (article 6 - 2°).
- 1 place au titre du recrutement en cours de carrière par concours sur titres au grade d'ICA (article 6 - 3°).

PAR DÉCRETS DE MAI 2014**Sont nommés :**

L'IGA Combrisson (Jean-Luc), directeur des services actifs de la police nationale, directeur technique à la direction générale de la sécurité extérieure (12 mai 2014).

L'IGA Sainjon (Bruno), membre du conseil d'administration de l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (14 mai 2014).

AEROLOG
DEPUIS 1992 - SINCE 1992

Certification
ENSI20
RS9120
Certified

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

Localisation/Address : AEROLOG - Aérodrome de Saint Cyr l'Ecole
- Bâtiment 2, lot 2 - 78210 Saint Cyr l'Ecole

Nous contacter/contact us : info@aerolog.fr - +33) 1 30 45 25 90

website : <http://aerolog.fr>

PASSEZ À LA 5G*

INTEGREZ LES SOLUTIONS MBDA

SUPREMATIE NAVALE
COMBAT TERRESTRE
SUPERIORITE AERIENNE
DEFENSE ANTI-AERIENNE

*MMP,
LE MISSILE DE
COMBAT TERRESTRE
DE 5^E GÉNÉRATION
by MBDA

www.mbda-systems.com

VISITEZ-NOUS A EUROSATORY - STAND #D550

MBDA
MISSILE SYSTEMS

Est promu au grade d'ingénieur général de 1^{ère} classe :

Pour prendre rang du 1^{er} janvier 2014

- MESTRE François

Pour prendre rang du 1^{er} février 2014

- GERVAIS Caroline
- LUZEAUX Dominique

Pour prendre rang du 1^{er} mars 2014

- LESBRE Olivier
- TINLAND Jean-Luc

Est promue au grade d'ingénieur général de 2^e classe :

Pour prendre rang du 1^{er} janvier 2014

- CHENUIL Claude
- SELLIER Cécile
- NOUREAU Jean-Christophe
- THOMAS Alain

Pour prendre rang du 1^{er} février 2014

- CARLIER Mireille
- LE MEUR Bertrand
- CARLIER Thierry
- PLESSIX Florence

Pour prendre rang du 1^{er} mars 2014

- CARDAMONE Jean-Christophe

NOMINATIONS DGA

MOBILITÉS ET DÉPARTS

Mouvements de janvier

Nom	Quitte	Pour aller à
ICA BURIGANA Dany	DI	DS CATOD
ICA CARLIER Alain	DO	DO SDAQ
IGA COMBRISSEON Jean-Luc	DI	Min Intérieur
ICA DUONG Quoc Bao	DS	DT SDP
ICA ESTEVE Eric	DO	SMQ Chef de projet
ICA EVEN Michel	SHOM Brest	SHOM Saint Mandé
IPA FAUQUET Julien	DT	DP SDP
ICA GROFF Nicolas	SMQ	Détaché SNCF
IPA HENNIART Jean-Baptiste	DP	DO UM NAV
IPA KALLER François	INSP DP	SDM
ICA KAMMERER Stéphane	SGDSN	DO UM MID
ICA MALLIAVIN Marie-Joseph	DO	DO SMCO
ICA MARTEAU Christine	DT	DGA SSDI
IPA PRUDHOMME Jean	DO	DO UM COE
ICA VACHER Pierre	ONERA	ISAE
IA VISSIERE Nadège	Formation	DT IP

Mouvements de février

Nom	Quitte	Pour aller à
ICA BUJON Eric	DS	DT
ICA DE GARIDEL-THORON Guillaume	DT	DO UM COE
IGA GERVAIS Caroline	DO	DO Chargé de mission
ICA GUILLOU Pierre-Nicolas	Congé	DO UM ACE
ICA JOANNIC Roland	DO	DT TH
ICA KOFFI Philippe	DS	DO UM ACE
ICA MORIN Lionel	DO	DO UM ESIO
ICA REICHART Arnaud	ENSTA	EMA DIRISI

Mouvements de mars

Nom	Quitte	Pour aller à
IPA DUVEAU Guillaume	DP	DO UM ESIO
IGA FARGERIE Norbert	DS	DGA INSP
IPA FREYHEIT Charles	DO	DT ST
ICA MARREL Thibaut	Hub Telecom	SGDSN
IGA PERARD Thierry	DS	DO UM HELI
IPA RACHIDI Imade	DT	DT IP
IA RAMEY Arnaud	Formation DT	DT TT
ICA TARTIERE Mathieu	DI	DO UM

CONTRÔLE TECHNIQUE AUTOMOBILE

VIRY-CONTRÔLE



105, avenue du Général de Gaulle
91170 VIRY CHATILLON

01 69 96 59 58

AVEC OU SANS RENDEZ-VOUS

-10%
sur présentation
du coupon



EURONAVAL

24^e EXPOSITION & CONFERENCE INTERNATIONALE NAVALE & MARITIME

2014

DU 27 AU 31 OCTOBRE
PARIS LE BOURGET

www.euronaval.fr

contact : info@euronaval.fr

Sont nommés :

Philippe Euzennat (1962), responsable Energies marines à DCNS (14/02/2014)

Philippe Martin (1962), consultant MMV au sein de Veolia environnement/ Rueil Malmaison (14/02/2014)

Christian Jacquemont (1972), directeur de mission au Cabinet IEN (14/02/2014)

Philippe Clermont (1960), directeur associé de Sully Partners (14/02/2014)

Luc Remont (1969), à Schneider Electric (27/02/2014)

Stéphane Janichewski (1959), vice-Président Defense & aerospace et directeur de la Sécurité du groupe BULL/Issy-les-Moulineaux (01/03/2014)

Edouard Vieillefond (1971), chargé de mission auprès du PDG de COVEA (01/03/2014)

Jean-Eric Chevillot (1961), à JECaero (SARL de Bordeaux - études et conseil en organisation d'entreprises, et conseil pour la conduite de projets) (03/03/2014)

Michel Iagolnitzer (1969), chef du SAB (Security Accreditation Board - un des trois postes clés du programme Galileo), puis President du Conseil d'homologation de sécurité de l'U.E. au sein de SGDSN (ex SGDN) (21/04/2014)

Olivier Theret (1972), architecte d'ensemble adjoint Barracuda à DCNS Cherbourg (01/05/2014)

Philippe Genoux (1955), délégué général de EXERA (01/06/2014)

Jérôme Vidale (1982), responsable programme « Used » du bureau des prévisions de la division « Services et Rechanges des moteurs civils » de SNECMA (ex SNECMA Moteurs)/Villaroche (01/06/2014)

Pierre Grandclément (1956), conseiller du directeur pour les affaires à l'international de BULL/Les Clayes sous Bois (01/06/2014)

Bruno Sainjon (1961), Président de l'ONERA par décision du conseil des ministres

Virginie Rozière (1976), élue député européen (25/05/2014)



Reconversion & cession d'activités et sites industriels



Les Missions
Plan de retournement / Partenariat de reconversion
Partenariat capitalistique / Filialisation / Scission / Cession

Les Démarches
Industrielles / Economiques / Sociales / Managériales
Financières / Juridiques

14, rue Magellan 75008 Paris **Tél. : 33 (0)1 56 43 15 00**
Fax : 33 (0)1 42 25 01 88 E-mail : contact@akyaconsulting.com

www.akyaconsulting.com



PARAD FRANCE

Qualité de l'air intérieur

TRAITEMENT DES GAZ NOCIFS : RADON - THORON - BENZENE - COV - CO2 - CH4

Mise aux normes des ERP et des habitations privées

Garantie de résultat

parad@club-internet.fr
06 75 46 73 64

*Parad a reçu
le « Radon Award »
en 2013*

www.paradfrance.com
www.paradfrance.net

VIVRE EN FAMILLE AVEC UNEO



LA DÉFENSE DE VOTRE SANTÉ



vie de couple, **famille**, reconversion, retraite...

Unéo, partenaire de votre vie

Renforcez votre garantie Naturelle avec le Renfort Famille santé-services !

Remboursements santé plus élevés, notamment en optique et en dentaire

- + 250 € par an pour les couronnes dentaires
- + 150 € par an pour le traitement d'orthodontie de votre enfant
- + 150 € par an pour les lunettes ou les lentilles

Services d'assistance complémentaires adaptés aux contraintes de votre vie professionnelle

- **départ en opex ou mutation** : prise en charge des enfants, télésurveillance du logement
- **fin de votre contrat militaire** : aide à la recherche d'un nouvel emploi
- **naissance d'un enfant** : soutien à la nouvelle organisation de la famille

PAS DE DÉLAIS DE CARENCE - PAS DE QUESTIONNAIRE DE SANTÉ - PAS D'AVANCE D'ARGENT AVEC LE TIERS PAYANT - REMBOURSEMENT EN 48 HEURES AVEC LA TÉLÉTRANSMISSION

0 970 809 709 appel non surtaxé

www.groupe-uneo.fr





Nos solutions dédiées aux forces armées

Mobilité & efficacité sur tous les terrains

- › Carcasse haute longévité
- › Utilisation mixte
- › Capacité de franchissement élevée
- › Maîtrise des coûts



Pour plus d'information,
www.continental-truck-tires.com/fr
The Future in Motion = Le Futur en Mouvement

HCS

HSO Military