



LE MAGAZINE

DES INGÉNIEURS DE L'ARMEMENT

— N° 108 - MARS 2016 —



ACTEURS D'INNOVATIONS



**PRÉFACE DE
JEAN-VINCENT PLACÉ**
P04



Le 23 avril
ePRIX DE
FORMULE 1
AUX INVALIDES
P58



UN NOUVEAU
SITE INTERNET
POUR LA CAIA
P64

BASE ARRIÈRE

Parce que protéger ne s'improvise pas,

Unéo facilite, pour ses adhérents, l'accès à des soins de qualité à des coûts maîtrisés : des réseaux de soins regroupant des professionnels de santé qui pratiquent le tiers payant mais aussi des tarifs encadrés et négociés.

Des services, notamment en optique et en dentaire, qui limitent le reste à charge et permettent ainsi à chacun de se soigner près de chez lui, au juste prix.

Parce qu'entre militaires, nous nous protégeons les uns les autres.

La protection mutuelle qui nous rend fiers

SANTÉ • PRÉVENTION • ACCOMPAGNEMENT SOCIAL

Mutuelle
Référéncée
Ministère
De la Défense

**Unéo, la mutuelle
des forces armées**

TERRE - MER - AIR - GENDARMERIE
DIRECTIONS & SERVICES



LA DÉFENSE DE VOTRE SANTÉ

Pour nous contacter : 0970 809 709 (appel non surtaxé) - www.groupe-uneo.fr

En nous posant la question de l'innovation, nous nous sommes demandés comment ne pas se perdre dans un sujet aussi vaste. On trouve en effet de l'innovation sous forme de technique à chaque coin de rue, dans nos voitures qui se garent toutes seules, dans nos biens domestiques, dans notre santé, dans l'énergie et les TIC. Elle se traduit dans un « progrès » économique qui a généré un siècle de croissance inouïe.

Cependant, nos financiers ont si bien anticipé ce progrès qu'ils l'ont vendu avant qu'il existe.

« Ne plus avancer, c'est reculer », dit-on doctement alors qu'en réalité on a créé de la valeur factice sur la promesse d'un taux de croissance futur. Mais si l'on ne tient pas sa promesse, chacun sait qu'il faut rendre l'argent !

Les limites du progrès sont de plus en plus palpables, comme le rappelait la COP21. De sorte que l'innovation est devenue un passage obligé, un élément du langage managérial, une incantation de plus en plus décorrelée de ce qui se passe sur le terrain comme le montre le sociologue François Dupuy, dans son best seller « Lost in management ». Car l'innovation sans limite met aussi à mal la stabilité dont chacun a besoin et retire aux acteurs le pouvoir qu'ils ont sur leur travail.

Y a-t-il alors une innovation spécifique pour aujourd'hui ? Je garde dans ma bibliothèque un traité de physique de 1870 dont l'auteur regrette avec une certaine suffisance dans son introduction « qu'on ne laisse plus rien à découvrir à nos enfants ». A plus forte raison un siècle plus tard, que reste-t-il à découvrir ? Bien sûr de l'invention pure et de la découverte technique, puisque l'homme a vocation à tout connaître, mais aussi de l'innovation dans le comportement, pour nous-mêmes et ceux qui nous entourent.

C'est ce que nous regardons particulièrement dans ce numéro. Comment être acteurs d'innovation, c'est-à-dire, comment susciter autour de soi des transformations, une nouvelle manière de voir les choses. De fait, les initiatives sont nombreuses dans des domaines parfois inattendus que vous découvrirez au fil des pages : innovation prudente, rebelle, innovante, participative, duale, ouverte, contrainte, soutenue... Autant de manières de faire que de personnes, pour un but commun. Et n'est-ce pas ce qu'on attend de tout cadre dirigeant, que de savoir faire grandir ses équipes ? De faire entrer dans une dynamique de confiance ? De développer un bien-être sociétal dont le résultat économique est l'une des conséquences ? Nous remercions tout particulièrement le Secrétaire d'État en charge de la Réforme de l'État pour sa préface, lui qui est un acteur privilégié de ce secteur.

Ce numéro est aussi l'occasion d'évoquer la vie de notre association, qui renouvelle ses outils informatiques et de remercier pour leur participation fidèle deux membres du comité de rédaction qui nous quittent en rejoignant Bercy : Flavien Dupuy et Jocelyn Escourrou qui signent chacun un article.

Bonne lecture 📖

Jérôme de Dinechin
Rédacteur en chef



Jean-Vincent Placé

Secrétaire d'État auprès du Premier ministre,
chargé de la Réforme de l'État et de la Simplification



Un monde en mutation, un devoir d'innovation

La révolution numérique et les mutations qu'elle entraîne nous obligent à nous réinventer. Dans ce climat instable, fait de potentialités et de risques, le rôle de l'État est questionné. En tant que Secrétaire d'État auprès du Premier ministre chargé de la Réforme de l'État et de la Simplification, je veux souligner deux enjeux majeurs. Un État stratège à l'écoute en interaction avec la société en mutation. Un État qui lui-même se transforme et se réinvente pour mieux servir l'intérêt général. La réforme de l'État est, bien sûr, au cœur de ces préoccupations, et c'est le message que je porte auprès des Françaises et des Français. Elle est également au service des actions du ministère de la Défense, puisque le fonds « Transition numérique de l'État » du Programme d'investissements d'avenir a permis le lancement de trois projets innovants à l'Hôtel de Brienne.

Partout, l'innovation crée de la valeur.

Dans le secteur de la Défense, elle signifie mieux protéger, mieux secourir et intervenir encore plus efficacement. Elle suscite aussi des inquiétudes. Dans de nombreux secteurs comme les médias, l'énergie, la santé ou les transports, les nouveaux entrants bousculent les acteurs traditionnels. La Défense est bien sûr concernée. Les facteurs qui ont longtemps constitué des « barrières à l'entrée », comme la souveraineté des États, la lourdeur des investissements ou la durée des cycles des programmes d'armement, ne sont plus infranchissables dans un contexte d'innovation radicale. Aujourd'hui, des entreprises comme SpaceX repensent tous les modèles et secouent les acteurs en place. J'aime d'ailleurs à le rappeler : les entreprises, y compris de défense, ne sont pas immortelles – le défi, c'est de ne pas subir, mais, au contraire, de savoir organiser la transformation.

Parmi ces profonds bouleversements, il y a la crise écologique – un sujet qui m'est cher, comme vous le savez –. Ici, le rôle des États peut être cité en exemple. Ils donnent un cadre, s'engagent sur des objectifs structurants pour l'avenir des générations et de la planète, comme ce fut, par exemple, le cas lors de la COP 21. Grâce à la détermination du président de la République, ce succès de la diplomatie française est internationalement reconnu. Je note d'ailleurs l'implication forte d'ingénieurs de l'armement pour la réussite de la conférence mondiale sur le climat.

Toutefois, pour qu'un environnement propice à l'innovation puisse exister, un écosystème de start-ups, de PME, de grands groupes et d'autorités publiques est nécessaire. Le terme « écosystème » n'est pas neutre ; il implique un lien vivant, organique, entre ces acteurs, pour faire vivre l'innovation. La Défense bénéficie justement de moyens dédiés pour soutenir et co-financer l'innovation dans les grands groupes comme dans les start-ups. Ces outils méritent d'être plus largement connus.

Dans le domaine du développement durable, on peut citer en exemple le colloque « Défense et développement durable », organisé à l'initiative du ministre de la Défense, Jean-Yves Le Drian. Cet événement démontre bien que la Défense intègre la dimension écologique pour agir de manière responsable. Ainsi, la prise en compte du règlement européen REACH, qui encadre l'emploi des substances chimiques pour améliorer la protection de la santé humaine et de l'environnement, illustre cette démarche environnementale positive. Là où certains voient dans l'impératif écologique une contrainte

impactant des procédés industriels parfois établis depuis des décennies, il faut, au contraire, mesurer le défi technique et saisir l'occasion de se réinventer. Ces réglementations nouvelles sont à la fois une chance pour la planète et une formidable opportunité d'innover.

Au Sénat, j'ai souhaité être membre de la Commission des Affaires Étrangères, de la Défense et des Forces Armées, car j'étais conscient des mutations à l'œuvre. L'entrepreneuriat devient une réelle vocation dans les universités et les grandes écoles, dont l'École Polytechnique. La French Tech a le vent en poupe, et c'est un formidable atout pour notre pays. Les entreprises deviennent agiles. Ces opportunités, ces ambitions, cet enthousiasme partagé – bref, ce désir d'innovation – le monde de la Défense les a dans son ADN. D'innombrables innovations de rupture sont historiquement issues du monde de la Défense avant d'avoir été transposées au monde civil. Certains domaines sont toujours largement façonnés par les apports d'ingénieurs de la Défense, comme vous. C'est le cas de la cyberdéfense, du développement des drones ou de l'intelligence artificielle, pour ne citer que ces exemples.

Nous le savons, ces innovations techniques doivent s'inscrire dans un mouvement plus large de réinvention des organisations, de la relation à l'utilisateur ou au client, du management, du recrutement, de processus plus efficaces... Ces chantiers sont engagés, par la puissance publique, en particulier dans le secteur de la Défense. Ce numéro du Magazine des Ingénieurs de l'Armement l'illustre parfaitement. 📖



Famille FN SCAR®



FN SCAR®-L STD
5,56 x 45 mm OTAN



FN SCAR®-H CQC + FN40GL®
7,62 x 51 mm OTAN + 40 mm



FN SCAR®-H PR
7,62 x 51 mm OTAN

La famille FN SCAR® se compose d'un fusil d'assaut, d'un lance-grenades et d'un fusil de précision.

Le fusil d'assaut FN SCAR® est une arme légère, modulaire, ergonomique, précise et extrêmement fiable dans les conditions opérationnelles les plus difficiles. Disponible en calibre 5,56 x 45 mm ou 7,62 x 51 mm OTAN, il offre à l'utilisateur le choix entre deux canons (standard ou court), rapidement interchangeables.

Le lance-grenades 40 mm FN40GL® peut quant à lui se fixer sur le rail inférieur du fusil d'assaut FN SCAR® ou sur une crosse auxiliaire télescopique et offre à l'utilisateur une capacité de tir supplémentaire.

Le fusil de précision FN SCAR®, tout en conservant l'ergonomie et la fiabilité du fusil d'assaut, a été adapté pour garantir une plus longue portée et une plus grande précision, nécessaires aux missions du tireur d'élite.

Grâce à leur ergonomie rigoureusement identique et leurs nombreux composants communs, les fusils de la famille FN SCAR® permettent de réaliser des économies substantielles en termes de formation, d'entretien et de logistique.

La famille FN SCAR® : sélectionnée par de nombreuses unités de combat aux exigences élevées.



www.fnherstal.com

Tradition armurière & innovation technologique



Sommaire

CAIA N°108 - Mars 2016



Rédacteur en chef : Jérôme de Dinechin
Rédacteur en chef délégué : Jean-François Ripoché
Directeur de publication : Philippe Hervé
Comité de rédaction : Flavien Dupuis, Jocelyn Escourrou, Olivier-Pierre Jacquotte, Daniel Jouan, Louis Le Pivain, Dominique Luzeaux, Denis Plane, Arnaud Salomon, Frédéric Tatout
Crédits photo : DGA

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

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

3 Éditorial

4 Préface de Jean-Vincent Placé, secrétaire d'État auprès du Premier ministre

Acteurs d'innovations

- 9 Introduction au dossier, par *Jean-François Ripoché*
- 10 L'innovation : l'arbre de vie, par *Hervé Bouaziz*
- 12 L'innovation sous toutes ses formes, par *Stéphane Andrieux*
- 14 L'innovation participative chez Nexter Systems, par *Frédéric Bouty*
- 16 L'innovation, au cœur de la stratégie de Thales, par *Marko Erman*
- 18 DCNS Research : l'innovation en mode PME, par *Gilles Langlois*
- 20 L'innovation, comment faire ?, par *Jean-Brice Dumont*
- 22 La filière missiles, par *Olivier Martin*
- 26 L'innovation sous contrainte dans l'écosystème automobile, par *Gerulf Kinkelin*
- 28 Les politiques de soutien à l'innovation, par *Benjamin Gallezot*
- 30 L'innovation prudente, par *Adrien Plecis*
- 34 La navette suborbitale SOAR, par *Gabriel Aulard-Dorche*
- 36 L'innovation : c'est quoi ?, *Luc Renouil*
- 38 Innovation et leadership, par *Frédéric Tatout*
- 40 L'innovation réclame de la rébellion, par *Hervé Lebreton*
- 42 Comment susciter l'innovation, par *Anne-Sophie Carrese*
- 44 Innover tout en innovant, par *Denis Plane*
- 46 Une stratégie d'innovation pour l'OTAN, par *Emmanuel Castel*
- 48 Quelle innovation ouverte pour la DGA ?, par *Emmanuel Legros*
- 50 L'innovation duale, un facteur d'influence pour la DGA, par *Laura Chaubard*
- 52 Des X au 4^e forum DGA – Innovation
- 53 RRD en algorithmique à la DGA, par *Jean-Gabriel Kammerer*
- 54 L'innovation participative au ministère de la Défense, par *Pierre Schanne*
- 56 La transition climatique passera par l'innovation, par *Thanh-Tâm Lê*
- 57 la COP 21, un levier d'innovation en faveur du climat
- 58 23 avril 2016, Premier PARIS ePRIX..., par *Eric Barbaroux*
- 60 Innovation ou fantaisie, par *Xavier Lebacqz*

Vie de la CAIA

- 62 Le mot du président
- 63 Pleins feux sur le gala 2015
- 64 Un nouveau site internet pour la CAIA, par *François Bihan*
- 65 N'oublions pas la cybersécurité, par *Yves Le Floch*
- 66 Trois nouveaux IA dans le corps, par *Jean-Paul Houttemane*
- 67 **Management**
La « faillite de la pensée managériale », selon *François Dupuy*

68 Histoire

Sedan, 1870 : comment l'indécision conduisit au désastre, par *Flavien Dupuis*

Technique

- 71 Susciter l'innovation par concours, par *Jocelyn Escourrou*
- 72 L'Australie : un détournement de mission scientifique !

74 Lu au JO

74 Carnet Pro



Photo Credit: Ministère de la Défense, Chm, Bertin Technologies, istock

PROJECTION & PROTECTION

- Naval and Land Force Projection
- Cyber Intelligence & Security
- Surveillance & CBRN Detection

bertin TECHNOLOGIES
www.bertin-technologies.com

ENIM
Innovate and Act
www.cnim.com



EXTREME LOW LIGHT DIGITAL IMAGING

VEHICLE | HELMET MOUNT
WEAPON SIGHT | UAV

PHOTONIS
www.photonis.com

Introduction

Jean-François Ripoché, IGA

Directeur du SRTS, DGA



Jean-François Ripoché (X90, ENSTA), docteur en physique des lasers, a commencé sa carrière en 1998 à la DGA au Service de programmes de missiles tactiques. Après avoir occupé des postes de chef de bureau, il devient sous-directeur des affaires industrielles en charge du secteur des industries électroniques, terrestre et navale en 2008. Il est nommé directeur du SRTS le 18 juin 2014.

Les ingénieurs de l'armement ont toutes les chances d'être confrontés à l'innovation au cours de leur carrière. Au sein de la DGA, tout d'abord, puisque le premier investisseur de l'État est également un acteur majeur de l'innovation en France avec un budget annuel supérieur à un milliard d'euros consacré à la S&T¹. En effet, pour maîtriser les technologies dont les armées auront besoin, elle mobilise l'ensemble des acteurs concernés : du monde académique (en finançant des thèses, des projets de recherche) en passant par les PME et jusqu'aux grands groupes. Ce ne sont pas seulement les différents acteurs qui sont impliqués mais aussi toutes les manières d'innover et de nombreux dispositifs de soutien qui sont mis en œuvre. Les appels à idées des dispositifs RAPID² ou ASTRID³ côtoient ainsi les contrats d'études amont.

L'expérience de l'innovation est naturellement présente dans bien d'autres domaines, sous de nombreux aspects (technologies, processus, financement...) et ce sujet est l'occasion de constater une nouvelle fois la diversité des secteurs dans lesquels les qualités des IA peuvent s'exprimer. Plutôt que de lister des innovations, notre dossier esquissera au travers des expériences qui y sont décrites, une réponse à la question suivante : comment favorise-t-on l'éclosion et la maturation des innovations ? La question centrale de la prise de risque y sera bien sûr abordée. Rechercher l'innovation, c'est prendre le risque de se tromper et tirer les leçons des difficultés rencontrées.

L'innovation est par ailleurs une attitude, celle d'aborder d'une manière différente un problème. On pourra se rappeler la citation de Henri Ford « Si j'avais demandé aux gens ce qu'ils voulaient, ils m'auraient répondu des chevaux plus rapides » et de nombreux directeurs de programme de la DGA se souviendront par exemple qu'il leur était proposé la lecture de « L'auto qui n'existait pas », cette passionnante évocation de la naissance de la Twingo qui permettait d'ouvrir des horizons sur les mécanismes d'innovation. Expérimenter, pouvoir penser autrement, nouer des partenariats... sont autant de facteurs de succès dans cette démarche. Notre époque regorge de ces exemples et vous en trouverez quelques témoignages dans ce qui suit.

Enfin, le choix pour parrain de Dupuy de Lôme, capable d'une grande ouverture d'esprit et d'une curiosité, mises en application de manière concrète par les IA de la promotion 2015, me paraît ainsi porteur d'espoir et d'implication continue des IA dans l'innovation, sous toutes ses formes. 🐘

¹ La démarche d'orientation de la S&T fait l'objet d'un document de présentation public disponible sur www.defense.gouv.fr/dga

² RAPID : Régime d'Appui Pour l'Innovation Duale

³ ASTRID : Accompagnement Spécifique des Travaux de Recherches d'Innovation Défense

L'INNOVATION : L'ARBRE DE VIE

L'innovation est un enjeu crucial pour une société de haute technologie comme SAGEM. Équipementier aéronautique et défense du Groupe SAFRAN, SAGEM maîtrise trois grandes technologies de souveraineté dont la performance contribue fortement à la supériorité de nombreux systèmes d'armes sur le champ de bataille : l'optronique, la navigation inertielle et l'électronique embarquée critique. Ces technologies, souvent combinées au sein d'un même équipement, apportent des synergies différenciantes dans l'efficacité de la chaîne opérationnelle « *sensor to shooter* », depuis les dispositifs de détection et de géolocalisation précise des cibles, jusqu'au guidage des armements. Cela dit, la concurrence internationale est forte et la capacité à anticiper et à innover reste un levier indispensable de compétitivité et de croissance. Chez SAGEM, le budget de R&T et d'innovation s'élève à un niveau significatif d'environ 3,5 % du chiffre d'affaires.

La stratégie, la R&T et l'innovation

Je définirais simplement l'innovation comme une démarche globale de l'entreprise qui vise, en cohérence avec sa stratégie, à la mettre en capacité de proposer au marché une offre produit ou service différenciante. Cette définition a l'avantage de rappeler que l'innovation est une invention qui doit être portée sur le marché, et donc répondre à un besoin de marché existant ou

à révéler. Parallèlement, la R&T peut parfois relever d'une démarche plus « *techno-push* », notamment lorsqu'elle est développée dans une logique de performance ultime. Les cycles de développement de l'innovation produit et de l'innovation technologique sont souvent très différents. Chez SAGEM, il n'est pas rare qu'une technologie, comme un gyroscope, arrive à maturité sur un temps très long, typiquement 10 à 20 ans, alors que les produits, comme une centrale inertielle par exemple, se développent sur un horizon plus court, classiquement 2 à 5 ans.

Le développement d'une brique technologique requiert donc des ressources considérables, et il devient dès lors indispensable d'optimiser la R&T en généralisant une logique de modules communs réutilisables. Cette R&T nourrit alors la démarche d'innovation, qui va chercher à intégrer ces différentes briques de manière astucieuse pour créer de la valeur et de la différenciation. Un exemple concret de ce type d'approche est le domaine de l'optronique chez SAGEM, où des modules, optiques, senseurs, caméras, électroniques, modules de stabilisation inertielle, ou encore modules logiciels de traitement d'image, ont été développés pour répondre aux besoins de trois grandes familles de produits : l'optronique portable, les caméras et les viseurs gyroscopisés air, terre, mer. Cette logique de « chaîne alimentaire » permet d'amortir les coûts non récurrents des briques sur des volumes produit plus larges et ainsi d'optimiser la précieuse capacité d'auto-financement.

Innover : une nécessité de tous les instants

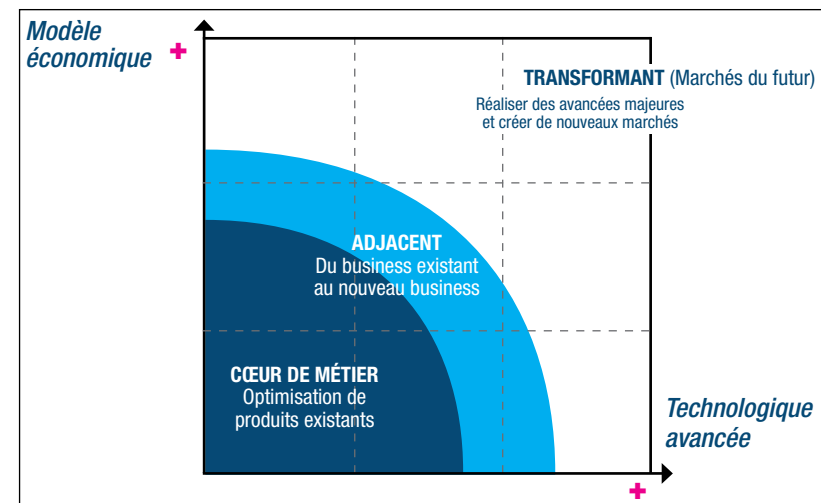
On a l'habitude de distinguer schématiquement



La « chaîne alimentaire » SAGEM – Depuis les briques technologiques vers les équipements et les systèmes

trois grands domaines d'application de l'innovation. Un domaine « cœur de métier », qui constitue la zone de confort naturelle dans laquelle se fait l'évolution incrémentale des produits, un domaine « adjacent » où l'on va chercher à introduire des nouveaux produits dans les marchés usuels ou à étendre les offres existantes à des marchés connexes, et enfin un domaine « transformant », où se créent de nouveaux marchés avec des produits particulièrement innovants. Chez SAGEM, comme souvent dans l'industrie, l'innovation cœur de métier se pratique assez naturellement au sein des « *business units* » dans une logique de ligne de produit. On vise en permanence à intégrer le retour d'expérience commercial, l'analyse marketing, les évolutions technologiques autour des compétences cœur de métier, et à généraliser des démarches plus méthodologiques de type CCXO (conception à coût et paramètres objectif), indispensables pour renforcer la compétitivité des produits et le « *time to market* ».

A l'inverse, l'innovation « transformante » est le domaine de prédilection des start-up, et moins souvent celui de l'industrie parce qu'il y est



Les différents domaines de l'innovation

structurellement plus difficile d'investir sur des enjeux non cœur de métier historique, notamment si les risques sont élevés. Il est encore plus difficile d'anticiper et de préparer la fin de vie de ses propres produits ou de son propre *business model*. Cela ne veut pas dire pour autant que ce type de démarche est complètement ignoré, ce qui serait dangereux. Il existe chez SAGEM un dispositif de veille qui permet d'alerter sur l'émergence de ruptures technologiques impactant nos activités, et notamment celles qui « banaliseraient » notre capacité de différenciation. En outre, la démarche stratégique intègre des scénarios de rupture pour anticiper les conséquences, et même si cela reste exceptionnel, des « *taskforces* » peuvent être mobilisées, parfois isolées à dessein pour répondre à un impératif d'agilité, afin de relever un challenge particulier. Enfin, l'accès à de nouveaux marchés ou à une technologie en rupture, dont le développement industriel requiert un adossement à une grande entreprise, peut se faire via une démarche de fusion - acquisition telle qu'elle se pratique dans un grand groupe comme SAFRAN. Ce fut le cas en 2013, avec l'acquisition par SAGEM de Colibrys, une des seules fonderies silicium en Europe dans le domaine des senseurs inertiels MEMS de haute performance.

Vers un « management de l'innovation adjacente »

Le cœur de cible de la démarche dite « d'innovation » est en réalité celui de l'innovation « adjacente ». L'objectif pour un équipementier comme SAGEM, au cœur de technologies transverses de positionnement, de visionique, et d'électronique embarquée, est d'élargir ses

chaînes fonctionnelles sur l'ensemble des plateformes civiles et militaires. Parmi les enjeux clés de SAGEM, se trouve la capacité de combiner ces technologies pour offrir des architectures ou des fonctions innovantes et différenciantes, intégrant par exemple fusion et hybridation multisenseurs ou la réalité augmentée, pour le guidage pilotage sécurisé, l'autonomisation ou encore la protection des plates-formes. Dans ces domaines, l'expertise d'ingénierie des systèmes et des logiciels complexes est une compétence clé. Ces enjeux s'appliquent par exemple aux drones, civils et militaires, sur lesquels SAGEM a une expérience de plus de 25 ans, et est l'un des acteurs clés du Conseil des Drones civils, mais aussi à l'émergence des véhicules autonomes, au travers d'un partenariat structurant de type « *Open Innovation* » Safran - Valeo, dans lequel SAGEM intervient sur la vision tout temps et la géolocalisation précise. Un autre exemple est celui du BlueNaute, un gyrocompas pour la marine marchande sur une base technologique GRH (cf. encadré), dont l'immense avantage pour les

Le GRH, une innovation de rupture pour la navigation inertielle

Un bon exemple chez SAGEM d'innovation est le Gyroscope Résonnant Hémisphérique (GRH), un gyroscope vibrant dont la précision, la compacité et la fiabilité représentent une véritable rupture dans le domaine de la navigation inertielle. Le développement d'une telle technologie pour l'amener au niveau de maturité technique et industrielle où elle se trouve aujourd'hui représente près de 20 ans d'investissements, incluant l'édification à Montluçon de l'usine Coriolis, une unité de production ultra moderne, de classe mondiale, pour la fabrication des systèmes inertiels de SAGEM.

Le Gyroscope Résonnant Hémisphérique, une innovation technologique majeure de SAGEM



armateurs est de réduire drastiquement le coût de la maintenance. Ce type d'innovation procède d'une démarche d'entreprise collaborative assez classique, allant de séances de créativité jusqu'à une conception préliminaire et un business plan, mais qui doit être impulsée et pilotée par le top management, car les enjeux opérationnels de court terme ont tendance à prendre le dessus sur les enjeux de plus long terme. Étant liée à une certaine prise de risque, il faut encourager, récompenser, et favoriser la culture de l'innovation, tout en arbitrant *in fine* les ressources d'auto-financement.

L'innovation est comme un arbre de vie. Elle est indispensable à la compétitivité et au développement d'une entreprise industrielle et technologique comme SAGEM. Pour la favoriser, il faut fertiliser un terreau fait d'acteurs ayant la culture de l'innovation par des méthodes et rituels collaboratifs. Pour la faire croître, il faut la piloter au plus haut niveau de l'entreprise, et allouer des ressources permettant de transformer raisonnablement une idée en vraie opportunité de business. Alors l'arbre donnera ses fruits qui nourriront la croissance future de l'entreprise. 🌳



L'innovation, l'arbre de vie

L'INNOVATION SOUS TOUTES SES FORMES

L'ONERA EXPLOITE TOUTE LA VARIÉTÉ DE SES MOYENS POUR PRODUIRE OU COPRODUIRE DES INNOVATIONS

S'il est vrai que les mots ont changé et que l'organisation de la recherche appliquée a été profondément modifiée tant en France que dans le monde, la mission de l'ONERA demeure, depuis sa création il y a 70 ans, de développer l'innovation technologique pour le secteur Aérospatial et Défense (ASD). Cet ADN se manifeste dans toutes les formes de l'action de l'ONERA et peut s'illustrer par des exemples récents d'innovations « réussies ».

Les missions de l'Onera : sous le signe de l'innovation

Exploiter au mieux les technologies existantes, préparer et anticiper les ruptures technologiques en s'appuyant sur le progrès scientifique pour garantir l'excellence de nos industries de défense, aéronautiques et spatiales, c'est en substance la mission confiée par l'État à l'Onera. S'y ajoute celle d'expertise pour la puissance publique. Avec le soutien d'une subvention de la DGA couvrant la moitié de son budget, l'activité

de l'Onera prend un grand nombre de formes, sous des financements divers. Nous en donnons quelques illustrations pour chacun des types d'activité. Ces activités s'inscrivent dans un continuum qui va de la compréhension fine de la physique à la preuve de concept, en passant par la modélisation, la simulation numérique, l'expérimentation généralisée, jusqu'à des tailles considérables comme dans les grandes souffleries de Modane-Avrieux et du Fauga-Mauzac. Grâce à son insertion dans les cycles d'innovation industriels, l'Établissement peut s'enorgueillir d'apporter une bonne dose d'Onera-Inside dans la quasi-totalité des programmes civils et militaires, voire spatiaux.

On attend en effet beaucoup de l'Onera en terme d'innovation, comme dans le récent projet retenu par l'ANR dans le domaine de la détection, identification, neutralisation pour la lutte contre les drones aériens non coopératifs civils (Angelas). L'Onera fédère depuis début 2016 la filière aéronautique AirCar qui compte dix instituts Carnot. L'objectif du consortium est de comprendre les besoins des PME et ETI pour démultiplier leur capacité d'innovation. Il maille géographiquement les bassins d'emploi de la filière et devrait générer une activité de 10 millions d'euros par an.

Une innovation qui naît de toutes les formes d'activité de l'Onera

L'Onera structure ses actions sur ressources propres en **projets de recherche multidisciplinaires** (PR, PRF). Des innovations significatives en métrologie 3D des écoulements ont été ainsi mises au point (*Particule Image Velocimetry*, *Background Oriented Schlieren*, peinture sensible à la pression). Un concept d'essaim de

drones coordonné pour la surveillance aérienne basse altitude à base de radar passif est en cours de développement. Une méthode innovante d'extraction des forces de traînée à partir de calculs aérodynamiques fait l'objet du logiciel *Far Field Drag* utilisé industriellement pour la conception.

Un concept de *winglet* actif pour le contrôle aéroélastique d'aile d'avion est à l'étude, le défi de la conception de céramiques à haute résistance, et transparentes a été relevé. L'Onera est également le seul établissement en Europe capable de mettre au point des vecteurs hypervéloces grâce à ses compétences en matière de statoréacteur et superstatoréacteurs (missiles supersoniques, combustion sub et supersonique). Uniques également le système Graves, qui permet de surveiller les satellites survolant la métropole, ou les radars transhorizon à onde de ciel ou de surface permettant la détection de trafic aérien ou maritime à très grande distance.

L'Onera bénéficie également d'**études amont** (EA) de la DGA. Il est le concepteur et réalisateur du moyen aéroporté de mesures hyperspectrales Sysiphe. Ce moyen quantifie l'apport de l'imagerie spectrale aux besoins militaires et étalonne les spécifications des systèmes futurs. Un concept d'arrière-corps réalisant un compromis optimal entre aérodynamique et furtivité pour le Neuron est également né des études amont.

Les **thèses de doctorat** sont également un puissant facteur d'innovation, scientifique d'abord, mais aussi technologique. C'est par exemple dans une thèse sur l'hyperfocalisation de la lumière à l'aide de nanostructures du laboratoire commun Minao avec le CNRS, qu'a émergé l'idée d'un résonateur de Helmholtz optique. Après avoir abordé les aspects fondamentaux

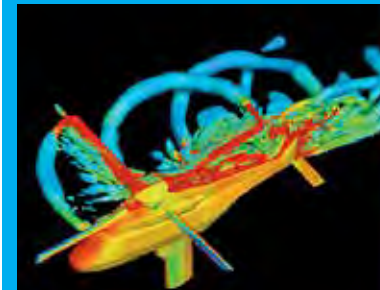
Révolution dans les pales d'hélicoptères : un travail d'équipes sur la durée

1991 Le concept et son évaluation
L'ONERA utilise ses outils de calcul pour mettre au point une pale plus silencieuse

1998 Du concept à l'idée
Définition avec le DLR d'ERATO, nouvelle forme de pale à double flèche qui réduit l'interaction des tourbillons. Des essais en soufflerie confirment les performances

2001-2008 L'idée est appliquée
En 2005, brevet commun ONERA-Airbus hélicoptères. La pale BlueEdge est essayée en vol

2015 Transfert de technologie à l'industrie
Airbus-Helicopters dévoile le H160, équipé de pales BlueEdge, 50 % moins bruyant que le Dauphin



Légende



Légende



2015 Airbus Helicopters dévoile son nouveau modèle révolutionnaire quasi-silencieux H160, issu du concept Erato développé à l'ONERA

de ces nanostructures qui permettent l'excitation d'ondes plasmoniques, et par résonance, la concentration de la lumière, des nano-résonateurs sub-longueur d'ondes ont été développés dans les salles blanches de MINAO.

La **coopération internationale** peut s'illustrer par le laboratoire Sondra sur les observations radar, combinant la physique et le traitement. Alliance de l'Onera, du DSO Defense Laboratories et de l'Université de Singapour, et enfin de Centrale-Supélec, le dispositif mêle les cultures d'innovation. Une innovation clé ? Un système de reconnaissance des avions basé sur l'utilisation des ondes radio-ambiantes : cette technologie, utilisant l'empreinte radar de chaque appareil, vérifie que l'avion qui se présente à la tour de contrôle est bien celui qu'il prétend être. Pour aller au-delà du *proof of concept*, Sondra aura recours à une entreprise pour élaborer un produit, voire un service au profit d'un aéroport. Cette

technologie va aussi être adaptée pour l'identification, la caractérisation et l'évaluation de la dangerosité de drones.

Le **Partenariat de Recherche et Innovation** (PRI) est un nouveau mode de coopération proposé aux grands groupes, ETI ou PME. Il permet, sur 3 à 5 ans, de valoriser les travaux réalisés par l'Onera et d'en accélérer le transfert. Une illustration : le PRI avec Sofradir, fabricant des détecteurs infrarouge pour des applications militaires, spatiales et industrielles, qui fait suite à des études amont avec le CEA et Sofradir, lui-même issu d'un PR. L'objectif est de concevoir les générations futures de détecteurs et d'apporter aux systèmes optroniques des produits à la performance accrue en termes de détection et de fonctionnalités. Les détecteurs infrarouges sont au cœur de multiples applications : caméras thermiques, autodirecteurs de missiles, systèmes de surveillance, conduites de tir, ou encore satellites d'observation. Les futurs produits seront beaucoup plus compacts et dotés de nouvelles capacités de détection (imagerie haute résolution, hyperspectrale, 3D).

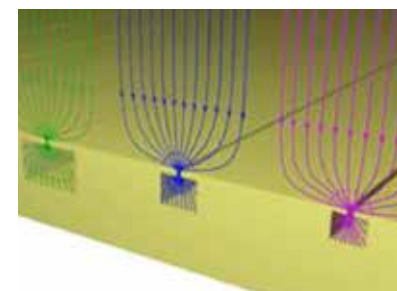
L'activité **Innovation Industrielle** est complétée par le service de Transfert de Technologie en charge du développement de l'activité, de la valorisation et du transfert, principalement vers les PME et ETI, ou en dehors des secteurs ASD. Le dispositif Rapid de la DGA est mis à profit pour transférer l'innovation vers les PME comme avec

cet analyseur de front d'onde interférométrique développé par la société Phasics sur brevet Onera. L'Onera, qui est également partie prenante de SATT, porte trois des huit projets 2015 dont celui de Paris-Saclay.

Intégrer les cycles d'innovation des industriels

De par sa mission, l'Onera est au cœur des processus d'innovation des industriels du domaine ASD. Qu'il s'agisse de développement de matériaux avancés (alliages issus de la métallurgie des poudres pour les composants de moteurs pour Safran, composites à matrice céramique pour coiffe de missile pour MBDA), de développement de sondes de mesures de pression non givrantes (avec la société Amostat), de radars à ondes de surface pour Thalès, l'Onera va au-delà du transfert de l'idée initiale, accompagne et soutient l'ensemble du cycle de développement, jusqu'à la certification. Cela peut nécessiter de nouvelles innovations, la modélisation et l'expérimentation analytique, ou plus, intégrée en soufflerie, voire la participation à des campagnes de validation.

Au sein de ses logiciels de simulation et d'optimisation, de ses capacités de mesures, d'expérimentations et de développement technologique l'Onera innove aussi en permanence ... pour ouvrir la voie aux innovations futures. 🚁



Résonateurs de Helmholtz optiques isolant une longueur d'onde unique et concentrant le champ

L'INNOVATION PARTICIPATIVE CHEZ NEXTER SYSTEMS*

« QUAND UNE IDÉE RENCONTRE SON MARCHÉ, NOUS SOMMES EN PRÉSENCE D'INNOVATION »

Nombre de découvertes scientifiques des années 1930 ont trouvé leur application dans le conflit mondial qui suivit sans souci d'une quelconque notion de part de marché. L'ouverture des marchés dits « domestiques », la concurrence des BRICS et la pluralité des profils des clients - utilisateurs imposent à l'industrie de défense occidentale de dépasser le simple développement et donc, d'être innovante.



par **Frédéric Bouty**, ICA

■ **Directeur de la Stratégie du groupe Nexter**

Avec l'aide de **Thierry Le Goff** et **Benjamin Fafart**

Frédéric Bouty (X80, SupAéro, MBA-HEC/CPA, CHEAr) a exercé dans le groupe Giat Industries puis le groupe Nexter : Production, Ingénierie, Equipe industrielle trinationale GTK-VBCI-MRAV (1998) Direction de projets (dont VBCI jusqu'à 2000), Achats, Marketing, Développement de projets de coopérations et de rapprochements industriels à l'échelle nationale et européenne. Directeur de la Stratégie du groupe Nexter depuis 2010, membre du conseil d'administrateur de Nexter Systems SA, il est également membre du Conseil de Surveillance de tnsMARS SAS (co-entreprise Thales-Nexter-Sagem), et du Conseil de Surveillance de Nexter Robotics SAS (filiale de Nexter Systems), deux sociétés dans la création desquelles il a été très impliqué.



Salle immersive permettant de mettre au point des environnements en 100% virtuel - © Nexter

L'innovation participative (ou inconsciente)

Dans un groupe comme Nexter Systems, il n'est pas anodin de déployer un processus appelé « Innovation », d'y adosser le qualificatif « participative » et de l'intégrer au système de management qualité de l'entreprise. D'aucuns ont pu se demander s'il n'y avait pas là tentative à enfoncer une porte ouverte, ou une preuve de défiance sur la qualité des travaux du bureau d'études (40 % des ressources humaines).

L'objectif de cette démarche mise en œuvre depuis 2011 est en fait d'identifier toutes les op-

portunités d'innovation et d'y faire participer l'ensemble des personnels en mobilisant tout leur potentiel créatif. Bien évidemment, une entreprise qui consacre 14 % de son chiffre d'affaires à la R&D s'appuie principalement sur son bureau d'études, dont la mission est bien de développer des solutions compétitives et innovantes. Ce besoin de nouvelles solutions nécessite une part d'inventivité, de créativité pour générer des idées ou concepts différenciants. Et quand une idée rencontre son marché, nous sommes en présence d'innovation, sans même en prendre conscience. Le processus d'innovation a donc eu pour premier mérite de mettre plus en lumière cette réalité : le bureau d'études innove !

Répondre au besoin ne veut pas dire pour autant se limiter à atteindre une performance technique. Que le pilotage du processus soit confié à un binôme mixte marketing (Benjamin Fafart) - ingénierie (Thierry Le Goff) permet ainsi l'appréhension des besoins du marché difficiles à déterminer, et donc l'ouverture aux ruptures et à la réelle différenciation.



Un représentant de la gamme de robots terrestres Nerva



* Le rapprochement entre Nexter et KMW acté en décembre 2015 sera détaillé dans notre prochain numéro.



Simulateur live, des maquettes fonctionnelles de pilotage des principaux véhicules terrestres - © Nexter

De la lettre de mission à l'état d'esprit

Le qualificatif « participative » accolé au terme « innovation » signifie que l'on vient élargir la population concernée par la mission d'apporter une « idée », matière première brute, qui deviendra peut-être une innovation. Le processus « Innovation participative » traite donc du management des idées liées à la stratégie de l'entreprise déclinée selon trois axes : son marché, ses produits et services, et son processus de production. Ces axes sont déclinés en directives précises qui viennent cadrer et inciter la génération d'idées. C'est à ce titre que ce processus relève de la Direction de la stratégie.

La génération d'idées est stimulée par le biais de défis ou de séances de créativité, mais de nombreuses idées sont déposées spontanément grâce à l'interface intranet dédié, ceci confortant l'hypothèse que, par leur culture propre, leur expérience, leur littérature choisie, certains collaborateurs développent des idées nouvelles et souhaitent les partager. L'entreprise se décloisonne en permettant à chacun de proposer des idées sur des domaines où il n'est pas reconnu et qu'une organisation classique limite grandement.

« En 5 ans, près de 2000 idées ont été déposées sur internet »

Le défi à relever pour les deux co-pilotes du processus est de rendre culturels la possibilité et l'intérêt de déposer des idées, et, simultanément, de sanctuariser le participatif comme outil de résolution ou de réflexion. Dans les deux cas, c'est par une communication renforcée que les actions sont menées. La forme de communication elle-même se veut innovante, et le fond se doit de présenter les succès et la force des ressources

du Groupe. En cinq ans, près de deux mille idées ont été déposées ce qui confirme l'implication des collaborateurs.

Système innovant collectif et en partenariat

« Quand on est seul, on devient nécessaire » dit le proverbe, mais cette tentation que pourrait vivre un bureau d'études n'est heureusement plus d'actualité. Qu'il s'agisse de l'amont ou de l'aval de l'idée, l'implication de différents acteurs internes ou externes à l'entreprise permet l'éclosion de l'innovation.

La composition pluridisciplinaire du comité qui analyse les idées permet à chaque métier, à chaque fonction (opérationnel, achat, architecture, développement produit, commerce, analyse concurrentielle, propriété intellectuelle, production, ressources humaines, etc.) d'apporter sa contribution. Cette participation fédère les hommes autour de projets d'entreprise et permet également à certains personnels de se révéler. Le système établi se veut donc innovant tout autant que vertueux.

Plus loin, la démarche vient moduler certains us et coutumes en s'immisçant dans le processus de développement au même titre que le « make or buy » a pu le faire. Il est mieux admis désormais de faire appel à une séance de créativité ou à un défi pour résoudre un problème ou répondre à une exigence extraordinaire d'un client. Par cet appel, les innovateurs se sentent d'autant plus impliqués aux différents projets du groupe.

A l'extrême, un développement tout participatif sur des thèmes généraux en amont de programme est tout à fait imaginable, même si les grands résultats ne seront exploités que plus tard. Ce déploiement sur des projets de moyen - long terme permettra une différenciation plus marquée mais aussi facilitera une capacité à se mobiliser.

L'innovation provoquée

Face à une problématique pour laquelle un œil neuf pourrait être plus pertinent que les regards - certes concentrés mais parfois trop - des responsables de développement, le processus d'innovation propose une procédure de mobilisation très large : le défi.

Par un cadrage simple, la problématique est soumise à l'ensemble des personnels de l'entreprise par le biais d'intranet, du réseau télévisuel interne ou d'un affichage dédié, le tout sur une période d'une semaine ou plus. Chacun est appelé à se pencher sur la résolution en proposant des idées dont la collecte se fait ensuite sur intranet.

Des événements sont également mis en place au cours desquels les collaborateurs se verront expliciter le besoin et son environnement, et où ils pourront participer à de mini-séances de créativité. Les idées collectées sur formulaire papier seront ensuite saisies et analysées par le prescripteur. Enfin, les résultats seront communiqués à tous les personnels pour promouvoir l'implication à la démarche. Un exemple : lors d'un développement, la question d'intégrer des contraintes sanitaires particulières à une version « ambulance » d'un véhicule blindé a pu rassembler soixante-neuf idées exploitables déposées par des personnels qui ne faisaient que « passer devant un tableau ».

Ce processus est désormais déployé au sein des trois pôles du groupe Nexter (Systems, Munitions et Équipement) ; le pilote Groupe déclina les orientations stratégiques en assurant la cohérence des actions avec le rythme propre à chaque activité.

L'objectif de cette démarche d'innovation participative est donc bien de mobiliser tous les personnels de l'entreprise, au-delà du bureau d'études mais en pleine collaboration avec lui, de les voir adhérer et s'impliquer spontanément aux projets du Groupe et ainsi contribuer à son développement. 🐼

L'INNOVATION, AU CŒUR DE LA STRATÉGIE DE THALES

Le groupe industriel a décidé de largement investir dans l'innovation, à la fois par des partenariats académiques, des collaborations avec des PME et l'implication des clients dans des « innovation hubs ». Compte tenu du grand nombre de technologies à maîtriser, de la variété des produits, des nouvelles approches capacitaires, la tâche est immense, mais facilitée par la révolution du numérique. Un changement de culture avec des risques et ouvertures pour rester dans le peloton de tête.

Innover, une exaltante nécessité

La technologie fait partie de l'ADN de Thales. Les efforts considérables que le Groupe consacre à la Recherche et Développement (R&D) le démontrent. Plus d'un employé sur trois travaille dans la R&D, soit environ 24 000 personnes, dont 60 % sont localisés en France. La partie la plus amont de cette R&D, celle désignée traditionnellement par R&T (Recherche et Technologie) mobilise à elle seule quelque 3 000 personnes.

Nous faisons nôtre cette définition de l'innovation comme étant « une idée qui rencontre son marché ». Cette notion de marché, et avec elle d'usage, est fondatrice. L'innovation peut conduire à des performances plus élevées, une plus grande facilité d'usage, de nouvelles fonctionnalités, mais également à un ratio prix / performance en rupture par rapport aux solutions précédentes. A cet égard, l'innovation est l'affaire de tous. C'est un état d'es-

prit, une culture. Depuis quelques années, Thales, à l'instar de nombreux autres industriels, a placé l'innovation au centre de sa stratégie. Plusieurs tendances de fond expliquent cette évolution.

La plus puissante est incontestablement la révolution numérique. Elle touche l'ensemble des secteurs industriels et des acteurs économiques tout autant que le grand public. Le numérique transforme en profondeur les processus de conception, de fabrication, et de diffusion. Il engendre de nouveaux usages, soutenus par de nouveaux modèles d'affaires.

« Le numérique transforme en profondeur les processus de conception, de fabrication, et de diffusion. »

Un autre facteur réside dans la difficulté croissante pour le client et l'utilisateur final à définir précisément leurs besoins. Au cahier des charges et au descriptif détaillé de la solution succède désormais l'expression de besoins capacitaires.

Enfin, la globalisation ouvre les marchés et accroît la pression concurrentielle. Dans cette optique, l'innovation constitue un différenciateur essentiel par rapport à la concurrence. Focalisée sur l'analyse de la valeur, l'innovation s'impose comme un formidable levier d'amélioration de la compétitivité.

Les grandes lignes de la stratégie d'innovation de Thales

Créer et vendre des produits compétitifs permettant de conquérir des parts de marché, telle est notre vision de l'innovation. Une vision fondée sur l'ouverture et le partenariat que nous nous efforçons d'appliquer dans plusieurs dimensions :

- une dimension technologique grâce à la collaboration avec les laboratoires académiques ;
- une dimension entrepreneuriale par le rapprochement avec les PME et les start-ups ;

- une dimension « marché » par la co-innovation d'usage avec les clients et leur écosystème.
- Chaque territoire ou écosystème peut adapter l'une ou l'autre des modalités avec ses propres critères de succès et, dans certains cas, combiner les trois approches de manière plus holistique.

Partenariats académiques : un ressourcement indispensable

L'étendue technologique de Thales est considérable. Par exemple, les produits de Thales couvrent un spectre électromagnétique depuis quelques kHz jusqu'aux rayons X. En termes de conditions environnementales, certains roulent, d'autres flottent, plongent, volent, explorent la surface d'une planète, voire voyagent dans le vide intersidéral. Le groupe possède des expertises pointues dans le domaine de la physique, des composants, des algorithmes, du logiciel, des systèmes... Le champ de l'exploration et de l'innovation technologiques est immense. Même compte tenu de la vaste expertise interne, le ressourcement scientifique et technique du groupe passe par des partenariats avec les meilleurs laboratoires académiques.

Thales et le CNRS ont récemment célébré le 30^e anniversaire de leur premier contrat cadre. Le bilan de cette longue collaboration est impressionnant : environ 1 000 étudiants ont passé leurs thèses dans ce cadre, plus de 200 projets de recherche ont été menés, et une centaine de brevets communs a été déposée.

Sous différentes formes, le partenariat avec les laboratoires académiques est la règle.

La forme la plus informelle est tout simplement la **proximité des équipes**. Faciliter cette proximité a guidé Thales pour les choix d'implantation de ses laboratoires *corporate* : Palaiseau au cœur du Plateau de Saclay, à proximité des grandes écoles et de l'université Paris Saclay, et avec la même logique Londres, Delft, Québec et Singapour.

Les **projets collaboratifs**, européens ou nationaux sont un cadre privilégié pour des projets communs.

L'aide apportée sous forme de subventions amplifie les efforts de recherche, tandis qu'un consortium de qualité permet des synergies et des complémentarités.

Concernant la France et le domaine de la défense, on ne peut que se féliciter de l'ensemble des **dispositifs mis en place par la DGA**, les études amont et les RAPID. Les PEA, les ETO et les RAPID maintiennent leur niveau de financement malgré la pression budgétaire, et couvrent un large spectre d'innovation, depuis les concepts amont jusqu'aux prototypes.

La forme de partenariat la plus forte est le **laboratoire commun**. Le premier, établi en 1995, est l'UMR 137 de physique, localisée à Thales Research & Technology, à Palaiseau. Cette longue expérience conforte notre confiance dans cette démarche. Les défis posés par Thales fournissent un challenge scientifique motivant aux équipes du CNRS. En retour, les équipes de Thales imaginent des ruptures pour nos applications à partir des avancées fondamentales de l'UMR.

Thales compte aujourd'hui une vingtaine de ces laboratoires communs avec des acteurs académiques, en France et à l'étranger comme à Singapour (avec NTU), Hong Kong (avec Hong Kong University of Science & Technology) et au Canada (avec l'université Laval).

Pour qu'un partenariat avec un acteur académique soit réussi, il faut l'inscrire dans un cadre adéquat, simple et clair. Aussi, Thales met systématiquement en place un accord cadre, couvrant l'ensemble du domaine du groupe, définissant des clauses communes, notamment de propriété intellectuelle, pour les différents projets qui seront réalisés sur la durée du contrat cadre. Aujourd'hui, une cinquantaine d'accords cadre sont en place.

En complément de ces différentes modalités de coopération, le groupe soutient, via de nombreuses thèses, la « Formation par la recherche ». Pour la France, le cadre CIFRE (y/c CIFRE DGA) nous semble le plus adéquat avec les objectifs de formation et d'employabilité.

Être au contact des entreprises innovantes

Les PME sont une composante extrêmement dynamique de l'économie, à la fois par l'activité générée mais aussi par leur potentiel d'innovation. Les PME et les ETI représentent chacune un tiers des 2 mil-

liards d'euros des achats de Thales en France.

Au-delà de relations purement commerciales, Thales organise depuis plusieurs années des journées thématiques (sur la radio, l'optique, la cybersécurité, par exemple) pour détecter en amont des PME qui pourront devenir de futurs partenaires. Ces journées réunissent plusieurs dizaines de PME spécialistes du thème choisi et différentes équipes de Thales. Cette phase de « découverte » est suivie par d'autres rencontres, bilatérales celles-là, qui permettent d'explorer plus en détail des pistes de coopération.

Les start-ups sont naturellement intégrées à cette démarche. Toutefois, ce n'est pas suffisant pour appréhender l'étendue des transformations techniques, d'usage ou de « *business model* » qu'elles sont susceptibles d'apporter.

En conséquence, le groupe a défini un certain nombre d'actions plus spécifiques en direction de plusieurs écosystèmes de start-ups parmi les plus performants.

En France, Thales s'est rapproché des différents incubateurs et accélérateurs que des initiatives publiques ou privées ont mis en place. Thales est ainsi membre fondateur de l'accélérateur Starburst (Paris), spécialisé dans le domaine aéronautique et spatial. Aux États-Unis, les liens sont en place avec les écosystèmes d'innovation de Boston (centré sur le MIT) et de la Silicon Valley.

L'innovation par l'usage : comprendre le marché

Le troisième pilier du dispositif d'innovation de Thales est la co-innovation avec les clients et leur propre écosystème. Il s'agit de processus interactifs, itératifs, pour engager un dialogue entre l'industriel et ses clients, les utilisateurs finals.

Ces approches se focalisent sur le partage des problèmes à résoudre, la compréhension des scénarios d'opération, des besoins capacitifs et des usages.

Au sein de Thales, cette démarche se concrétise dans les Innovation hubs. Un Innovation hub rassemble des outils et des méthodologies qui permettent d'expérimenter différents scénarii et usages et d'engager un travail collaboratif de réflexion sur les solutions envisageables et leurs bénéfices. Nous utilisons plusieurs approches dont principalement :

- le *design thinking*¹ ;
- l'approche C-K² ;

- le prototypage rapide grâce, en particulier, à cette révolution que constitue la fabrication additive (l'impression 3D) ;

- la modélisation et la simulation, par le biais, notamment, de laboratoires technico-opérationnels.

Au-delà des aspects méthodologiques, la réussite de ces approches réside toujours dans la qualité des membres de l'équipe et du soin apporté à la représentation multidisciplinaire des intervenants.

Au nombre d'une vingtaine dans le Groupe, ces Innovation *hubs* peuvent être spécialisés sur un domaine d'application (par exemple les cockpits du futurs, les systèmes C4I) ou généralistes.



Séance de travail au Innovation Hub de Singapour

Affermir la culture de l'innovation

L'innovation doit être visible aussi bien au sein de l'entreprise que de ses clients et partenaires. C'est dans cet objectif que Thales a créé les prix de l'innovation (Thales InnovAwards) qui récompensent les projets les plus innovants conduits au sein de l'entreprise et ce, quelle que soit leur nature. Véritable « compétition de l'innovation », cette initiative mobilise le personnel du Groupe et valorise ses résultats. Pour rendre son innovation visible à ses clients et partenaires, Thales organise régulièrement un salon de l'innovation (appelé InnovDays) ainsi qu'un salon de la recherche (ResearchDays). De très nombreux visiteurs externes viennent y découvrir nos dernières innovations et rencontrer nos équipes.

L'innovation est devenue une nécessité pour tous les acteurs de l'économie. La compétition mondiale, la révolution numérique, le besoin de rester dans le peloton de tête (pour un pays, comme pour un industriel) nous y poussent. Mais innover ne se commande pas. Il faut accepter de faire différemment, de prendre des risques, de s'ouvrir. L'innovation exige le plus souvent une évolution radicale de nos modes de pensée et de fonctionnement.

C'est le chemin, parfois long et ardu, qu'a choisi d'emprunter Thales en adoptant le principe d'une innovation ouverte à l'ensemble des acteurs externes et sur l'ensemble de la chaîne de valeur. 🐘



par **Marko Erman**,
Senior Vice President

■ **Directeur technique
du groupe Thales**

Marko Erman (X75, télécom, doctorat d'État), a été directeur de la Division Imagerie Professionnelle des Laboratoires Electroniques Philips, avant d'entrer chez Alcatel en 1993, où il sera directeur technique et de la stratégie d'Alcatel Optonics en 2001. En 2003, il a rejoint le groupe Thales, comme directeur R&T de la Division Systèmes Terre et Interarmées.

1) Le Design Thinking est une méthode d'innovation largement utilisée aux États-Unis, mise au point dans les années 80 par Stanford, qui mélange les approches analytique et intuitive. Le design thinking permet de façon efficiente de cadrer le problème, de générer des idées et des bribes de solutions, de prototyper et enfin de « tester » le concept.

Le processus est fait pour stimuler l'inspiration, le partage, et l'empathie.

2) L'approche C-K (Concept Knowledge) est une approche structurée de l'exploration collaborative des arbres de solutions afin d'accélérer le processus de création et d'augmenter la capacité de l'équipe à tirer tout le bénéfice des idées générées.

DCNS RESEARCH: L'INNOVATION EN MODE PME COMMENT ACCÉLÉRER LE TRANSFERT DE TECHNOLOGIES DU MONDE ACADÉMIQUE VERS L'UNIVERS INDUSTRIEL ?

Introduire dans le développement de ses grands programmes complexes des technologies issues de la Recherche est le défi à relever par DCNS Research. L'alliance de l'expertise, la recherche et la commercialisation rapide de solutions améliorera la compétitivité des produits du groupe DCNS grâce à l'innovation. Acteur de premier plan dans le pilotage de projets collaboratifs, nous contribuons à fluidifier les échanges entre deux mondes.

Les partenariats de recherche, source d'innovation

L'innovation doit permettre de créer un avantage compétitif dont un groupe industriel comme DCNS a plus que jamais besoin. Alors que les budgets de la défense se réduisent en France, DCNS doit vendre ses produits à l'international, sur un marché du naval de défense où la concurrence est de plus en plus rude avec de nouveaux entrants très actifs.



par **Gilles Langlois, ICA**

■ **Directeur DCNS Research
et PDG de Sirehna**

Gilles Langlois a commencé sa carrière comme architecte d'ensemble des frégates Delta et FREMM. En 2010, il devient directeur de la Préparation de l'avenir de la division Systèmes Navals de Surface de DCNS. Le 3 mars 2014, il prend la tête de DCNS Research, au sein de la Direction de L'innovation et de la maîtrise technique de DCNS.



Navire B2M avec système de positionnement dynamique Sirehna

Les investissements en matière de recherche et de développement ne peuvent pas se limiter à nos propres moyens. Ils passent désormais par la capacité à développer des collaborations, avec les acteurs des mondes industriels et académiques pour mettre en commun des expertises, des ressources et ainsi accélérer le développement d'innovations qui peuvent provenir d'autres filières industrielles.

DCNS Research a engagé plus d'une vingtaine de projets collaboratifs en utilisant un large panel de dispositifs au plan national DGA (Rapid, Astrid), programme d'investissements d'avenir (IRT), ... et international (JCE, H2020). Le pilo-

tage de ces projets est assuré par les experts et ingénieurs de DCNS Research.

Une nouvelle forme de collaboration va voir le jour à partir de janvier 2016 par la création d'un laboratoire commun de recherche avec l'ENSTA Bretagne portant sur la simulation



Exemple de drone maritime exploité par Sirehna

numérique appliquée à la fatigue des matériaux et structures navales.

Cette démarche d'ouverture engagée par le Groupe se caractérise également par notre nouvelle implantation au sein de Technocampus Ocean, plate-forme mutualisée financée par la Région Pays de la Loire que nous occupons avec 13 autres acteurs comme Alstom, CEA TECH Pays de la Loire, Dassault Systèmes ... Technocampus Ocean regroupera environ 350 chercheurs et techniciens avec pour plus important locataire DCNS (150 personnes) : une force de frappe importante pour développer le collaboratif avec les différentes entités présentes.

Les avancées issues de nos études enrichies par un fort réseau d'experts

L'identification des futures ruptures technologiques passe par une expertise forte dans des domaines stratégiques en cohérence avec les enjeux de l'environnement naval. Notre réseau d'experts s'appuie sur un retour d'expérience riche de dizaines d'années de travaux au profit des programmes en cours. La mise en relation de ces différents experts spécialisés dans des domaines divers est également source de fertilisation de connaissances. Dernier exemple en date, les experts des domaines acoustique, interaction fluide - structure et hydrodynamique réalisent un projet commun contribuant à estimer, par simulation numérique, le bruit rayonné des futurs programmes de sous-marins ou de frégates.

La dynamique des PME

Les remises en cause permanentes des positions établies sont un facteur d'accélération de l'innovation, et la naissance de ruptures technologiques est souvent le fruit de PME dynamiques. Il est donc primordial de développer l'esprit d'entreprendre. C'est dans ce sens que Sirehna, PME spécialisée dans l'hydrodynamique et les systèmes de contrôle dynamique de plate-forme, a été intégrée à DCNS Research en 2011. L'objectif est de poursuivre son développement grâce à la commercialisation de produits de haute valeur ajoutée afin notamment de se donner des marges de manœuvre et surtout de confronter nos idées à la réalité du marché. Nous sommes ainsi en capacité d'implémenter sur des produits déjà existants des fonctions et systèmes innovants issus des recherches de nos équipes.

Les quelques 60 systèmes installés à bord de navires civils ou militaires en sont le meilleur exemple : auto-pilot 3D pour sous-marin, positionnement dynamique pour navire B2M ... permettent déjà de droniser ou robotiser certaines fonctions de passerelle.

Au-delà de l'intégration de cette filiale, DCNS met en place un « *innovation booster* » qui permettra d'accélérer la montée en compétences dans certains domaines comme par exemple la fabrication additive (La suite au prochain épisode). 📢

Sirehna : l'agilité d'une PME

Convention CITEPH : « Drone de surface instrumenté pour la sûreté maritime »

L'intégration d'une PME comme Sirehna à DCNS Research est un atout de poids dans la dynamique partenariale impulsée par le Groupe DCNS. En effet Sirehna vient de signer une convention CITEPH avec 3 partenaires Sofresud, Ineo E&S et Sillinger sponsorisé par le Groupe Engie, Total et Ineo Support Global pour mener un projet sur une année autour des drones de surface instrumentés. Le système de drone permettra de sécuriser une zone autour d'un site d'exploitation offshore. Le programme CITEPH est un programme de financement privé de projets de R&D relatifs aux technologies d'exploration et production d'hydrocarbures liquides ou gazeux. Cette coopération en co-traitance est rendue possible grâce à l'agilité de petites et moyennes structures comme Sirehna.

Zoom sur deux types de collaboration

Le programme Astrid PREdiction DES Mouvements du NAVire

Retenu par l'ANR et la DGA, PREDEMONAV contribue à l'ambition de « gagner un état de mer » en sécurisant certaines opérations navales. Le projet va démarrer au premier semestre 2016 pour une durée de 36 mois avec le LHEAA (unité mixte du CNRS et de l'École Centrale de Nantes).

Appontage d'aéronefs, lancement de missiles, enradiage de drones sous-marins ou de chalands sont autant d'opérations périlleuses à effectuer depuis une plate-forme subissant les effets de la houle. Pour assurer la sécurité de ces opérations, l'opérateur dispose aujourd'hui de systèmes d'aides à la décision, offrant une prédiction déterministe (maîtrisée) de 10 secondes. A travers l'étude, DCNS Research, Sirehna et ses

partenaires visent un horizon de prédiction déterministe d'une minute environ permettant de gagner un état de mer durant certaines opérations.

Joint Center of Excellence, un nouveau partenariat international pour DCNS

La signature, en octobre dernier, d'un JCE (*Joint Center of Excellence*) avec KACST, « *King Abdulaziz City for Science and Technology* » en Arabie Saoudite, doit favoriser le développement d'un centre de recherche et développement consacré au domaine naval et maritime. Cet accord ouvre la voie au développement de projets de R&D portant sur la corrosion, la robotique sous-marine et la courantologie, domaines clés étudiés par le Centre de recherche technologique de DCNS.

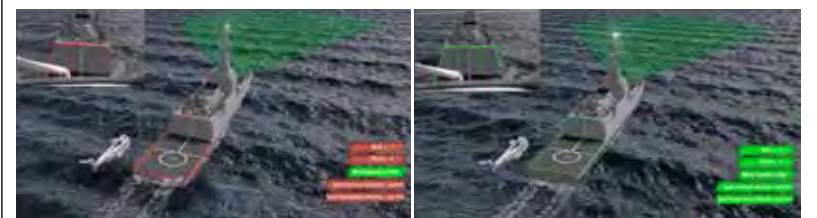


Illustration du futur système d'appontage sur corvette Gowind

L'INNOVATION, COMMENT FAIRE ?

BILAN APRÈS 10 ANS CHEZ AIRBUS HELICOPTERS

En 2006, une organisation dédiée à l'innovation hors du traditionnel giron de la recherche fut mise en place chez Eurocopter.

Après presque 10 ans et des succès comme le X3, mais aussi beaucoup d'autres réalisations moins connues, un bilan s'impose, avec un questionnement sur ce terme « innovation » tant utilisé, parfois galvaudé, avant tout porteur d'espoirs dans un monde de passionnés.

La genèse

La cellule innovation de la direction technique était guidée par un principe simple : « la recherche transforme les idées en technologie, l'innovation transforme les idées en valeur client ».

Cette organisation, pilotée par Philippe Roesch, a mis en place un processus d'incubation nommé I3 qui consistait en une collecte d'idées innovantes de toutes origines, avec, dans un premier temps, des budgets limités alloués, puis ensuite, un réel budget de développement si les idées étaient considérées techniquement et économiquement viables.



Le X3, détenteur du record du monde de vitesse



par **Jean-Brice Dumont**,
IPA

■ Directeur technique Airbus Helicopters

Jean-Brice Dumont a passé 8 ans au Centre d'essais en vol d'Istres sur les programmes Tigre et Cougar, avant de rejoindre Airbus Helicopters (alors Eurocopter) sur le NH90 dont il a été l'ingénieur en chef pendant 4 ans. Il est directeur technique depuis juin 2012.

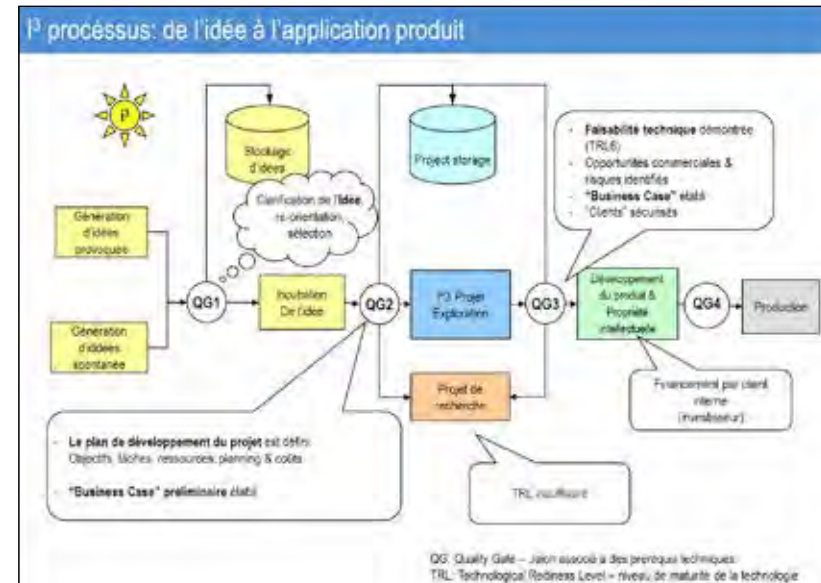
En clair, une version simplifiée des développements traditionnels, avec passage de « gates » mais devant un nombre réduit de décideurs et avec des moyens dédiés. C'est ainsi qu'un grand nombre de projets de natures variées ont vu le jour, depuis des projets simples de réduction de coût de conception ou de production de pièces élémentaires jusqu'à des projets de nouvelles formules de vol, les deux plus connues ayant été AFlight (vol sans pilote d'un EC145) et le très célèbre X3 qui est devenu le symbole fort d'une entreprise innovante au début de cette décennie.

Le revers de la médaille

Ce projet, s'il a passionné l'entreprise, a en revanche focalisé les attentions et les énergies sur un concept innovant mais qui n'a pas immédiatement abouti à un produit dévelop-

pable. Malgré un intérêt clairement exprimé par un grand nombre de clients, il reste en effet une étape de démonstration économique et technologique à franchir. C'est précisément à cette période que le mot « innovation » a pris un sens fort dans toute l'industrie et même au-delà. Il s'agit d'innover et d'être compétitif, sans avoir une compréhension homogène de ces termes pourtant liés. La période post-X3 au sein d'Eurocopter devenu Airbus Helicopters pourrait se nommer « innover notre innovation ».

1. L'innovation n'est pas cantonnée au produit, elle est partout : dans notre produit, dans nos procédés industriels, dans notre façon de travailler individuellement et en groupe, dans nos moyens de travail, depuis le mobilier de bureau jusqu'à la station de calcul surpuissante ou le robot industriel.



« Le vrai défi : développer cet esprit innovant chez chaque acteur de l'entreprise »

2. L'existence d'une organisation dédiée a été et reste un catalyseur de projets, mais elle ne doit pas masquer son essence. L'innovation est avant tout un état d'esprit bien au-delà des schémas hiérarchiques : le vrai défi est de développer cet esprit innovant chez chaque acteur de l'entreprise et de son écosystème, et ce sans nuire à une rigueur d'exécution industrielle qui peut souvent paraître en opposition. Aujourd'hui engagé dans un vaste plan de transformation afin de répondre au mieux aux attentes de ses clients, Airbus Helicopters entre également dans une nouvelle phase d'innovation avec deux axes distincts : continuer à pousser des innovations technologiques pour ne rien perdre de cet esprit pionnier qui fut celui des maisons mères Aérospatiale et MBB, mais aussi et surtout faire de chaque employé un acteur innovant.

L'innovation, nouvelle ère ?

Toutes les initiatives issues d'I3, ou de nos employés, ont un point commun : elles restent limitées aux produits et aux technologies ayant

trait à la division hélicoptères du groupe Airbus. Or deux axes supplémentaires sont autant d'opportunités à ne pas manquer, mais présentent des risques réels.

1. Le groupe Airbus offre, plus encore qu'EADS avant 2014, de fortes opportunités de synergies. Ainsi l'entité centrale nommée « *Airbus Group Innovations* » peut et doit porter son nom. Elle est le lieu de convergence d'idées communes et le lieu de partage d'expertises complémentaires. Un exemple simple avec les applications hybrides ou électriques sur nos aéronefs : dans un environnement de technologies à forte évolution tirées par le marché de masse de l'automobile, un partage de ces technologies et de leurs applications sur tous types de porteurs (du petit hélicoptère au satellite en passant par l'aviation générale) est fructueux.

2. L'essor de la digitalisation est un autre virage technologique ayant une influence de premier ordre, générant un potentiel d'innovations que le groupe doit capturer au mieux. Les exemples sont ici nombreux et deux peuvent résumer le défi :

- les logiciels dont les cycles de développements sont longs et coûteux, parce qu'extrêmement réglementés : l'accès à toute sorte de code en

« *freeware* » ouvre un champ qui ne peut être balayé par l'argument « ne sera pas certifiable ». Les puissances de calcul sont telles que la place des logiciels à bord de nos appareils va évoluer comme elle l'a fait dans nos vies ; - le « *big data* » appliqué au suivi en service de nos aéronefs : les données de vol des aéronefs de nos clients sont une source d'information très précieuse pour savoir précisément comment vivent et évoluent ces appareils et offre donc des perspectives d'amélioration de la sécurité et de la fiabilité, mais aussi de la qualité du service au client par une meilleure anticipation.

Ces exemples ne servent qu'à démontrer que l'approche innovante de toute organisation doit avant tout suivre le principe darwinien, et s'adapter à son environnement qui évolue en permanence. Les révolutions technologiques en cours, les changements sociologiques personnalisés par la génération Y sont autant de signes que la seule bonne façon d'innover est celle qui évolue en permanence. 🐘

Le X3

Lancé en 2009, ce projet fut réalisé en un temps record par des équipes dédiées, isolées dans le plus grand secret, à l'instar des légendaires skunkworks de Lockheed Martin. La campagne de vol a permis de valider ce concept (pas si nouveau !) du girodyne en terme de simplicité de conception associée à la capacité à voler à haute vitesse. L'apogée de ce projet a été atteinte, d'une part, avec le record du monde de vitesse en hélicoptère (255 nœuds), et d'autre part, avec une campagne « à l'américaine », ponctuée par un spectaculaire atterrissage au Pentagone devant les élites du ministère de la Défense aussi intéressées que surprises. Soulignons pour finir le succès humain. La sélection du « *staff* » a judicieusement allié des jeunes en devenir à du personnel très expérimenté, apportant dynamisme et expertise dans le projet et libérant à l'issue des employés formés et motivés.

LA FILIÈRE MISSILES : UNE POLITIQUE D'INNOVATION INNOVANTE !

Comme toute entreprise de défense, MBDA se doit évidemment de mettre en œuvre une stratégie d'innovation. Si un certain nombre d'outils mis en œuvre sont bien connus, certains s'avèrent spécifiques à MBDA (MCM-ITP), voire originaux (Concept Vision). C'est l'osmose entre outils largement utilisés, spécifiques et originaux qui permet de qualifier d'innovante l'innovation de MBDA !

En préambule, il conviendrait de souligner que le thème de l'innovation dans une entreprise peut apparaître comme un thème d'une grande banalité. Laquelle ne se proclame pas en effet être « une entreprise innovante au service de ses clients » ? Or, pour toute entreprise du secteur civil, l'innovation reste le moteur essentiel de l'entreprise, le marché constituant le plus souvent un juge de paix impitoyable, en consacrant les entreprises les plus innovantes au détriment des moins efficaces en matière d'innovation. Cette loi s'applique évidemment pour les entreprises de défense, mais ce secteur reste soumis à des règles spécifiques bien connues qu'il convient de rappeler :



Sniper
Le missile anti-sniper de combat urbain de 1 kg avec « lanceur revolver »

- le produit de défense est un produit d'abord développé au profit des forces armées domestiques et doit donc répondre au mieux à leurs besoins : l'innovation de défense doit être performante ;
- la durée de développement de ce produit est longue et sa durée de vie est importante. Il faut donc anticiper et se projeter à long terme pour l'identification des innovations et technologies optimales à mettre en œuvre : l'innovation de défense doit être résiliente ;
- le marché de défense est un marché strictement contrôlé, où la puissance publique a tout pouvoir d'autorisation de vente des produits de défense de son industrie. L'innovation de défense doit donc être financée, au moins pour sa plus grande partie, par la puissance publique, soumise en France et en Europe depuis longtemps à des budgets de défense très contraints : l'innovation de défense doit être efficace.

Tels sont donc les trois principales caractéristiques des politiques d'innovation des entreprises de défense. Pour une entreprise comme



Vigilus
Élément de commandement du système de drone d'attaque
(Concept Vision 2013)



Flexis
Le missile multi-missions en kit
(Concept Vision 2015)

MBDA, *pure player* défense et partenaire de la DGA dans le domaine souverain des systèmes de missiles, ces caractéristiques deviennent des obligations envers ses clients domestiques. La performance, la résilience et l'efficacité de l'innovation dans une entreprise comme MBDA reposent d'abord sur l'entreprise et les actions qu'elle mène de façon autonome en la matière. Ces actions peuvent être internes à l'entreprise, ou menées à son initiative avec des partenaires externes.

Les actions internes de MBDA en matière de développement de l'innovation

MBDA doit bien évidemment disposer d'ingénieurs, de techniciens et d'ouvriers très qualifiés, et bénéficiant d'une importante formation continue en qualité et en quantité. Elle doit également s'appliquer à mettre en place une organisation propice à l'innovation dans le domaine industriel, technique et technologique, mais aussi dans l'ensemble de ses fonctions. Dans cette perspective, MBDA a mis en place en interne les dispositifs suivants :

- un réseau d'experts clairement identifié, servant de référents techniques de l'entreprise dans leurs domaines de compétences et chargés notamment de stimuler l'innovation dans ces domaines ;
- les Innovation Boosters, dispositifs permettant d'aider les équipes de MBDA à résoudre des problèmes difficiles grâce à l'emploi de techniques de résolution de problèmes (NEMO², TRIZ, YUMAN ...), mises en œuvre en interne par près de 50 facilitateurs internes formés à ces techniques ;
- le challenge IDEA, qui permet d'apporter des suggestions - réponses provenant de salariés de l'entreprise à des questions précises posées par une équipe de MBDA. Ainsi, depuis 10 ans, près de 7 000 idées ont été soumises et plus de 700 d'entre elles ont été primées. L'efficacité de cet outil sera encore prochainement renforcée par un réseau social d'entreprise en cours de mise en place ;
- le challenge Concept Visions, organisé annuellement et permettant à une équipe d'une



Time reversal signal processing for missile application
Innovation lab 2013

dizaine de jeunes ingénieurs provenant des 4 pays de MBDA, de travailler pendant 3 mois afin de proposer, sur la base des technologies accessibles à un horizon au-delà de 20 ans, des concepts innovants visant à assurer une capacité opérationnelle donnée (exemple : frappe à terre à longue distance depuis la mer). Le résultat est alternativement présenté au salon du Bourget et de Farnborough.

- les Innovations Corners, permettant à une équipe de présenter rapidement (2 heures autour de panneaux et démonstrations didactiques) à l'ensemble des salariés intéressés ses principales avancées dans leurs domaines d'activités ;
- les Innovations Awards, processus annuel visant à identifier les huit innovations les plus importantes de l'année. Citons à titre d'illustration les prix accordés à la mise en place des centres d'excellence industrielle spécialisés franco-britanniques de MBDA, l'autodirecteur Solid State du missile CAMM, l'interception d'un missile balistique européen par le système Aster ... ;
- les Innovation Labs, où l'entreprise alloue à un groupe de salariés un budget limité (50 à 100 k€) sur une courte période (6 à 9 mois) permettant de faire mûrir une idée innovante jusqu'au stade de concept avant le lancement éventuel d'un projet.

Les actions de MBDA pour l'innovation avec des partenaires externes

MBDA a également largement développé l'innovation ouverte (Open Innovation), via sa participation à de multiples initiatives :

- des coopérations, le plus souvent formalisées par des accords de partenariat, avec de nombreux centres de recherches en France et en Europe comme l'ONERA, l'Institut de Saint Louis, le CEA, l'École Polytechnique, Cranfield University ... ;
- le Club Rapid, au titre du pacte PME Défense, qui a permis à MBDA de rencontrer durant l'année écoulée près de 70 PME de défense innovantes identifiées par la DGA et d'échanger avec elles afin de mieux comprendre leur éventuel apport à la filière missiles française ;
- le Pacte PME, permettant à l'entreprise d'identifier plus largement encore les PME françaises innovantes susceptibles d'apporter des solutions innovantes dans des domaines précis. Ainsi, près de dix journées de travail sur 10 thèmes distincts ont permis à MBDA en 2015 de rencontrer une centaine de PME, une suite effective étant envisagée avec plusieurs d'entre elles ;
- les pôles de compétitivité tels qu'Astech et Systématique ;
- les start-up innovantes, avec une réflexion en cours sur la mise en œuvre d'une initiative de type *Corporate Venture Capital*, permettant de renforcer l'innovation et les liens avec des start-up susceptibles d'apporter des avantages concurrentiels déterminants pour l'entreprise.

Il convient de souligner que l'ensemble de ces actions et initiatives de MBDA ont fait l'objet d'une accréditation formelle par l'Institut d'Innovation NEF, très reconnu en Grande-Bretagne.

L'ensemble de ces actions constituent une condition nécessaire à la performance de l'innovation chez MBDA, mais elles ne garantissent ni sa résilience ni son efficacité.

En effet, compte tenu de la spécificité du marché de défense que nous avons rappelé en préambule et notamment du rôle de l'État dans le financement des activités de défense, il est indispensable pour MBDA d'orienter au mieux sa politique d'innovation en partenariat étroit avec la DGA. Comme leader de la filière industrielle des systèmes de missiles, il est essentiel que MBDA ait une connaissance op-



Domaines d'études du programme MCM-ITP

timale de l'évolution des besoins opérationnels (performances, concepts d'emploi, soutien ...) envisagés par son client domestique dans les 10 à 20 ans à venir. Cette connaissance est le résultat d'un dialogue permanent avec la DGA et les États-majors, auquel l'industriel peut utilement et à sa place contribuer en apportant sa vision de l'évolution du marché export. Grâce à cette bonne connaissance, MBDA est alors en mesure d'identifier les innovations et technologies optimales à mettre en œuvre pour satisfaire des besoins à cet horizon. Ce dispositif permet ainsi d'obtenir la résilience de la politique d'innovation de l'entreprise. Une bonne identification des innovations et technologies optimales à mettre en œuvre permet également de concentrer au mieux l'ensemble des moyens (ressources humaines, financement, moyens d'études et d'essais ...), tant ceux toujours plus contraints du client,

que les siens propres (MBDA consacre en effet près de 70 M€ par an d'autofinancement pour la préparation de l'avenir) et ceux de sa chaîne de fournisseurs. Ainsi, MBDA et la filière missiles seront en mesure d'identifier les technologies innovantes qu'il convient de faire mûrir, jusqu'à atteindre un niveau minimal de TRL 6, permettant au développement du nouveau système qui suivra d'être lancé sur une base technologique mature. Un tel processus permet alors d'assurer l'efficacité de la politique d'innovation de l'entreprise. Ce dialogue partenarial s'inscrit de façon régulière entre la DGA et MBDA en France au titre du suivi de la filière missile (au titre de l'initiative *Team Complex Weapons* en Grande-Bretagne). Mentionnée plus haut, l'initiative Concept Visions proposant des concepts innovants et visionnaires pour offrir de nouvelles capacités opérationnelles contribue également

à enrichir ce dialogue, plus particulièrement avec les États-majors. Ce dialogue revêt enfin une importance toute particulière dans le domaine des missiles grâce à la coopération franco-britannique MCM-ITP (*Materials and Components for Missiles, Innovation and Technology Partnership*).

Lancé depuis 2007, ce programme de R&T implique les deux États d'un côté, MBDA et sa chaîne de fournisseurs de l'autre. Il est cofinancé à parts égales entre la France et le Royaume-Uni, et entre les États et l'industrie. Bénéficiant chaque année d'un budget global de 13 M€ environ, ce programme finance la réalisation d'études proposées par MBDA et ses fournisseurs, agréées par la DGA et le MoD UK. Il associe notamment, pour une part significative, des PME innovantes et des centres de recherches de ces deux pays. L'efficacité de ce programme a conduit les deux États à renouveler en 2012 sans hésitation cette coopération pour une durée de 5 ans.

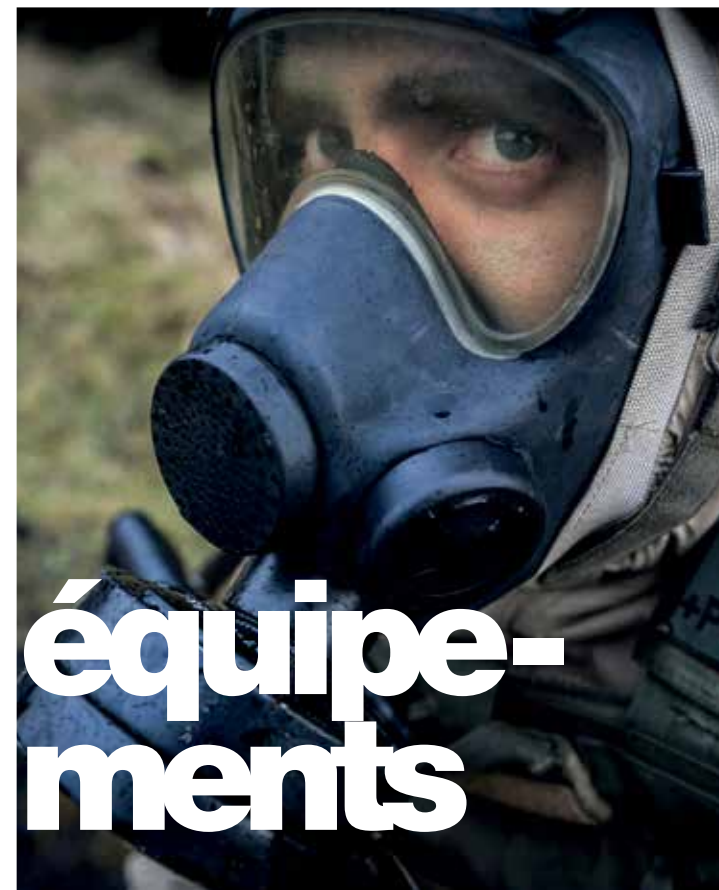
Si l'innovation est évidemment une composante essentielle de la stratégie industrielle de MBDA, il est absolument indispensable qu'elle repose d'abord sur une très bonne connaissance de l'évolution de son marché, tant domestique grâce à un dialogue constant avec ses partenaires domestiques qu'à l'exportation grâce aux actions propres de l'industriel sur ces marchés. Elle doit également être mise en œuvre en parfaite coordination entre le leader de la filière industrielle des systèmes de missiles et ses principaux clients domestiques. La responsabilité de MBDA de toujours fournir une capacité souveraine performante à ses clients domestiques dans un contexte de tension budgétaire et de concurrence accrue à l'exportation impose à lui-même, mais également à tous les acteurs concernés une parfaite cohérence dans leurs actions en soutien à l'innovation. C'est grâce à cette parfaite collaboration que la filière missiles pourra continuer à répondre au mieux aux besoins de ses clients domestiques et à remporter des succès importants à l'exportation, pour MBDA, la filière missiles française, voire également les plateformes françaises équipées de missiles MBDA. ☘



systemes



munitions



équipe-ments

NEXTER, ACTEUR DE PREMIER PLAN EN EUROPE et référence majeure dans les systèmes de combat, d'artillerie et de munitions, conçoit des solutions innovantes pour accompagner les armées au cœur de l'action.

Afghanistan, Liban, Mali, Centrafrique, les matériels Nexter, du VBCI au CAESAR® ont prouvé leur fiabilité, leur apport au combat et la protection fournie aux soldats sur le terrain.

nexTER

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

L'INNOVATION SOUS CONTRAINTE DANS L'ÉCOSYSTÈME AUTOMOBILE AVOIR RAISON TOUT SEUL, C'EST AVOIR TORT!

L'automobile est un produit industriel hautement intégré, associant des contraintes multiples et contradictoires et réalisé par des acteurs multiples, en interne comme en externe. L'innovation est le résultat d'un processus hautement collaboratif à tous les étages de l'écosystème.

Réussir le lancement d'une innovation dans l'automobile suppose d'aligner un large écosystème en interne comme en externe, dans des délais imposés

Prenons l'exemple de la vision tête haute lancée sur la Peugeot 3008, et qui a eu un fort impact d'image.

La liste des intervenants internes au constructeur est longue : a minima les équipes style, projet véhicule, métiers techniques fonctionnels, ergonomie, planche de bord, crash,



Une voiture désormais bourrée d'électronique

réglementation, intégration électronique, process de montage, achats ... j'en oublie probablement. Cet alignement transversal doit avoir lieu impérativement dans les délais de décision de lancement du projet automobile porteur de l'innovation. Et il s'étend bien sûr au fournisseur, qui portera une partie de l'investissement industriel et donc du risque financier.

Cette convergence représente un effort majeur et très spécifique, ce qui explique l'existence d'une direction de l'innovation pilotée indépendamment des équipes de développement, même si elle fonctionne quotidiennement en équipe intégrée avec ces mêmes équipes pour les tâches opérationnelles.

Le cas emblématique de l'électronique : l'innovation portée par l'ensemble de l'écosystème automobile pour mieux répondre aux défis du moment

L'arrivée tambour battant de l'électronique dans l'automobile au début des années 2000 n'est pas passée inaperçue : certains véhicules phares de constructeurs spécialistes allemands ont passé un bon nombre de leurs premiers mois au garage pour cause de pannes multiples, ce qui a créé un traumatisme salutaire au niveau de toute l'industrie automobile.

Les constructeurs, qui partagent les mêmes grands équipementiers électroniques, ont décidé de s'associer pour mutualiser l'architecture logicielle des calculateurs embarqués et permettre ainsi une structuration homogène du marché, tout en partageant ensemble la maîtrise de la complexité toujours croissante du système automobile. Cette grande démarche de standardisation constitue un obstacle aux systèmes trop propriétaires, garantissant un niveau de concurrence acceptable. D'autre part, le caractère modulaire de l'architecture permettait de favoriser la réutilisation et les

économies d'échelle, et l'introduction plus aisée de nouvelles fonctions.

C'est ainsi qu'a démarré le partenariat industriel Autosar en 2003, qui regroupe aujourd'hui l'ensemble de la communauté automobile mondiale (www.autosar.org).

Radionavigation et connectivité : quand l'innovation automobile s'appuie sur la coopération avec l'électronique grand public

Si Autosar a permis de rationaliser les développements d'architecture électronique automobile, les tentatives de standardisation portant sur les radionavigations ne fonctionnaient pas bien, et pour cause : les acteurs de l'industrie automobile n'ont pas de prise sur les choix technologiques de l'électronique grand public.

Les développements de radionavigation étant parmi les plus onéreux, et les plus critiques en terme de perception des clients, l'absence de standardisation n'était pas acceptable. L'industrie automobile, sous l'impulsion de BMW, General Motors et PSA Peugeot Citroën, a réagi en 2009 en fondant l'Alliance Genivi, qui comprend de nombreux acteurs de l'électronique grand public (www.genivi.org). La logique de l'alliance est de mutualiser tout ce qui n'est pas vu du client d'une part, et de se reposer largement sur du Linux *open source* d'autre part.

Aujourd'hui, le défi de la conduite autonome

La prochaine innovation majeure pour l'automobile porte sur la conduite autonome, avec son arrivée progressive sur voies rapides, puis son extension à terme en milieu urbain, complexe s'il en est. Rappelons que la communauté automobile est sous pression avec l'intrusion de Google et d'Apple sur ce domaine.

Le contexte de la conduite autonome dépasse largement l'enjeu technique : il implique des ruptures dans l'usage pour les clients finals et dans la chaîne de responsabilité pour les institutions.

Concernant l'ergonomie de la fonction en général, le marché aura besoin pour se développer d'un langage clair et commun de la communauté automobile : par exemple les transitions conduite humaine vers autonomie ou concernant les responsabilités, les règles de décision du véhicule autonome, notamment en cas d'accident inévitable. Il est évident qu'un acteur individuel prendra un risque majeur s'il s'appuie sur des règles conçues par lui seul.

Là encore, la capacité de maîtriser une innovation sur le marché dépendra de l'intelligence collective des acteurs et de leur capacité à coopérer de manière solidaire et structurée au niveau européen au moins, ce qui n'est pas encore acquis à l'heure de l'écriture de cet article. 🐼



Vision Tête Haute sur lame, Crédit photo Peugeot

L'innovation coopérative, un modèle très bien rodé aux USA

L'Europe a connu au tournant du siècle un essor mondial dans les télécommunications grâce aux succès de standards issus de la sphère publique, tels que le GSM et le DVB.

Depuis, les industries européennes des télécommunications n'ont pas suffisamment pris le relais, et ont connu un recul phénoménal. Comme on l'a vu sur l'exemple automobile, il est encore possible pour l'Europe de tirer la standardisation mondiale en structurant un front industriel. Aux États-Unis, la coopération pour développer le moyen terme dans chaque filière est très répandue, sous l'impulsion de grands industriels tels qu'Intel, qui doit organiser les débouchés commerciaux de ses prochaines générations de composants. Des sociétés telles que Global Inventures (www.inventures.com) se sont spécialisées dans l'opération d'alliances industrielles de standardisation, partant d'un recrutement initial en plusieurs phases, qui permet un effet tache d'huile très efficace.

Une fois l'alliance lancée, la société organise les réunions de travail collaboratif et de décisions, en utilisant des modes de délibération de type *Robert's rules and orders* (cf wikipedia) très efficaces y compris dans des contextes tendus. Elle gère également la communication, le marketing pour le recrutement de nouveaux membres, la maîtrise d'ouvrage des démonstrateurs, du développement des tests de conformité au standard, les finances et le juridique de l'alliance.

C'est ainsi que l'on voit apparaître des normes mondiales de type HDMI et USB V3, structurantes pour toute l'industrie. La liste des enjeux futurs est encore longue : la ville intelligente, les données de santé, le paiement virtuel. Dans tous ces domaines, il vaut mieux pour les acteurs européens agir collectivement plutôt que de subir individuellement des normes décidées ailleurs.

LES POLITIQUES DE SOUTIEN À L'INNOVATION

L'innovation est l'un des principaux facteurs de compétitivité des entreprises. Les entreprises les plus innovantes, celles qui investissent dans la R&D et l'immatériel, se développent et exportent davantage et sont moins sensibles aux aléas conjoncturels. Les politiques publiques en faveur de l'innovation, dont la DGE est en charge au sein du Ministère de l'économie, de l'industrie et du numérique, visent à stimuler la capacité d'innovation des entreprises à travers le développement de la culture d'innovation, la création d'un écosystème favorable et des dispositifs de soutien financiers.

La capacité des entreprises et, plus généralement d'une économie, à innover est aujourd'hui reconnue comme l'un des principaux facteurs de compétitivité. Loin d'être cantonnée à une seule dimension technologique, l'innovation englobe également le choix de nouveaux produits et services, l'organisation de l'entreprise et ses modèles d'affaires, le marketing et le commerce, mais également la dimension sociale et entrepreneuriale.



par **Benjamin Gallezot**,
ICA

■ **Adjoint au Directeur général des entreprises (DGE) Ministère de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique**

Après 10 ans à la DGA, Benjamin Gallezot a été rapporteur à la Cour des Comptes, puis sous-directeur des marchés de l'énergie au ministère chargé de l'énergie, conseiller pour les affaires industrielles au cabinet du Ministre de la Défense, Conseiller pour l'industrie et l'Énergie à la Présidence de la République, avant de rejoindre le Ministère de l'économie en mai 2012.

Si les entreprises françaises sont bien positionnées en matière de R&D, notamment lorsqu'il est tenu compte des effets de spécialisation économique, la performance en matière d'innovation est traditionnellement moins nette, tant au niveau européen (10^e rang) que mondial (entre le 16^e et le 20^e rang). Afin de renforcer l'effort en matière d'innovation, face à une concurrence de plus en plus vive, le gouvernement a engagé fin 2013 le plan « nouvelle donne pour l'innovation ». Il s'appuie principalement sur trois dimensions : la culture de l'innovation, les écosystèmes d'innovation et le financement de l'innovation.

La culture d'innovation et d'entrepreneuriat et les écosystèmes d'innovation

Libérer le potentiel d'innovation à l'échelle du pays suppose d'encourager les comportements innovants et l'esprit d'initiative dans l'ensemble de la société. Des mesures importantes ont été prises afin de stimuler la prise de risque : suppression de la note de crédit de la Banque de France qui marquait les entrepreneurs ayant connu une faillite, création d'un statut de l'étudiant entrepreneur pour soutenir les vocations entrepreneuriales dès l'enseignement supérieur. Un appel à projet a été lancé début 2015, doté de 20 millions d'euros, pour financer les initiatives spécifiques destinées à stimuler l'esprit d'entreprise dans l'enseignement supérieur et favoriser l'apprentissage du codage informatique à l'école.

Les pôles de compétitivité, créés il y a maintenant 10 ans, sont un élément essentiel des écosystèmes d'innovation. Ces « *clusters* » fédèrent des entreprises et des laboratoires

de recherche sur une zone régionale et un périmètre thématique donnés. Ils sont le lieu d'émergence de projets industriels devant conduire à de nouveaux produits et services : les pôles de compétitivité ont permis de financer plus de 1 300 projets, correspondant à plus de 6 milliards d'euros d'investissement total et 2,5 milliards d'euros de soutien public. Les pôles de compétitivité constituent en outre un exemple réussi de politique publique partenariale entre l'État et les Régions.

L'initiative *French Tech* mobilise les acteurs privés et publics dans l'objectif de rendre visibles à l'international les nouveaux écosystèmes numériques urbains et de favoriser la croissance des start-ups innovantes. La *French Tech* transforme l'économie de l'innovation en France : les entrepreneurs et la croissance des start-ups y occupent une place centrale. Le label « *French Tech* » a été décerné à 9 métropoles numériques françaises : Lyon, Nantes, Rennes, Aix - Marseille, Lille, Grenoble, Bordeaux, Toulouse, Montpellier, dans lesquelles seront soutenus en 2015 de nouveaux accélérateurs de start-ups. Avec le *French Tech Ticket*, concours international visant à attirer 100 projets entrepreneuriaux innovants par an, les entrepreneurs bénéficient d'une aide financière et logistique pour venir créer leur activité en France, d'un titre de séjour et d'un accompagnement sur mesure fourni par les accélérateurs partenaires.

Afin de diffuser l'esprit d'innovation dans l'ensemble de la sphère publique, le Gouvernement a également fixé un objectif national de 2 % des commandes publiques consacré aux achats d'innovation en 2020. La France est le premier pays européen à s'être doté du dispositif de partenariat d'innovation. Ce nou-

veau type de marché public permet aux acheteurs de mettre en place un partenariat de long terme couvrant à la fois la R&D et l'achat des produits, services ou travaux innovants.

Le financement des entreprises innovantes

La France est l'un des pays offrant le cadre fiscal le plus attractif pour les investissements en R&D, grâce au crédit d'impôt - recherche (CIR). Il bénéficie à plus de 15 000 entreprises, pour un soutien total de 5,3 Mds€. Les entreprises de toute taille exécutant des dépenses de R&D acquièrent une créance auprès de l'État égale à 30 % du montant de ces dépenses jusqu'à 100 M€. Cet outil est complété, pour les PME, par un crédit d'impôt - innovation (CII), conçu pour soutenir les travaux conduits dans la conception de prototypes et d'installations pilotes.

Afin de soutenir de manière préférentielle les start-ups innovantes, le gouvernement a mis en place un statut de « jeune entreprise innovante » (JEI), qui procure des avantages fiscaux pour ce type d'entreprises investissant significativement dans les activités d'innovation. La JEI touche environ 3 000 entreprises, pour un montant total d'exonération de l'ordre de 110 M€.

Bpifrance, créé en 2013 par le regroupement d'Oséo, du Fonds Stratégique d'Investissement et des activités de capital investissement de la Caisse des dépôts, dispose d'équipes spécialisées et d'un budget dédié pour l'innovation, afin de mettre à disposition des entreprises innovantes une palette d'outils qui viennent compléter l'action des banques et fonds d'investissement, en partageant les risques aux moments clés du développement. Ses interventions se caractérisent par leur capacité d'entraînement sur les acteurs privés du financement des PME et de l'innovation. Sur l'année 2014, Bpifrance a consacré un peu plus d'un milliard d'euros au soutien à l'innovation et à la R&D, via des subventions, des avances remboursables, des prêts bonifiés, et des interventions en fonds propres. L'innovation dans les entreprises bénéficie par ailleurs très largement des soutiens du programme des investissements d'avenir (PIA) avec un budget total de 47 Mds€ (un premier volet de 35 Mds€ alloué en 2010 a été complété d'un second volet de 12 Mds€ en 2013). Le PIA finance des projets de R&D industrielle dans des domaines tels que la transition énergétique et écologique, les usages et technologies du numérique, la santé, l'aéronautique ou le spatial. Des moyens importants ont été engagés pour encourager le transfert technologique de la

recherche vers l'industrie, avec la création des SATT (sociétés d'accélération de transfert de technologie), qui visent à coordonner et professionnaliser la valorisation des résultats de recherche des laboratoires, et des IRT (instituts de recherche technologique), nouvelles structures mixtes public - privé qui effectuent de la R&D en propre pour le compte de l'industrie.

Le PIA vient en particulier appuyer les projets issus des 9 solutions industrielles et du programme « Industrie du Futur » lancés dans le cadre de la « Nouvelle France Industrielle (NFI) ». Ces projets qui concernent les secteurs prioritaires pour l'industrie nationale, ont vocation à faire émerger de nouveaux produits ou services à un horizon de 5 à 10 ans en maximisant les retombées économiques pour le pays.

L'effort de recherche et d'innovation à plus long terme s'inscrit dans le cadre des programmes de l'ANR, des actions conduites par les établissements publics de recherche (en particulier les instituts Carnot). La commission « Innovation 2030 » a, en outre, identifié sept ambitions majeures à relever à horizon 2030 (**voir encadré ci-dessous**). 110 lauréats ont été sélectionnés en 2014 pour la première phase du concours dont le budget total est de 150 M€.

COMMISSION INNOVATION 2030 : GAGNER LA GUERRE VERS LE FUTUR

Par **Ariel Lévy** X 2009 IA 2012 - Directeur de Cabinet d'Anne Lauvergeon



Initiative originale, la Commission Innovation 2030 présidée par Anne Lauvergeon a rassemblé une vingtaine d'entrepreneurs, investisseurs, chercheurs, hauts fonctionnaires et industriels pour sélectionner des secteurs dans lesquels la France doit aider les futurs champions nationaux à émerger. En rendant son rapport en 2013, au terme de 6 mois de travail, elle a recommandé de :
- mobiliser les efforts privés et publics dans sept ambitions stratégiques :

- stockage de l'énergie,
- recyclage des métaux,
- valorisation des richesses marines,
- protéines végétales et chimie du végétal,
- médecine individualisée,
- silver économie et innovation au service de la longévité,
- valorisation des données massives, Big Data ;

pour prendre une longueur d'avance sur nos concurrents internationaux ;
- lancer un Concours mondial de l'innovation (CMI) pour déployer ces sept ambitions, avec l'objectif d'attirer les talents et de développer les projets innovants en France. Le 2 décembre 2013, le CMI est lancé. Doté de 300 M€, il se déroule en trois phases calquées sur celles de l'innovation : amorçage, développement et industrialisation. Après deux phases en 2014 et 2015, la 3^e phase sera lancée au printemps 2016 avec des investissements allant jusqu'à 20 M€ pour chaque projet sélectionné. Plus de 1 500 dossiers ont été reçus et 144 lauréats récompensés sur les deux premières phases : le CMI est une vraie réussite au niveau international.

En 2015, pour faire face aux nouvelles menaces, la commission a retenu une 8^e ambition stratégique à laquelle les lecteurs seront particulièrement sensibles, celle de la « Sécurité collective et la protection contre les attaques malveillantes ». Une 2^e édition de la phase 1 du CMI incluant cette 8^e ambition a eu lieu fin 2015.

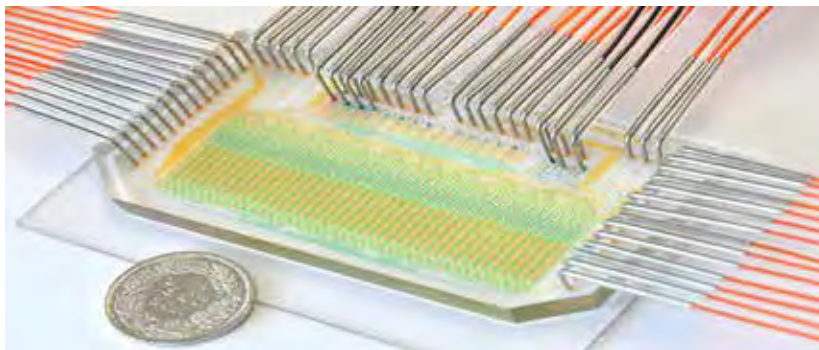
En isolant des secteurs correspondant à des priorités durables, et en ciblant des aides avec des montants unitaires élevés, la France s'est dotée d'un dispositif en faveur de la sécurité des populations et de la croissance économique. A voir les profils des lauréats et les démonstrateurs déjà opérationnels, les résultats seront visibles bien avant 2030.

L'INNOVATION PRUDENTE

CONTRADICTION OU ÉVIDENCE ?

Il n'est pas toujours aisé de savoir quand refuser ou encourager la prise de risque liée à l'innovation. Inversement, rester sur ses acquis n'est pas toujours une stratégie sécurisante sur le long terme. Réconcilier l'innovation et la prudence reste donc un problème majeur pour tout entrepreneur et en général, tout décideur.

« Prêt pour le grand saut ? ». Lorsqu'en 2011, on m'accordait un congé pour convenance personnelle afin de créer le Microfluidic innovation center (cf. encadré), la réaction de mes proches fut irrémédiablement la même : d'après eux, j'amorçais une rupture significative dans ma vie professionnelle, le grand saut vers l'entrepreneuriat. La principale différence avec mon précédent parcours fut l'extrême liberté qui m'était soudainement offerte. Plus de directeur de thèse pour éviter les culs-de-sac. Plus de responsable hiérarchique ou de procédure pour guider mes décisions ou encadrer la marche en avant. Quelle délivrance, penseront certains.



Exemple de puce microfluidique développée à l'ETHZ intégrant plusieurs centaines d'analyses sur cellule unique dans une puce de 5 par 3 cm. L'analyse peut être réalisée de façon automatique en quelques heures (contre plusieurs jours dans un laboratoire classique) pour un coût divisé par 100. D'ici quelques années, ces laboratoires sur puces vont permettre de démocratiser et automatiser des analyses aujourd'hui impossibles à mener en routine pour révolutionner le traitement médical des patients.



par **Adrien Plecis**, IPA

■ **Cofondateur et directeur scientifique du groupe ELVESYS microfluidic innovation center**

Titulaire d'un double diplôme en physique de l'école polytechnique fédérale de Lausanne, prix national Cnano catégorie thèse appliquée suite aux travaux au CNRS en micro/nanofluidiques, A. Plecis (X 2000) a dirigé le département des systèmes biologiques du centre DGA-Maîtrise NRBC et a cofondé le Microfluidic innovation center en 2011.

Quelle situation effrayante, en réalité. Alors que mon cursus avait jusque-là pris l'allure d'un fleuve, certes pas toujours tranquille, je me trouvais maintenant face à un océan de possibles. Face à cette étendue sans borne, l'erreur m'apparaissait soudainement bien plus dangereuse qu'auparavant. La formation par la recherche m'avait appris que prendre la liberté d'innover, c'était, forcément, accepter le risque de se tromper. En tant que manager, j'avais dû souvent faire marche arrière, et constater avec soulagement que se tromper, ce n'était pas forcément échouer. Mais face à cet océan, comment l'entrepreneur pouvait-il concilier son désir d'innovation avec le risque de voir son projet sombrer ?

Prendre la liberté d'innover, c'est accepter le risque de se tromper, pas forcément d'échouer

Il fallut rapidement revenir aux « basiques » : suivre les grands courants. La réalité du marché pour un entrepreneur est tout aussi essentielle que la réalité du besoin militaire pour un ingénieur de l'armement. L'innovation pour l'innovation n'est pas une fin satisfai-

sante en soi et on ne pourrait faire le voyage à contre-courant en dépit de la réalité. En fait, la relative unicité du besoin militaire s'est faite rapidement regretter. Au moins, le monde militaire m'avait habitué à énoncer distinctement quelles étaient ses attentes et ses priorités. Mais pour ce marché de l'instrumentation scientifique, les besoins étaient si dispersés en surface qu'il semblait impossible de distinguer les courants porteurs en profondeur. Observer les autres navires nous permettrait certainement d'y voir plus clair, mais comment contourner nos concurrents, les dépasser ? Fallait-il innover sur les performances, l'ergonomie, la versatilité, la fiabilité, le coût de production de nos instruments ? Toutes ces questions se résumaient à comment préparer notre navire : devait-on investir dans son agilité, sa rapidité, sa solidité ou la qualité de son armement ?

« Seule la dose détermine ce qui n'est pas un poison »

Comme pour tout entrepreneur qui débute, la tentation de vouloir innover sur tous les as-

pects de notre projet était forte, au risque de n'en privilégier aucun et de nous épuiser. La réalité de nos compétences et de nos ressources nous rappela rapidement que « Toutes les choses sont poison, et rien n'est sans poison ; seule la dose détermine ce qui n'est pas un poison ». Paracelse, alchimiste et astrologue suisse du 16^e siècle, pouvait-il déjà prédire que l'innovation à outrance, comme toute chose, risquait de mettre en péril notre traversée ? Après quelques errances naturelles, nous nous rendions à l'évidence, non sans remords : il nous fallait garder des forces en nous appuyant, au moins en partie, sur des éléments éprouvés qui garantirait la structure de notre vaisseau.

L'innovation dans notre modèle s'orienta alors sur deux aspects : améliorer les performances des systèmes existants tout en réduisant leur coût. Au contraire, nous souhaitions respecter l'ergonomie habituelle des instruments pour nos utilisateurs ainsi que les canaux de distribution classiques. En quelque sorte, nous avons décidé d'innover selon une stratégie complètement inverse à ce qu'avait choisi une certaine entreprise à la pomme avec ses smartphones quelques années auparavant. Mais n'y-a-t-il pas mille façons d'innover ?

Nous avons parié d'une part sur une technologie piézo-électrique ultra performante et d'autre part sur le développement d'un outil de gestion (CRM) interne en recrutant un associé informaticien. En général, ces outils ne se mettent en place que bien plus tard dans la vie d'une entreprise, mais dans notre cas, il nous a permis d'économiser de 30 à 60 % des coûts administratifs, commerciaux et de manutention, tout en réduisant le besoin en fond de roulement de notre structure. Nous pouvions vendre moins cher, plus vite, une technologie plus performante qui aurait dû être plus coûteuse.

Avec ce choix d'innovation ciblée, notre gamme d'instrumentation microfluidique s'est établie parmi le trio de tête d'un marché de niche en moins de 4 ans et a permis à notre structure d'employer aujourd'hui plus de 20 personnes.

Toute révolution se construit de façon bien plus incrémentale qu'elle n'y paraît

Cette première traversée réussie sur le marché de l'instrumentation finance aujourd'hui

la préparation de nouveaux voyages plus ambitieux. Grâce à la technologie Fastgene que nous préparons depuis plus de 3 ans, le médecin pourra s'appuyer sur un système de diagnostic personnalisé ultrarapide pendant la consultation. Cela lui permettra de déterminer quel type de traitement sera le plus adapté à partir d'une simple goutte de sang et en quelques minutes seulement.

Cette technologie révolutionnaire ayant de nombreuses applications défense (lutte contre le bioterrorisme et gestion des pandémies) a pu s'appuyer sur le dispositif de développement des technologies duales de la DGA. Ce dernier consiste à valider progressivement une technologie de bas niveau de maturité (processus Astrid), puis à fournir une démonstration en environnement significatif (processus Rapid) avant d'enclencher les phases d'industrialisation et de commercialisation. Outre le fait d'offrir des points d'amarrages intermédiaires précieux pour redéfinir sa route, les processus de financement de la DGA sont d'autant plus efficaces dans le processus d'innovation prudente qu'ils offrent à terme deux routes possibles pour finaliser le voyage : le marché de la défense et le marché civil.

Le développement par étape et la multiplication des routes possibles n'ont pas été les seules concessions prudentes à l'innovation qui aient été opérées dans le cadre de Fastgene. Ainsi, notre cœur microfluidique innovant intègre une technique de détection génétique quantitative éprouvée depuis plus de 20 ans. Choisir cette technique standard plutôt que des technologies plus récentes était indispensable pour arriver à convaincre les médecins de la crédibilité de notre technique et ainsi réduire la résistance du marché à l'innovation, tellement redoutée par les entrepreneurs. Pour les futures étapes, nous sommes aussi conscients qu'il faudra faire évoluer certains éléments de nos démonstrateurs vers des technologies de productions reconnues et robustes. Il nous faudra accepter de limiter les performances les moins critiques et retarder l'intégration de certaines innovations dans nos produits. En nous appuyant sur un tissu industriel mature, nous répondrons au besoin le plus critique de nos futurs clients : la fiabilité. En attendant de pouvoir intégrer toutes nos innovations, il faudra se résoudre à la patience, constatant que toute révolution se construit de façon bien plus incrémentale qu'il n'y paraît.

La microfluidique, nouveau terrain d'innovation

Après avoir métamorphosé le monde de l'électronique, la miniaturisation gagne depuis une dizaine d'années l'univers de l'analyse biologique et chimique. La microfluidique est la technologie permettant de miniaturiser ces analyses pour réaliser la quasi-totalité des opérations de diagnostic réalisées en laboratoire sur une puce de quelques centimètres carrés seulement. De la même façon que la miniaturisation informatique a permis l'émergence d'applications révolutionnaires, la miniaturisation des analyses sur puces microfluidiques va permettre des avancées majeures en médecine mais aussi dans le domaine de l'analyse en général (environnement, chimie, agro alimentaire, etc.). Les spécialistes du domaine prévoient une révolution au moins égale à celle qu'a connue l'informatique. Moins coûteuses, plus efficaces, moins invasives, les analyses microfluidiques permettent de réaliser simultanément des centaines d'analyses sur un simple échantillon de quelques µm. Le projet du « ELVESYS Microfluidic Innovation Center » a débuté en 2009. En moins de 4 ans, trois sociétés ont été créées sur le marché de l'instrumentation scientifique microfluidique (gamme ELVEFLOW), dans le domaine de la microscopie en biologie (CHERRYBIOTECH) et celui du prototypage rapide de puces microfluidiques (BLACKHOLE LAB TECHNOLOGY). La technologie de détection des virus et bactéries pathogènes ultrarapide Fastgene en cours de développement a été récompensé par le concours mondial de l'innovation 2030 et la commission Lauvergeon comme l'une des 100 technologies du futur pour la France. Elle fera l'objet d'une validation clinique en 2016 avec l'hôpital Bichat dans le cadre d'un financement dual RAPID accordé par la DGA en 2015.

Inversement, patienter au point de refuser l'innovation incrémentale et perpétuelle, c'est prendre le risque de se retrouver hors-jeu. Nombres de sociétés établies ou trop frileuses d'investir dans l'innovation se reposent sur leur marque et leur acquis jusqu'à ce que la révolution à laquelle ils n'ont pas participé les rattrape. La prudence, pour toute société qui souhaiterait garder la tête du classement, qu'elle soit industrielle ou sociétale, est de ne pas arrêter d'innover. Garder une longueur d'avance, au moins sur certains aspects, reste la meilleure protection face à ses concurrents. Par la relance de la R&D interne ou par le rachat de sociétés innovantes, tous les grands groupes l'ont aujourd'hui compris et investissent massivement dans l'innovation. A l'échelle des États, on n' imagine plus de programme politique qui n'insisterait pas aujourd'hui sur l'importance de l'innovation. A l'échelle de l'individu, l'innovation participative s'inscrit de jour en jour dans la sphère profes-

sionnelle. Nous avons pris conscience à tous les niveaux qu'il est essentiel pour l'humain de continuellement agir pour améliorer son environnement.

L'accélération de la mondialisation et des procédés de communication a renforcé ce besoin d'innovation, comme si cette dernière devenait un nutriment de plus en plus essentiel à la vitalité de toute société. Il est devenu fort imprudent de négliger l'innovation. Entre poison et carence, l'innovation prudente consiste donc à trouver le bon dosage.

Il n'est pas d'innovation prudente sans une confiance réciproque entre les individus

Mais comment et quand doser l'innovation? Quel est le rôle du manager et des rapports humains dans ce dosage? Bien qu'il s'agisse d'un sujet à part entière et complexe, un point apparaît néanmoins essentiel: établir une confiance réciproque avec ses collaborateurs.

Il est indispensable d'instaurer un respect de la part des ingénieurs, suffisant pour accepter les restrictions de son manager lorsque les forces en présence rendent l'échec trop probable et la prise de risque inutile. Il est tout aussi essentiel que le manager offre à ses collaborateurs la liberté indispensable pour valoriser le dépassement et la créativité que chacun porte en soi. Instaurer ce rapport et offrir le droit d'innover à mes collaborateurs sont probablement les plus grands enseignements que mon expérience entrepreneuriale m'aura offerts.

Il n'est pas d'innovation prudente sans une confiance réciproque entre les individus. Dans ces conditions, la prudence se marie mieux qu'on ne le pense à l'innovation. Elle devient un équilibre dynamique nécessitant un questionnement permanent et du courage. « L'innovation prudente » peut sonner comme une contradiction. Elle m'apparaît aujourd'hui comme une évidence. ☺



Bringing intelligence into irradiated zones

www.ermes-electronics.com

Le spécialiste français de l'instrumentation des environnements fortement radioactifs (kGy-MGy)

VISION

MESURE

ANALYSE

TRANSMISSION







ERMES – Domaine Technologique de Saclay - 4, rue René Razel
F91400 SACLAY
Tél : +33 (0) 1 30 07 35 25
RC EVRY B 321 703 332

French Tech!

ERMES – partenaire industriel du





EURONAVAL

The world meeting of naval technologies for the future

25th
EDITION



OCTOBER 17th – 21st 2016
PARIS LE BOURGET

WWW.EURONAVAL.FR

Jocelyn de Virel
Sales manager

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

Julie Boozer
Sales assistant

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

LA NAVETTE SUBORBITALE SOAR

UNE AUTRE MANIÈRE D'INNOVER DANS LE SECTEUR SPATIAL

Aujourd'hui, le secteur des lanceurs spatiaux connaît de profondes évolutions pour s'adapter à une compétitivité croissante. En quelques années, une multitude de projets a vu le jour et leur vision se démarque souvent des systèmes existants. Seuls certains d'entre eux possèdent une véritable viabilité à long terme, car outre le fait d'être innovants, un nouveau lanceur nécessite de solides bases techniques. J'ai effectué mon stage de fin d'étude sur l'un de ces projets, le lanceur SOAR développé par Swiss Space Systems (S3). Attention, les aspects les plus révolutionnaires ne sont pas forcément ceux que l'on croit...

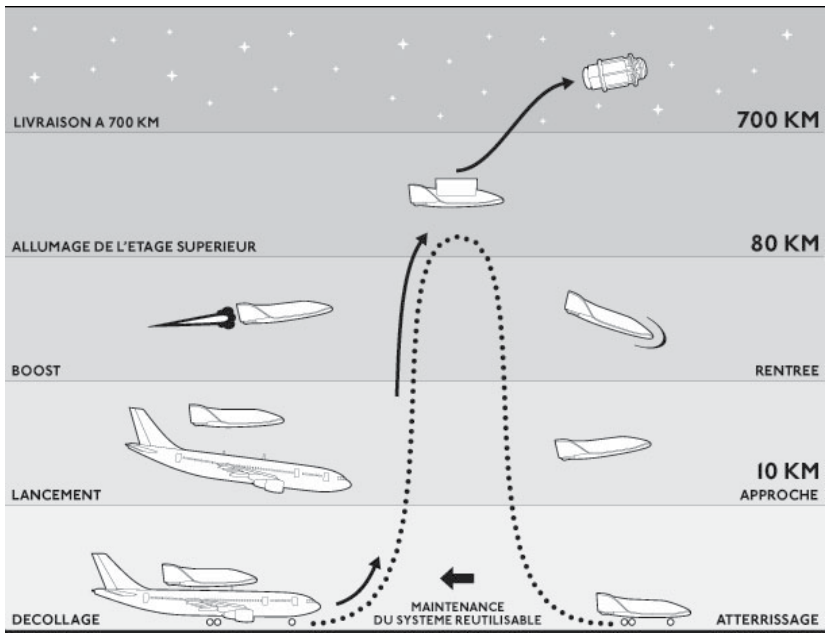
Présentation du projet

Swiss Space Systems est une entreprise créée en 2013 dont l'ambition est de développer, fabriquer, certifier et opérer des navettes suborbitales afin de satelliser une charge utile de 250 kg à 700 km d'altitude. Le profil de mission typique de la navette SOAR, pour « *SubOrbital Aircraft Reusable* », est présenté en figure ci-après. Elle repose sur l'assemblage de trois véhicules : un avion porteur et le SOAR qui sont réutilisables, ainsi qu'un étage orbital à usage unique. Cet assemblage composite décolle d'un aéroport

traditionnel et monte jusqu'à l'altitude de croisière de l'avion de ligne. Ensuite, la navette se sépare de son porteur et allume son moteur pour atteindre la limite de l'atmosphère pendant que l'avion retourne se poser à son point de départ. A 80 km d'altitude, la navette éjecte alors l'étage orbital qui fournira l'impulsion nécessaire à la charge utile pour atteindre la vitesse de satellisation. Le SOAR effectue ensuite une rentrée atmosphérique et retourne se poser, comme un planeur, pour être reconditionné et réutilisé pour de nouveaux vols.



Vue d'artiste de la navette suborbitale SOAR.
© Swiss Space Systems



Une mission type accomplie par le lanceur de S3. © Swiss Space Systems



Vue d'artiste du SOAR arrimé sur un avion porteur de type A340 pendant la première phase de la mission. © Swiss Space Systems

Le décollage horizontal

A première vue, le concept de S3 semble inédit et ressemble assez peu aux fusées traditionnelles. En effet, l'architecture de ce lanceur est fortement conditionnée par sa capacité de décollage horizontal, alors que les fusées décollent verticalement afin d'atteindre rapidement l'espace. Ce profil de vol conventionnel permet de minimiser l'effet de l'atmosphère qui, à travers la traînée aérodynamique, dégrade les performances du lanceur. En revanche, le système de S3 possède une structure aéroportée grâce à son premier étage : l'avion porteur qui utilise l'atmosphère pour s'élever. La phase d'ascension rapide avec l'allumage moteur n'intervient qu'ultérieurement. Ceci est une seconde innovation pour un véhicule spatial, puisque l'allumage d'un moteur fusée en vol horizontal est extrêmement inhabituel. Seuls quelques aéronaves d'essai l'ont déjà réalisé et cela nécessite de nombreuses modifications notamment en termes de résistance structurale. Par ailleurs, l'utilisation d'un avion porteur apporte une grande flexibilité d'emploi au SOAR. Puisqu'il peut décoller d'une piste d'aéroport classique, le lanceur n'a plus besoin de pas de tir dédié. Ce changement de paradigme permet de se dispenser d'infrastructures lourdes et coûteuses à maintenir comme celles des bases de lancement actuelles et conduit logiquement à de substantielles réductions de coûts d'utilisation.

La réutilisation

Un autre avantage majeur du projet réside dans la récupération des deux premiers étages. L'avion porteur ne sort pas du domaine de vol usuel pour un avion de ligne et la navette, effectue une rentrée atmosphérique dite « froide ». Elle n'atteint pas la vitesse de satellisation et en rentrant à des vitesses inférieures à celles de l'orbiteur américain, rencontre des conditions thermiques bien plus favorables.

L'état des deux premiers étages à l'issue de leur fonctionnement autorise, en principe, un reconditionnement en quelques jours à des coûts raisonnables. La voie de la réutilisation a aussi été choisie par des acteurs majeurs du secteur et parmi eux, SpaceX s'approche de plus en plus d'une solution fonctionnelle.

Le modèle économique

Enfin, la plus importante innovation de S3 réside certainement dans l'organisation interne du projet. Rompant avec la tradition d'une entreprise régalienne, soutenue et financée par l'État, S3 se présente au contraire comme une entreprise privée dynamique, basée sur le modèle d'une start-up et faiblement dépendante de financements étatiques. Habituellement, de fortes contraintes politiques viennent en effet influencer la sélection d'une architecture, en répartissant notamment la charge de travail entre de nombreux industriels. S3 cherche à s'affranchir de ces problématiques qui ont pu perturber d'autres programmes spatiaux et accroître leurs coûts de développement.



Séparation en vol d'Enterprise et son avion porteur en 1977 dans le cadre de l'« Approach and landing test program » from NASA/Dryden Flight Research Center

L'organisation industrielle

Le développement d'un lanceur spatial est extrêmement complexe et un projet, tout aussi novateur qu'il soit, ne peut se concrétiser sans de fortes compétences techniques et industrielles. S3 n'échappe pas à la règle. Le SOAR possède l'immense avantage de ne

pas nécessiter le développement de nouvelles briques technologiques réduisant d'autant le risque d'échec du projet. Les performances visées autorisent l'achat de composants sur étagère : les moteurs proviennent des motoristes russes renommés Kuznetsov et RKK Energia, la forme aérodynamique s'inspire fortement du projet Hermès et les protections thermiques sont loin des frontières technologiques actuelles. Par ailleurs, le concept de lanceur embarqué provient d'études menées par Dassault Aviation dans le cadre de VEHRA, un projet de véhicule hypersonique. Dassault Aviation est d'ailleurs un important partenaire de S3, dont il est l'avionneur de référence. En définitive, un groupement industriel entoure la société suisse, lui fournissant expertises et méthodes sans qu'elle n'ait à redévelopper toutes les technologies en interne. Le développement d'un nouveau moteur est en effet une entreprise risquée, de longue haleine, qui peut souvent durer une dizaine d'années. Cette mutualisation des technologies permet un précieux gain de temps et, en évitant à S3 de défricher des terrains déjà explorés, elle justifie un calendrier audacieux avec des premiers vols de test prévus en 2017. Il reste cependant à S3 à faire fonctionner tous ces systèmes en synergie et à assurer leur intégration de manière cohérente, une tâche déjà colossale.

Une séparation en vol déjà éprouvée

Par ailleurs, si le profil de mission est inédit, la majorité des manœuvres de vol ont déjà été effectuées par le passé. L'emport dorsal sur un avion de ligne a ainsi été réalisé par les navettes américaines et russes. Elles ont respectivement été transportées sur un Boeing 747 modifié et un Antonov 225 spécialement conçu, démontrant ainsi la viabilité de ce concept. En 1977, la Navette spatiale a même poussé l'expérience vers un niveau supérieur de complexité puisque son modèle d'essai atmosphérique, Enterprise, a réalisé avec succès cinq séparations en vol.

En fin de compte, si le concept de Swiss Space Systems est un système innovant, c'est avant tout l'environnement industriel dans lequel il évolue qui constitue sa véritable plus-value par rapport aux projets concurrents. Cette constatation peut se généraliser à de nombreuses innovations qui, pour se concrétiser, doivent, à mon sens, allier stabilité et nouveauté. 🚀



par **Gabriel Aulard-Dorche**, IA

■ **Ingénieur Architecture des systèmes spatiaux chez Dassault Aviation**

Gabriel Aulard-Dorche (X2010 et Supaéro 2014) a effectué son stage de fin d'études chez Swiss Space Systems autour de thématiques telles que la séparation inter-étages et la mécanique du vol. Il est actuellement en affectation temporaire comme ingénieur système chez Dassault Aviation.

L'INNOVATION: C'EST QUOI?

« Je n'ai pas échoué. J'ai simplement trouvé 10 000 solutions qui ne fonctionnaient pas » (Thomas Edison inventeur de l'ampoule électrique).

« Si les abeilles et les fourmis sont des idiots individuels et des génies collectifs, l'homme est un génie individuel et un idiot collectif » a écrit La Rochefoucauld.

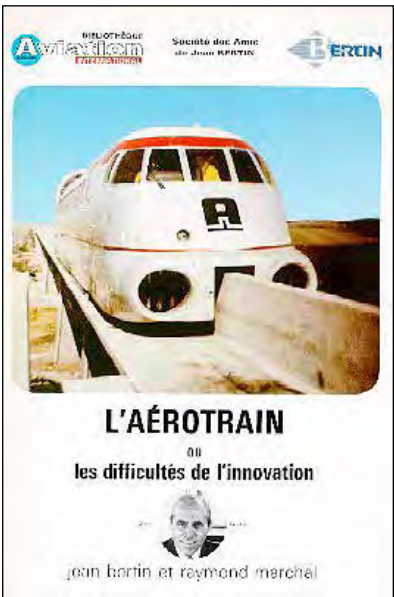
L'innovation nous appelle sans doute à relativiser la valeur du succès ou de l'échec au regard de l'aventure collective générée, où les individus ont cependant un rôle éminent à jouer.

Voyage et retour d'expérience sur les croyances et la pratique de l'innovation ...

Innovation : ne pas craindre l'échec et provoquer la chance

Qu'y a-t-il en commun à l'Aérotrain, à l'EPR, au trottoir roulant rapide, aux Google glass¹. A un degré ou à un autre, ces projets ont été des échecs pour les organisations qui les ont menées et n'ont pas débouché sur le succès espéré. Dyson dit avoir réalisé 5 126 prototypes de son aspirateur sans sac avant de réussir dans le domaine des équipements électroménagers. Dyson est cependant devenu un acteur clé du domaine avec des produits résolument en rupture.

La vraie question que pose l'innovation n'est donc pas tant celle du succès que celle de la tolérance à l'échec, de la persévérance, de la capacité de rebond que doivent avoir les équipes qui la pratiquent. Voilà pourquoi l'innovation est importante : l'innovation est dans



Numéro de l'Aviation magazine, consacré à l'aérotrain

sible et avant toute définition, l'innovation nécessite la naïveté, l'optimisme et l'humilité de celui qui ne sait pas encore comment il peut mais qui sait qu'il veut améliorer l'existant⁵.

Elle ne s'accommode pas toujours bien avec l'expertise de celui qui sait. Le naïf n'hésitera pas à poser des questions ouvertes lui permettant d'explorer le problème alors que l'expert cherchera à avancer avec ses certitudes au travers de questions fermées.

L'innovation c'est d'abord une quête

La pratique des plus grands acteurs de l'innovation actuel, Steve Jobs, Elon Musk par exemple, montre l'obsession de la question existentielle de l'innovation : que cherche-t-on à améliorer et comment ? Leur constat est que la première source d'échec dans l'innovation est l'absence d'objectif ou d'ambitions.

Le point clé de l'innovation est plus la question que l'on pose que la réponse que l'on cherche : quelle nouveauté recherchons-nous pour notre organisation ou notre société ? L'innovation de ce point de vue s'apparente plus à une expédition, à une exploration dans le sens où on ne sait pas ce que l'on va rencontrer⁶. On veut juste rassembler une équipe qui, dans une unité de temps et de moyens, cherchera à répondre à la question posée.

L'innovation est finalement l'apanage des organisations apprenantes. Car dans la question il y a l'incertitude de la réponse, voire la remise en cause de convictions personnelles ou collectives. « Pourquoi les Chinois n'ont-ils pas découvert l'Europe et l'Amérique ? » : c'est moins l'absence de moyens qu'ils avaient que les croyances, la culture, la vision du monde qui les a empêchés de se poser la question⁷. Rappelons d'ailleurs que si Christophe Colomb a découvert l'Amérique, c'est par hasard en

l'entreprise le lieu de l'entrepreneuriat, celui où les positions acquises n'existent plus et où tout peut être remis en cause. Ce qui fait dire à P. Drucker² : « L'innovation est l'instrument spécifique à l'entrepreneuriat, l'acte qui va conférer aux ressources une nouvelle capacité à créer des richesses ».

L'innovation est bien la recherche déterminée et systématique d'opportunités³. On ne peut qu'être frappé par les exemples nombreux où la chance est invoquée dans le domaine de l'innovation. Plus que le fait d'avoir de la chance, c'est surtout celui d'« aider la chance »⁴ qui caractérise les entrepreneurs, sous la forme de quatre comportements clé :

- tirer le maximum des occasions fortuites ;
 - écouter et développer son intuition ;
 - nourrir ses ambitions et ses rêves ;
 - transformer le mauvais sort en bonne fortune.
- Au travers des premiers constats d'échec pos-



Timbre « Premier jour » le 7 mars 1970

souhaitant emprunter une autre route pour les Indes. Il en va ainsi de l'innovation réelle : elle nous pousse à remettre en cause ce à quoi nous croyons pour découvrir un avenir nouveau. Sommes-nous prêts pour ce défi ? On peut rappeler par exemple la manière de poser ce défi qu'avait un ancien directeur de la DARPA :

- Quels problèmes résolvez-vous et comment ?
- Comment le problème est-il traité aujourd'hui et quelles sont les limites de ce traitement ?
- Quelle est votre différence et qu'est ce qui prouve que votre projet va réussir ?
- En cas de réussite quel impact et comment le mesurer ?
- Comment organisez-vous le développement de votre projet ?

L'innovation c'est surtout une ambition

La ou les questions étant posées, restent à explorer les réponses possibles et la méthode d'investigation.

Deux écueils guettent l'explorateur et l'innovateur, entre lesquels nous devons naviguer :

- le saupoudrage : consiste à multiplier les réponses à la question de l'innovation sous forme de projets à faible impact et faible investissement et ne pas obtenir de résultats tangibles ...
 - la danseuse : consiste à miser excessivement sur un projet d'innovation au regard de la réalité de son potentiel de marché ou de la maîtrise que l'organisation peut avoir du produit.
- Par contre, on peut structurer les réponses à trois niveaux d'ambition d'innovation⁸ :
- réponse de type cœur d'activité : rassemble les réponses consistant en des améliorations

incrémentales sur les produits et services vers les clients existants. Approche privilégiée dans la culture allemande ;

- réponse de type adjacente : où l'on s'appuie sur un point fort de la société au plan marché ou produit pour explorer un domaine marché ou produit inconnu pour la société ;
- réponse de transformation ou de rupture : où l'on va finalement adresser de nouveaux marchés avec de nouveaux produits ou services. Souvent (trop ?) privilégiée par le génie français. Ceci est une approche riche pour autant qu'on la couple avec un profil type d'entreprise. Les « bons *performers* de la croissance » ont une pyramide consistant à 70 % de cœur de cible, 20 % de adjacent et 10 % de rupture. Les « meilleurs *performers* de la croissance » ont, quant à eux, une pyramide inversée avec 70 % de rupture, 20 % de adjacent et 10 % de cœur de cible.

Naturellement une telle démarche dépend du secteur d'activité (industrie et high tech n'ont pas la même appétence pour la rupture), de la position réelle ou perçue par rapport aux concurrents et bien sûr des moyens qui peuvent être alloués à l'innovation. Une nouvelle fois, il faut se connaître ainsi que reconnaître et dire son ambition.

L'innovation, c'est finalement de l'exécution

Il a fallu du temps pour que l'hélicoptère soit mis au point sur la base de la première idée de Leonard de Vinci... Inacceptable dans nos organisations et nos entreprises car il faut savoir arrêter les projets qui ne donnent pas les résultats attendus dans les délais. Comme dans les anciennes expéditions, c'est bien une maladie de l'équipage appelée le syndrome Dallas⁹, qui est le principal ennemi de l'innovateur.

Finalement, il faut comprendre l'exécution au double sens de :

- dérouler un process assez systématique ;
- d'éliminer les projets qui sont défaillants tant du point de vue technique que du point de vue business.

Difficile et prétentieux de révéler les secrets d'un projet d'ambition de transformation ou de rupture¹⁰, mais on peut au moins en conclusion, discerner les quelques étapes clés des projets d'innovation.

L'étape 1 est la génération d'idée pour laquelle l'initiative individuelle, l'ouverture de l'entreprise (open innovation) et de son management, l'appréciation collective de la maturité des idées au regard de l'ambition d'innovation sont clés. Avoir beaucoup d'idées permettra de ne retenir que les meilleures, en avoir trop peu pourra créer des danseuses en aval.

L'étape 2 consiste en l'élaboration conjointe du modèle économique de création de valeur pour le client et du prototypage technique de la solution. A ce stade il ne faut pas tant se focaliser sur les attentes clients que sur la création de valeur et d'usage, en gros avoir une vision marché. La motivation de l'équipe, sa complémentarité, la maîtrise technico-économique du prototype livré sont les facteurs clé de succès.

L'étape 3 ne permettra de conserver que les projets dont le potentiel est une bonne réponse à l'ambition d'innovation de la société. Cette

phase souvent négligée et coûteuse est la phase de test tant technique que commerciale, permettant de mettre le produit en situation d'emploi dans son environnement futur et d'amorcer la phase de récolte de la valeur après les investissements. Elle marquera le début de la fin de la quête... 🕒



Protodyson

1) Le lecteur averti notera d'ailleurs que certains de ces projets ont été portés par Bertin ou CNIM.

2) Surnommé à sa mort en 2005 : le pape du management

3) Toujours selon P. Drucker

4) Formule empruntée à P. Gabilliet, professeur à l'ESCP

5) On connaît la définition simple de l'innovation : l'innovation consiste à améliorer l'existant

6) Lire « l'odyssée de l'endurance » de E. Stackelton peut être éclairant à ce propos

7) Sur de telles questions et les grandes découvertes voir « les découvreurs » de D. Boorstin

8) Pour plus de détail voir « Managing your innovation portfolio » Harvard Business Review mai 2012

9) Du nom de la célèbre série américaine, qui a fini par s'arrêter...

10) Même si il fait consensus que qualité adéquate des RH et indépendance des contingences budgétaires sont des facteurs clés pour les projets de transformation

INNOVATION ET LEADERSHIP

« Rien ne sert de courir... »

Vouloir toujours être pionnier n'est pas un gage de réussite à long terme : certes, le premier entrant sur une innovation gagne des parts de marché, mais pas forcément avec la performance économique. Il doit dépenser énormément de ressources pour fiabiliser son innovation, l'adapter aux attentes des clients, les rechercher, les éduquer et les fidéliser, pendant que les concurrents aguerris attendent le meilleur moment pour s'engouffrer et lui damer le pion.

Premier enjeu : le marché

En quoi mes concurrents pourront m'imiter ? Que me manque-t-il pour garantir mes nouvelles parts de marché, pour les tenir face à la concurrence ? Combien de temps pourrai-je les tenir avant d'être submergé par la concurrence ? Les réponses pourront varier :

- attendre : que les procédés ou les approches complémentaires existent ; que la clientèle devienne plus mature, qu'un écosystème émerge... ;
- dans l'attente, concentrer l'effort sur le développement, relativement moins difficile, d'une ressource stratégique complémentaire ;
- développer des alliances au moment opportun.



par **Frédéric Tatout, ICA**

■ **Chef de projets MCO à la SIMMAD**

Chercheur au CEA puis architecte à la DGA, Frédéric Tatout a été, au sein du ministère de l'industrie, en charge de thématiques clé du développement des usages numériques, notamment la SSI, la confiance et les RFID. Depuis 2012 il anime des projets d'amélioration de la performance du MCO aéronautique au sein de la SIMMAD.

Deuxième enjeu : le cadre de perception

Ensuite, si elle est déjà présente sur un marché bien défini, l'entreprise est-elle bien placée pour percevoir les apports d'une innovation ? Le réseau de clients et de prospects suffit-il pour voir loin ? La réponse est ardue, car l'entreprise est prise dans sa chaîne de valeur, dans son environnement. Même la meilleure veille concurrentielle ne sera d'aucune utilité si l'entreprise n'appréhende pas correctement ces deux enjeux. Les leaders du stockage numérique ont presque tous été doublés par des outsiders qui ont misé sur un gabarit de disque réduit associé à une technologie plus frustrante. Et à quatre reprises ! 1978 (passage au format 8 pouces), 1981 (au 5,25"), 1984 (au 3,5") et 1992 (au 1,8"). Pourquoi ? Parce que chacune de ces ruptures accompagnait le développement d'ordinateurs de format réduit, intéressant une clientèle nouvelle, plus nombreuse et moins exigeante. De leur point de vue, ces leaders n'avaient pas intérêt à investir ou à persévérer dans une technologie de rupture : « pourquoi me risquerais-je sur un marché incertain alors que je m'enrichis sur un marché juteux ? » Tous se sont réveillés trop tard. Saisir l'innovation de rupture, c'est donc plutôt une question d'état d'esprit et de structure.

Les entreprises leaders sur leur marché suivent en général une approche duale permettant d'être sur deux rails : innovation incrémentale et innovation de rupture :

- une capacité de R&T pour rester au top niveau de leur technologie par incréments ;
- une capacité d'innovation de rupture, par la création de structures plus ou moins éloignées du centre de décision : start-up, division (Orange valley), pôle d'innovation (chez Valeo), pépinière d'entreprise, open innovation...

En cas d'échec, il ne reste plus qu'à espérer pouvoir racheter un concurrent.

Avec les « TIC » ça se complique

Le « double numérique » de l'objet physique tend à être plus attractif que ce dernier. Facile à reproduire à faible coût, l'objet matériel est peu à peu relégué au rang d'une « terminaison physique » du produit. Ainsi l'automobile s'est

enrichie d'un système d'information interne, dont la connexion au réseau permet de rénover le concept de maintenance, de proposer une personnalisation très poussée, et ouvre sur la refondation du concept d'utilisation, qui ouvre sur une possible refondation du marché. Mais dans d'autres secteurs comme la télévision, cette approche bute sur le plafond de verre du temps d'attention de l'utilisateur. A l'extrême limite, le consommateur va se perdre dans une offre prolifique ; la multiplication de produits 100 % numériques se faisant à coût nul, leur valeur commerciale deviendra quasi nulle, sauf exception. Avec l'enjeu de plus en plus crucial de l'accès à la seconde d'attention du consommateur, la numérisation de l'économie débouche ainsi sur une nouvelle « loi du genre » de l'économie en réseau, « *the winner takes all* ». On le constate en comparant Google et Yahoo, Youtube et Daily Motion, LinkedIn et Viadeo, etc. Au final, l'économie immatérielle ampute la capacité de croissance de pans entiers de l'économie matérielle (comme le cinéma à nuit au théâtre de proximité), mais elle n'atteindra jamais, hélas, des hauteurs sans limites ; à titre d'illustration, le niveau de vie des développeurs de Californie reste en moyenne des plus modestes.

Vers de nouveaux pilotages

Ces tendances nous amènent à deux conclusions.

La première, pratique, c'est que l'innovation exige une gestion rigoureuse et un accompagnement très efficace, pas seulement par les entreprises... Espérons que les décideurs politiques ont pris la mesure de cet enjeu.

La seconde, plus philosophique, c'est que l'économie actuelle, hybride (numérique – physique) ne sera hélas pas le relais de croissance tant espéré aux révolutions industrielles passées, quelles que soient les promesses incantatoires que certains pourront faire en ce sens. Il faudra sans doute se résoudre à une réflexion sérieuse sur la nature même du progrès, susceptible (à condition d'en avoir le courage !) d'alimenter la réconciliation des pensées économiques et politiques dans notre pays. ☞

BT2i, *Business & Technology Intelligence for Innovation*, est une société française de conseil en Innovation spécialisée dans l'intelligence technologique et stratégique, la veille-Innovation pour la détection et l'évaluation de pépites technologiques et les transferts de technologies internationaux.

Créé en 2015 par Marc-Henri MÉNARD, cofondateur d'Innovation 128 en 1979, BT2i opère avec plus de cinquante consultants, Sr Advisors et correspondants internationaux implantés en France, dans l'UE, aux E-U, au Brésil, en Fédération de Russie, en Ukraine, en Chine et à Singapour.

BT2i intervient dans 4 domaines d'innovation :

- Matériaux & Procédés avancés
- Eco-innovations & Énergies
- Technologies de l'information & Économie numérique
- Biotech, Santé & Nutrition

BT2i accompagne les équipes en charge de l'innovation chez ses clients autour de 5 méthodologies originales et éprouvées :

- InnoGetFinder© - Veille Innovation & États de l'art internationaux
- I2W© - Veille & Idéation
- InnoMarketSurvey© - Études de marché à forte intensité technique
- Lab2Market© - Valorisation d'actifs scientifiques & technologiques
- BT2i Academy© - Formations aux bonnes pratiques de l'Intelligence technologique & Stratégique

BT2i
BUSINESS
& TECHNOLOGY
INTELLIGENCE
FOR INNOVATION



Marc-Henri MÉNARD,
Président

BT2i
238 Route de l'Empereur
92500 Rueil Malmaison - France
Tél. : + 33 1 47 08 92 19
www.bt2i.eu

ANT'Inno
Editeur du logiciel ANT'box
La GED collaborative multilingue et multimédia

Objectifs - Planifier, piloter, gérer - Automatiser, structurer - Traiter, organiser, partager - Créer, enrichir, maintenir	Usages - Mémoire d'entreprise - Knowledge management - Gestion de projet - Gestion de la connaissance
Domaines - Recherche - Développement - Marketing - Formation - Support	

Notifications facilitant le partage Graphes de lien facilitant la traçabilité Tableaux de bord facilitant la supervision

Extrême simplicité Peu de formation, pas de compétences spécifiques.	Crosslinguisme Une question dans une langue génère des résultats dans d'autres langues.
Indexation intégrale De tous les contenus français, anglais, arabe, espagnol et allemand... bientôt chinois, japonais et russe.	Droits d'accès Contrôle par document et utilisateur.

Moteur de recherche en langage "naturel"
Question non réduite à des mots-clés.

www.antinno.fr support@antinno.fr 04 66 33 66 02

Mr Amilcar MARQUES
situé à **Chennevières-sur-Marne**, est un **COACH DE VIE, COACH PROFESSIONNEL ET PERSONNEL**

Il vous accompagne pour vous redonner confiance en vous, pour faire face et pour trouver des **solutions** aux **difficultés** que vous traversez.

Coaching

Accompagnement • Coaching d'équipe • Coaching de vie • Coaching professionnel • Accompagnement vers un objectif

Étapes du coaching

Prise en main • Recueil de la demande • Établir l'état présent
 • Se projeter vers un état désiré • Détermination d'un objectif
 • Ressortir les points de blocage et déterminer les options • Déterminer les stratégies • Construire un plan d'action

Services+

Dans le cadre de votre entreprise, **M. Marques** vous propose des **séances de coaching** qui peuvent être considérées comme des **séances de formation**.



<http://www.amilcarcoaching.fr>
Tél. : 06 20 91 43 68 Mail : amilcar.marques@free.fr
27 av. Maurice Ravel 94430 Chennevières-sur-Marne

L'INNOVATION RÉCLAME DE LA RÉBELLION

SANS CAPACITÉ DE REMISE EN CAUSE COURAGEUSE DU STATU QUO, LES ORGANISATIONS FINISSENT PAR MOURIR

L'innovation requiert savoir-faire et capital, mais sans un esprit d'aventurier, sans prise de risque, l'échec est paradoxalement plus souvent au rendez-vous. L'innovation ne se décrète pas et même si l'on en connaît les ingrédients, personne ne possède la recette du succès...

Dans une magnifique analyse des ingrédients nécessaires aux écosystèmes innovants¹, Nicolas Colin, co-fondateur de The Family explique que le succès de l'innovation passe par un délicat équilibre entre talent (visionnaire), investissement (intelligent) et esprit de rébellion. Il ne fait que reprendre brillamment les arguments



par **Hervé Lebreton**, IPA

■ **Soutien à la création de start-up à l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)**

Hervé Lebreton (X84, SupAéro, Stanford) a été enseignant-chercheur à l'ENSTA et l'ONERA, et, de 1997 à 2003, chargé de fonctions chez Index Ventures, fonds de capital de risque. Il est l'auteur du livre « Start-Up, ce que nous pouvons encore apprendre de la Silicon Valley » et du blog www.startup-book.com. Il gère à l'EPFL un fonds de pré-amorçage : les Innogrants.

d'un Paul Graham, fondateur de Ycombinator dans la Silicon Valley qui décrit sa région comme la rencontre incongrue de riches et de nerds ou ceux d'un ouvrage plus sérieux du professeur Martin Kenney qui affine l'analyse en donnant une liste de cinq composants nécessaires : des centres de recherche où les idées émergent, du capital - risque qui permet le développement des idées, du savoir-faire technique pour réaliser les produits (et services), du savoir-faire business pour les marketer et les vendre mais enfin, et surtout, un esprit de pionnier qui encourage la prise de risque sans stigmatiser l'échec.

L'Europe est très en retard dans l'innovation technologique

J'ai quitté la fonction publique de mon beau pays en 1997 après avoir découvert ce qu'était la Silicon Valley pendant mes études. En France, mes amis et collègues préféreraient une carrière dans l'administration ou le secteur privé plutôt que l'aventure de la recherche scientifique, je ne parle même pas d'entrepreneuriat, qui, j'en suis persuadé, était tout simplement inconnu de la plupart des ingénieurs. Pendant six ans dans le capital - risque, j'ai fait un constat à peu près similaire à l'échelle de l'Europe. Seules les régions de Boston et de Tel Aviv pouvaient être comparées à la côte ouest américaine. J'ai alors décidé de rejoindre l'EPFL pour y faire depuis 10 ans un travail de fourmi sur les changements culturels indispensables à une véritable culture de l'innovation.

La Suisse, modèle d'innovation pour l'Europe ?

Dans l'article cité plus haut, Colin explique que l'Allemagne souffre d'une absence totale de rébellion alors que savoir-faire et capital sont disponibles en quantité et en qualité. La Suisse est un modèle économique très semblable. J'ai découvert à l'EPFL une université riche qui a su recruter les meilleurs talents dans le monde entier. Le résultat est un classement des plus honorables dans les *rankings* universitaires. Mais les chiffres sont à lire avec prudence. Le classement de la Suisse au sommet de l'innovation mondiale est plus le signe de l'alliance parfaite du savoir-faire et du capital que d'une capacité à produire du nouveau. Économie efficace, sans doute, innovante, moins sûr...

« En France comme en Suisse, l'entrepreneuriat est encore éteint par le capital et le savoir-faire... »

L'EPFL produit une quinzaine de spin-off par an. Ces dernières années, ces start-ups auront levé une centaine de millions d'euros par an. Une petite dizaine de sorties récentes (ventes à Intel, Dailymotion et d'autres) montrent que l'effort commence à payer. Mais aucune des « unicorns » que la Silicon Valley crée par dizaines. Il y a dix ans, consciente qu'elle pouvait faire plus encore, l'EPFL a créé les Innogrants, un fonds de pré-amorçage soutenant pendant un an



© Alain Herzog / Le campus de l'EPFL à Lausanne

Cinq ingrédients nécessaires pour innover

- Centres de recherche
- Capital risque
- Savoir-faire technique
- Savoir-faire business
- Esprit pionnier

les jeunes chercheurs et étudiants ayant des projets de start-up. Parce que l'argent n'est pas le seul ingrédient nécessaire, nous avons aussi lancé des cycles de conférences où entrepreneurs et investisseurs viennent partager leur expérience, avec l'espoir qu'ils contamineront notre communauté avec le virus entrepreneurial.

Les résultats sont prometteurs mais fragiles. On ne fait jamais assez pour encourager une culture d'innovation. Nous faisons voyager nos apprentis - entrepreneurs aux USA et en Chine. Nous avons créé en 2013 un « *open-space* », La Forge, pour favoriser la rencontre de ces jeunes. En 2014, nous avons lancé un programme d'échange avec trois autres universités technologiques, l'*European Venture Program*, financé par Bruxelles et notre

région envoie des jeunes de moins de 25 ans découvrir la Silicon Valley.

La Silicon Valley augmente son avance sur le reste du monde

Il ne faut toutefois ne pas se bercer d'illusions. Même si la France et la Suisse ont enfin pris la mesure des enjeux et des défis, même si l'EPFL à petite échelle montre la voie, même si la région parisienne montre avec Criteo ou BlaBlaCar que des entrepreneurs ambitieux peuvent s'exprimer, pourtant Colin considère que l'Europe échoue encore et il dénonce la toxicité de ceux qui se croient des amis et soutiens de l'innovation. « En France, on ne mélange pas les trois ingrédients. Capitalistes, ingénieurs et rebelles sont là, mais ils ne vivent pas dans le même

monde et se méfient souvent ouvertement les uns des autres. » En France comme en Suisse, l'entrepreneuriat est encore éteint par le capital et le savoir-faire...

La Silicon Valley n'est pas que le financement spéculatif de nouveaux modèles d'affaires innovants comme l'illustrent les Uber, Airbnb et bien d'autres. Elon Musk est le nouveau Steve Jobs, le nouveau rebelle, l'innovateur du XXI^e siècle avec Tesla, SpaceX et SolarCity. L'innovation y est diverse, riche et soutenue dans toutes ses composantes. Certes l'Europe fait des efforts louables mais je ne vois pas de réponses à la hauteur de ces nouveaux enjeux ni en France, ni en Europe. Je crains que la prise de conscience nécessaire reste à faire et je vous encourage une dernière fois à lire Nicolas Colin ! 📖

1) <https://medium.com/welcome-to-the-family/what-makes-an-entrepreneurial-ecosystem-815f4e049804#.rzz89gicq>

COMMENT SUSCITER L'INNOVATION

INVESTIR POUR INNOVER

Les démarches d'innovation et d'investisseur en capital risque sont parallèles. Témoignage d'une « *rocket scientist* » devenue investisseur à la BPI.

L'innovation? C'est une équipe, une vision, un écosystème.

Innover? C'est une équipe, qui se donne les moyens de réaliser sa vision, en s'appuyant sur l'écosystème.

En entreprise, l'innovation permet d'accrocher de nouveaux canaux de création de valeur.

Dans le même esprit, le métier d'investisseur en capital-risque consiste à permettre la création de valeur grâce à l'innovation.

Investir en capital risque consiste fondamentalement à :

- identifier une équipe prometteuse, porteuse d'une vision innovante ;
- lui donner les moyens financiers et humains de transformer sa vision en business ;
- l'aider à déployer son business en facilitant son accès à l'écosystème ;
- augmenter la valeur de l'entreprise, grâce au

développement de ces activités innovantes, et ainsi permettre à l'investisseur de réaliser une plus-value.

Mon expérience de l'innovation

Sortie Ingénieure de l'armement, spécialisée en propulsion spatiale, « *rocket scientist* » comme on me taquine dans mon équipe actuelle de financiers, après un stage en investissement chez GE Capital, j'ai commencé ma carrière comme ingénieur d'essais en moteurs d'avions au Centre d'essai des propulseurs de la Direction générale de l'armement. J'ai réalisé les essais du moteur de l'avion Rafale, pour la certification des premiers de série industrielles. Outre l'expérience de management de l'équipe de production, ce poste m'a appris la difficulté des projets d'innovation, et les qualités qu'ils requièrent de rigueur, d'anticipation, d'adaptabilité, et de ténacité. En parallèle, mon goût pour l'innovation et mon passage chez GE Capital m'ont amenée à m'intéresser aux contrats privés, et j'ai négocié et réalisé des contrats d'essais privés de moteurs d'avion Rolls-Royce, permettant de mieux rentabiliser les installations d'essai. J'ai inscrit mes contrats dans la *supply chain* de Rolls-Royce ce qui m'a permis de motiver mon équipe à innover dans son fonctionnement, et a été pris en compte dans la mise en œuvre de la loi sur la semaine de 35 heures, que nous négocions à ce moment.

Après un passage au ministère des Finances, où j'ai notamment financé des projets de transports dans les pays émergents, j'ai rejoint le groupe Caisse des dépôts puis sa filiale d'investissement CDC Entreprises devenue Bpifrance Investissement. J'y ai successivement démarré trois nouvelles activités d'investissement.

En 2006, les nouveaux tarifs d'achat par EDF de l'électricité d'origine renouvelable nous ont permis de lancer les investissements de la Caisse des dépôts dans les infrastructures d'énergies renouvelables, et après avoir démarré l'activité, mon équipe a investi dans des éoliennes, des centrales solaires et des unités de méthanisation. En 2009, pour pallier le manque de liquidités des PME dû à la crise financière, j'ai été sollicitée

pour le lancement du Fonds de mezzanine géré par CDC Entreprises qui investit en quasi fonds propres dans des PME en capital développement, souvent pour des croissances externes.

En 2012, j'ai structuré le Fonds Ecotechnologies, géré par Bpifrance Investissement, qui investit en capital-risque dans des PME du secteur des technologies vertes.

Le groupe Caisse des dépôts m'a permis de démarrer de nouveaux véhicules d'investissement adaptés à chaque évolution du contexte économique, en co-investissant avec les fonds privés, pour générer un effet de levier sur les fonds publics.

Sur les projets d'énergie renouvelables, j'ai expérimenté l'effet de bulle suite aux nouveaux tarifs, puis la soudaine désaffection des banques avec la crise financière. En mezzanine, mon équipe a étudié des sociétés avec des montages LBO en difficulté, puis revu ses critères face à la concurrence de fonds privés. En Ecotechnologies, j'ai co-investi avec des fonds privés, qui se sont ensuite raréfiés sur le secteur, et je co-investis maintenant avec des investisseurs industriels, avec lesquels les sociétés cibles négocient des contrats de business. Enfin, les marchés attractifs pour les start-up innovantes nous ont permis deux introductions en bourse sur Euronext.

Point de départ pour investir ou innover : l'équipe et la vision

Je suis convaincue que la mobilisation d'une équipe ad hoc est la clef de l'innovation.

Dans mon métier d'investisseur en capital-risque, l'équipe de management de la société cible représente plus de 60 % des critères d'investissement. L'idéal est une équipe diversifiée qui réunit les trois profils essentiels de visionnaire (créatif qui va trouver l'idée innovante), de vendeur (personne de réseau qui va promouvoir l'idée) et de directeur des opérations (manager rigoureux qui va déployer l'idée). J'observe souvent le manque d'un directeur commercial dans les projets d'in-

génieurs, et j'aide à le recruter, au moment de mon investissement.

Pour innover, l'équipe doit être animée par l'ambition et l'ouverture, échanger, disposer de liberté d'initiative pour prendre des risques, croire en sa réussite pour surmonter les difficultés et convaincre les clients, accepter l'échec et en tirer des enseignements. Les fonds d'investissement les plus performants travaillent en équipes qui discutent de tout, en particulier des difficultés, pour optimiser les solutions. Innover nécessite également une grande ouverture à l'international, autant pour s'informer de l'écosystème, trouver des idées et partenaires, qu'être visible et communiquer sur ses recherches et réalisations.

Dans les structures existantes, l'ambition d'innovation doit être portée au sommet de la hiérarchie. La création rapide de la marque Bpifrance est exemplaire à cet égard : l'ambition d'innovation est incarnée par notre Directeur général, avec une communication optimiste assidue.

Donner des moyens à l'innovation : investir en capital-risque

Après l'équipe, je questionne l'avancement du produit. La recherche et le développement sont-ils finalisés ? Le produit a-t-il été testé avec des clients ? A-t-on anticipé le(s) marché(s), leur taille, le(s) prospect(s), le « *time to market* », la concurrence ? Le coût de revient est-il viable ? Quels sont les risques et l'analyse SWOT ? Ensuite, mon équipe effectue des visites sur site, des audits et « due diligences » externes, notamment sur les aspects techniques, de propriété intellectuelle, environnementaux, juridiques et financiers.

Sur la base de ces analyses, mon métier d'investisseur est d'apprécier si la société est à un stade d'avancement qui requiert un investissement en amorçage (juste après la création de la société, preuve du concept non encore faite), capital-risque (pour financer le déploiement commercial), capital développement (pour passer à une autre échelle de croissance), transmission, cession (changement d'actionariat), introduction en bourse ou retournement (restructuration de société en difficultés). Je structure alors ma proposition d'investissement, j'aide la société à réunir les fonds, et nous finalisons l'opération.

Le Fonds Ecotechnologies que j'ai structuré en 2012, FPCI doté de 150 M€ par l'État et géré par Bpifrance Investissement, prend des parti-

cipations minoritaires en co-investissant avec des fonds privés, au capital de PME françaises en capital-risque. Un représentant du Fonds est présent dans les organes sociaux des sociétés cibles. En moyenne, nous investissons par société un ticket de 2 à 10 M€, sur une durée de 4 à 6 ans.

Notre stratégie en capital-risque est de donner suffisamment de trésorerie à la société pour qu'elle développe ses ventes au cours des deux années suivant notre investissement. Nous conservons des disponibilités pour réinvestir à cette échéance, et poursuivre l'accompagnement de la croissance sans être trop dilués.

« ...nous avons mis à disposition des sociétés françaises un continuum de financement... »

Utiliser l'écosystème pour doper l'innovation

Je pense qu'un levier essentiel de l'investisseur pour accélérer la croissance d'une société cible est de l'accompagner dans l'écosystème. Notre mission d'investisseur est d'abord un appui ciblé pour aider les entrepreneurs à transformer leur vision en une activité économiquement viable. Nous leur ouvrons nos contacts pour faciliter leurs déploiements commerciaux, levées de fonds, et recrutements. Nous pouvons étayer leur réflexion sur les sujets de business plan, stratégie, industrialisation, marketing, vente, équipe, et proposer les accompagnements adéquats.

Avec la création de Bpifrance en 2013, nous avons mis à disposition des sociétés françaises un continuum de financement depuis les subventions d'amorçage et le Fonds Unique Interministériel (FUI) pour les toutes jeunes pousses, aux prêts pour l'innovation (PPI), en passant par les prêts pour l'amorçage (PPA), les subventions et avance remboursables des programmes collaboratifs et les aides à l'innovation. L'organisation du réseau régional de Bpifrance a simplifié le dispositif pour les entrepreneurs qui disposent d'un interlocuteur unique. En tant qu'investisseur, nous pouvons aider la société innovante à accéder au crédit impôt recherche et à son préfinancement, aux divers prix et bourses *frenchtech*, ainsi qu'aux garanties des prêts par Bpifrance. Et nous sommes directement

acteur des levées de fonds des sociétés cibles et de leurs introductions en bourse.

Par exemple, ma contribution active d'investisseur à la réussite de l'introduction sur le marché Euronext de McPhy Energy en mars 2014, a permis à la société d'accéder à d'importantes ressources et de s'internationaliser. Le montant visé et le prix proposé ont permis d'optimiser l'opération, qui a été très largement sursouscrite. Et la cotation sur un marché réglementé a amélioré la visibilité internationale de McPhy Energy, lui permettant de se positionner sur des marchés en Chine et aux États-Unis.

Chez Bpifrance, nous avons déployé un écosystème d'accompagnement de nos entrepreneurs, depuis l'investissement dans des incubateurs de start-up, aux offres pour l'accélération de croissance avec des formations et prestations de conseils ciblés. Nous organisons le partage des savoir-faire entre PME, ETI et grands groupes par des conférences, qui leur assurent en même temps de la visibilité, les grands groupes et établissements financiers étant eux-mêmes en quête d'innovations et relais de croissance.

Pour avoir investi à presque tous les stades de maturité des sociétés, j'observe que mon métier actuel de capital-risque requiert d'être très adaptable et réactif. Les *business models* des sociétés innovantes sont en perpétuelle remise en question, souvent dès la première année après l'investissement. Avant de *performer*, les sociétés sont souvent en retard sur leurs prévisions, avec des périodes de trésorerie inconfortable. L'investisseur en capital-risque doit avoir ce goût du changement, pour s'y adapter rapidement.

Par exemple, j'ai investi mi-2012 dans Actility, une société de développement de plateformes d'objets connectés, parce que ses premières applications visaient les économies d'énergie. En 2015, la société a brillamment levé 25 M€ sur un *business model* devenu principalement télécom.

De la même façon que cette start-up a fait évoluer sa stratégie au bon moment et avec les bons partenaires, j'ai mené mon parcours professionnel en faisant confiance à mon intuition, en choisissant les bonnes personnes pour être au bon moment au bon endroit, avec l'énergie d'entraîner mon équipe.



INNOVER TOUT EN INNOVANT

L'innovation est un mot qui emporte l'adhésion ; comme le progrès, le développement, l'emploi ou la préservation de la nature. Pourtant le défi est immédiat : si l'innovation permet une baisse des coûts, elle est équivalente à une baisse de l'emploi si on ne crée pas de choses nouvelles satisfaisant un besoin nouveau. On peut même dire que l'objectif premier est de supprimer des emplois¹ à résultat constant. L'autre option, qui serait de préserver des emplois en freinant le progrès, est évidemment inacceptable.



Carte de vœux de 2006 revue et appréciée par l'auteur

Donc créons

Comme disent joliment les politiques pour parler du peu d'utilité de certaines innovations (au fait, ça veut dire quoi, utile, une fois que nos besoins essentiels sont satisfaits ?), elles révèlent un besoin latent. Une difficulté est le principe de précaution – en fait le principe de panique – par lequel les choses nouvelles promises sont dangereuses. Il suffit de ne pas les annoncer, et elles deviennent des avancées...



par **Denis Plane**, IGA

Innovation austère

Dans l'armement, il y a un paradoxe : la tendance est de s'appuyer souvent sur le besoin de renouveler un système, ce qui est presque un déni d'innovation. D'un autre côté, de nombreuses idées ne voient jamais le jour. Un simple examen du POR (programme d'orientation des recherches, signé par le ministre) d'il y a 20 ans montre qu'à peine la moitié des applications envisagées pour les futures technologies ont vu le jour. Une explication possible est qu'en opérations, les militaires doivent faire avec ce qu'ils ont ; alors ils prennent l'habitude de se contenter de ce qu'ils ont, en l'aménageant un peu. Le même paradoxe se retrouve dans la conduite des études : soit les résultats sont prometteurs, et alors il est urgent de poursuivre de façon volontariste le financement pour les voir aboutir ; soit les résultats sont décevants, et la raison en est l'insuffisance de financement qu'il convient donc de renforcer !

Enfin une rédaction trop limitée des clauses techniques d'un marché d'étude, exigeant des résultats chiffrés et pénalisant les insuffisances de résultats par rapport aux ambitions dont on voulait justement mesurer la faisabilité peut conduire à des absurdités – sans compter les effets insidieux sur les objectifs de politique industrielle. Le résultat est ce que certains appellent l'innovation austère du ministère de la défense. Dilbert dirait qu'il faut lister avec précision les événements imprévus. Un cas remarquable est le Balardgone, pur produit du XX^e siècle, dont les locaux parfaitement adaptés mais très peu flexibles sont très probablement inadaptés aux modes de relations du XXI^e siècle : rien n'interdit de penser que l'organisation du ministère changera profondément avant 30 ans, ou que de nouvelles technologies apparaîtront, ou qu'une crise imprévue demandera de vastes locaux pour un fonctionnement en plateau, par exemple interministériel... Pourtant l'exigence

de flexibilité n'est pas nouvelle : le bâtiment de projection et de commandement Mistral, conçu en même temps que le Balardgone, offre des locaux modulables et câblés largement plus vastes !

Bref, pour innover, il faut se « lâcher ». Il y avait près de La Châtre une florissante usine de fers à bœufs. Le dirigeant hésitait à sauter le pas et à investir pour passer au fer à cheval, dont l'emploi futur était très incertain : c'était un autre créneau. Il y renonça, et fit faillite.

Donc, des questions simples : quels obstacles, comment innover, qui innove, et à qui cela sert ? J'aime les changements de mode de vie qui subrepticement appellent des innovations : un de mes amis en Inde cherchait un taxi. Une voiture s'arrête. Hélas c'était une Uber, qui ne pouvait être prise qu'après une demande par internet. Seule l'application d'un passant compréhensif a dénoué la situation. Pour les militaires, la leçon est autre. Il faut apprendre à regarder ailleurs, là où l'innovation de structure est beaucoup plus rapide. Il m'arrive souvent de penser, en voyant des projets qui font la fierté du ministère : « *mon fils fait pareil avec son téléphone !* »

Nous vivons dans un monde de règles, de lois, de codes et d'éthique, mais aussi d'habitudes. L'État régulateur est traditionnellement mal à l'aise dans la course aux innovations, qui vont plus vite que lui, dans des domaines où il manque de spécialistes². L'innovation demande une nouveauté dans les règles, ou, comme on aime à dire, une anticipation d'un changement de paradigme. Peut-être est-ce pour cela que les études d'impact sont souvent superficielles ?

« ... le vrai métier des IAs, gagner des paris alors que les mots les décrivant restent à inventer. »

Inventer des systèmes

Les nostalgiques verront ce qui nuit, ou ce qu'on a perdu, ou ce qui fait obstacle :

- le principe de précaution, alors que les essais des pionniers seraient aujourd'hui scandaleux, que Pasteur aurait droit à l'opprobre ;
- le besoin d'intégrer sans tout remettre en cause et de tester sans danger ;
- l'éloignement du corps des IAs des préoccupations scientifiques, que traduit la suppression de la publication de la revue scientifique et technique de défense (RSTD).

Je préfère ces exemples :

Une publicité offensante de GIAT Industries en 1996, puis en 2004, se passe de commentaires. En un sens elle était exacte : le Caesar ou l'Aramis se sont faits en interne. Sur le fond, elle ignore le vrai métier des IAs : intégrer des innovations qui n'existent pas encore, gagner des paris alors que les mots les décrivant restent à inventer.

Après la création à Toulon du Centre d'études et de recherches sur la discrétion acoustique des navires, le CERDAN, le DCN d'alors a simplement demandé quel en était le budget. Et sa réaction a été : « *Ce n'est pas assez ! Dépensez 500 MF !* »

Une étude avait été lancée pour savoir si une interface informatique commune à plusieurs

systèmes de combat était faisable. L'étude a conclu que ce n'était pas faisable ... et le développement a été lancé !

Alors, ça vient ?

Les grandioses changements technologiques rassemblant dans un même programme une quantité de défis nous ont toujours fascinés. Ils réunissent des défis multiples. Et leur prix est énorme. Dans les années 1960, un document secret de l'OTAN prévoyait une arme laser en 1985 : c'était trente ans trop tôt au moins. Un récent numéro de notre magazine (n° 103) n'envisageait les futurs systèmes d'armes laser qu'après 2025. Le croiseur américain Zumwalt, en projet depuis trente ans, prend enfin la mer cette année, sans son canon électromagnétique.

Innover, c'est ailleurs

Innover là où on ne s'y attend pas. Comme Cook en Australie (voir en fin de magazine) les grandes ambitions finissent par valoir ce qu'elles ont suscité d'innovation en dehors des buts premiers : Versailles a lancé un renouveau technique, la *Strategic Defence Initiative* de Reagan, bouclier anti-missile irréaliste, a donné une nouvelle impulsion aux technologies coûteuses et a contribué à rendre économiquement exsangue l'URSS qui ne pouvait plus suivre et a ainsi perdu la guerre froide. Les études financées par l'Europe, quelque innovantes qu'elles soient, ont un but principal : mettre en relation les chercheurs des différents pays, créer des réseaux. Lisons cet excellent numéro du magazine des IAs : allons ailleurs !



1996 : Intelligent ensemble, les mains derrière le dos d'un IA... ?



2004 : Réussir ensemble, l'IA a disparu !

1) Que d'emplois détruits par les nouveaux radars, en mécanique, tubes de puissance et antennes cassegrain !
2) L'ANSSI fait exception, mais pas la finance

UNE STRATÉGIE D'INNOVATION POUR L'OTAN

LA TRANSFORMATION MILITAIRE AU SERVICE DE L'INVESTISSEMENT DE DÉFENSE

Depuis 2009, la transformation militaire de l'OTAN est confiée à un général français, appelé comme ses prédécesseurs américains « SACT ». SACT a initié en 2015 le développement d'une stratégie d'innovation de niveau politique pour l'OTAN, au service de l'investissement de défense et du renforcement de l'Europe de la Défense. Éclairage sur les missions de ce commandement stratégique de l'OTAN.

Le retour de la France dans la structure de commandement intégré de l'OTAN en 2009 a permis l'attribution à un général français la fonction de Commandant Suprême d'un des deux commandements stratégiques militaires de l'Alliance, le commandement allié pour la transformation ACT (*Allied Command Transformation*). Avec près de 1 000 militaires et civils des 28 nations de l'OTAN, dont environ 600 situés à Norfolk en Virginie sur la côte est des États-Unis, ce commandement militaire stratégique est en charge de la préparation des capacités militaires de l'Alliance, de l'élaboration des concepts et des doctrines, et de l'entraînement des forces. Le général d'armée

aérienne Denis Mercier est depuis le 30 septembre 2015 le « troisième » SACT (*Supreme Allied Commander Transformation*) français, après le GAA Stéphane Abrial (2009 - 2012) et le GAA Jean-Paul Paloméros (2012 - 2015).

Face à un environnement stratégique incertain et évoluant toujours plus rapidement, l'innovation est considérée comme essentielle pour mener à bien la transformation militaire de l'OTAN. Souvent associée à la notion d'innovation technologique, la vision de l'innovation développée par ACT va bien au-delà : elle ambitionne de venir, en soutien de la décision des nations de l'Alliance au sommet du Pays de Galles en 2014, d'amener dans la décennie à venir les budgets de défense au seuil de 2 % du PIB et d'en allouer 20 % pour des dépenses de R&D ou d'équipement majeurs.

ACT ancre son action de transformation au travers des activités spécifiques suivantes :

- une analyse prospective de l'environnement sécuritaire et des implications militaires à horizon 2030, au travers de l'identification des grandes tendances d'évolution sociétales, macro-économiques et technologiques. Il s'agit d'un travail d'analyse continue ayant produit notamment deux documents en version publique en 2013 et 2015 (*Strategic Foresight Analysis* et *Framework for Future Alliance Operations*) ;
- la définition de concepts, doctrines s'appuyant notamment sur le retour d'expérience opérationnel. Les développements de concepts d'opérations en milieu fortement urbanisé ou en milieu nécessitant de combattre des drones sont par exemple deux activités issues de l'analyse prospective ;

- une planification à l'échelle de l'OTAN pour faciliter l'identification des besoins et lacunes capacitaires, le développement et le déploiement de l'ensemble des capacités nécessaires pour l'Alliance ;

- la préparation des programmes OTAN ;
- l'animation d'un vaste réseau au sein de l'Alliance et de ses partenaires, permettant à ACT de disposer d'une expertise cruciale pour la conduite de la transformation : Organisation de la science et de la technologie, les 24 centres d'excellence accrédités par ACT, l'industrie au sens large (défense et non-défense), le monde académique, et les *think-tanks* américains et européens ;

- l'organisation des exercices : l'exemple le plus visible en 2015 fut *Trident Juncture*, qui a rassemblé 36 000 soldats entre le Portugal, l'Espagne et l'Italie. Il s'agissait du plus grand exercice OTAN depuis 2002, qui a démontré le niveau de préparation de l'OTAN, et qui a aussi permis d'intégrer de nouveaux acteurs, avec pour la première fois une trentaine d'industriels de 16 nations venus en observateurs sur le terrain.

Le SACT promeut une stratégie d'innovation pour l'OTAN où l'idée maîtresse est de mettre à disposition les outils de la transformation militaire pour inciter les nations à investir. Concrètement, le SACT a introduit le concept de *Capacité de l'OTAN*, cœur d'un Système de Combat, structuré comme un *Cloud*, qui exprime dans une approche de système de systèmes ce que doit produire la transformation : un réseau de capacités interconnectées, centrées sur une architecture C2 (*Command & Control*) robuste



ACT organise chaque année un cycle de conférences traitant de différentes perspectives de la transformation. Le général Mercier a présenté publiquement sa vision de l'innovation et stimulé un débat sur le besoin d'innovation à l'OTAN et l'impact de la *Defence Innovation Initiative* américaine sur l'Europe lors du forum OTAN - Industrie en octobre 2015 à Lisbonne, où il a invité l'IGA Caroline Laurent, directrice de la stratégie de la DGA, Antoine Bouvier, PDG de MBDA, Al Shaffer en charge de la coordination des activités de Science et Technologie à l'OTAN, Frank Finelli en charge d'activités de fusion - acquisition chez Carlyle Group, Luis Simon (à droite sur la photo), et Ben Fitzgerald (au centre), deux *think-tankers* respectivement européen et américain menant des réflexions sur les enjeux de supériorité technologique aux USA et en Europe.

permettant d'améliorer la perception de l'environnement stratégique pour la prise de décision et de décentraliser la conduite des opérations, grâce un personnel formé et entraîné, et à une fonction logistique renforcée exploitant le potentiel des nouvelles organisations et technologies (impression 3D par exemple), utilisables de façon agile et modulaire pour répondre à différentes situations stratégiques à horizon 2030.

Ce concept repose sur le fait que la crédibilité de l'Alliance passe par une industrie - défense et non-défense - innovante de part et d'autre de l'Atlantique, capable de fournir les solutions technologiques qui permettront à l'Alliance de conserver sa supériorité. L'enjeu est notamment de pouvoir identifier les technologies clefs qui changeraient la manière de conduire les opérations. Par ailleurs, le développement de capacités interopérables basées sur des architectures modulaires, ouvertes et « *plug & play* », doit offrir aux nations la possibilité d'investir dans leur industrie et de créer des retours sur investissement incitatifs. Par exemple, le *Federated Mission Networking*, qui permet

la création de réseau *ad-hoc* de mission en coalition, est développé par ACT suivant ce modèle, qui regroupe aujourd'hui 22 nations de l'OTAN et 5 nations partenaires. Enfin, les exercices, dont le nombre a augmenté de façon significative depuis 2009, doivent offrir de nouvelles opportunités pour expérimenter des technologies et des concepts novateurs. Les USA ont initié fin 2014 une transformation militaire globale, la *Defence Innovation Initiative* (DII), incluant un volet de supériorité technologique appelé *3rd Offset Strategy*. La DII ambitionne de répondre par l'innovation à une érosion progressive de sa supériorité militaire à horizon 2030, du fait du développement combiné de capacités de haute technologie par des nations telles que la Chine, limitant les marges d'intervention, et de la diffusion des technologies, en particulier commerciales, qui permet d'ores et déjà à des structures terroristes ou à des pseudo-états de constituer une menace réelle. La DII intègre un programme technologique, le développement de nouveaux concepts, l'éducation des leaders militaires à l'innovation et la réforme des processus d'acquisition. Si

la promesse d'investissement faite par les nations au sommet du Pays de Galles représente un progrès vers un meilleur partage du fardeau entre les USA et les nations européennes, il existe un risque de creusement de l'avance technologique américaine sur le long-terme, dont les effets en particulier sur l'industrie de défense européenne seraient significatifs.

Le SACT a porté en 2015 le débat de l'impact de la DII sur les Alliés européens. Il en découle le besoin de dialogue afin de garantir que la DII, dans sa dimension impliquant les Alliés, conduise à des options capacitaires interopérables « non-propriétaires ». Il en ressort également une prise de conscience côté Union Européenne de l'initiative américaine, qui pose la question du besoin d'une démarche similaire en Europe, qui pourrait renforcer l'action préparatoire pour la recherche en matière de politique de sécurité et de défense commune. La stratégie d'innovation d'ACT se positionne par conséquent en soutien de l'Europe de la défense. 📌



par Emmanuel Castel, ICA

■ Chef du bureau de la Collaboration Industrie & Monde Académique

Emmanuel Castel a occupé différents postes de management technique dans les essais en vol à Cazaux et a été Architecte Concepteur d'Ensemble d'un PEA de rénovation à mi-vie dans le domaine de la dissuasion. Il est aujourd'hui au commandement de la transformation de l'OTAN.

QUELLE INNOVATION OUVERTE POUR LA DGA ?

RAPPROCHER LES ACTEURS SUSCEPTIBLES DE CONTRIBUER À L'INNOVATION DE DÉFENSE

Quelle peut être la place de l'innovation ouverte dans le domaine de l'armement, où par nature, l'information sensible ne se partage pas ? Au-delà d'initiatives ponctuelles et de ses dispositifs de soutien à l'innovation, la DGA s'apprête à expérimenter un nouvel espace en ligne sur son site IXARM.

L'innovation ouverte s'impose progressivement dans les services et l'industrie comme l'un des modes dominants de création de valeur. Elle s'applique à tous les domaines de la recherche et du développement. En rapprochant des compétences d'horizons différents, elle aide à résoudre des problèmes ou à imaginer de nouveaux usages. Elle suscite des transformations qui dépassent le modèle habituel de l'amélioration incrémentale. Elle se matérialise au travers de formes très simples (l'échange d'informations, le partenariat, la captation de compétences) ou plus structurées (la standardisation d'environnement de développement, les portails collaboratifs, communautés d'intérêt) en passant par les concours d'idées, ou les réseaux sociaux d'entreprise...



par **Emmanuel Legros,**
ICA

Bureau études amont du domaine nucléaire, biologique et chimique de la DGA

Après un début de carrière dans la guerre électronique et le renseignement, Emmanuel Legros a dirigé le programme de drones moyenne altitude longue endurance (MALE). Il a occupé plusieurs postes transverses : développement international, plan prospectif à 30 ans, responsable de l'évaluation des études amont.



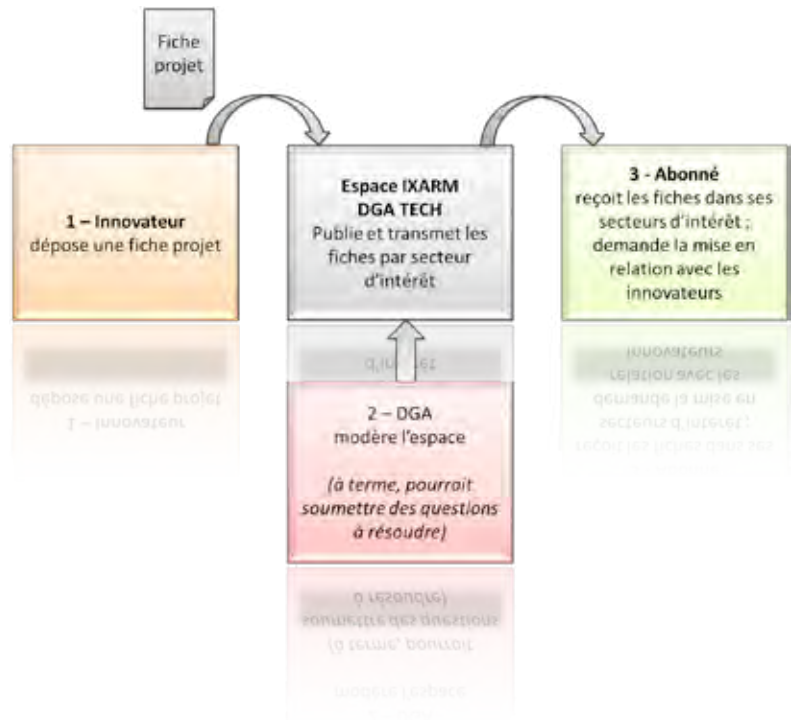
IXARM, le portail de l'armement pour rapprocher les acteurs de l'innovation

Dans moins de dix ans, l'innovation ouverte sera à l'origine plus de la moitié des innovations mondiales

Dopés par Internet et ses possibilités accrues d'échange d'information, de nouveaux modèles industriels sont apparus où l'innovation n'est plus développée en interne de A à Z. Tout est allé très vite dans le secteur civil. La discipline a été théorisée aux États-Unis dans les années 1990. Les meilleures universités, comme Berkeley ou Stanford l'ont ensuite enseignée. Et désormais, la plupart des cycles de formation interne ou continue qui traitent du « management de l'innovation » s'articulent autour d'un module d'innovation ouverte. Des sociétés de conseil proposent leurs services à un nombre croissants d'entreprises, y compris dans des secteurs traditionnellement fermés, pour les

aider à repenser leur R&D et à chercher des solutions au-delà de leur bureau d'études. Dans moins de dix ans, l'innovation ouverte sera à l'origine de plus de la moitié des innovations mondiales. Mais qu'en est-il dans le domaine de l'armement, où par nature, l'information sensible ne se partage pas ? Les facteurs qui favorisent l'innovation ouverte sont-ils compatibles avec les spécificités de l'innovation de défense ? Où en sont nos grands partenaires ? L'analyse de ces questions a récemment conduit la DGA à vouloir expérimenter dans le domaine avec la plateforme DGA TECH' sur son site web institutionnel IXARM : un espace pour décloisonner autant que possible l'innovation de défense et favoriser la coopération entre ses acteurs. Revenons sur la genèse et les perspectives de DGA TECH'.

De nombreux freins s'opposent à l'adoption de l'innovation ouverte pour la R&D des systèmes de défense. Parmi eux, le premier qui vient naturellement à l'esprit est la protection des informations sensibles et leur non - divulgation au-delà du cercle des acteurs qui « ont à en connaître ». Le développement des technologies s'effectue encore souvent selon une logique en entonnoir : la recherche de base alimente les études amont, qui elles-mêmes alimentent les programmes d'armement. Dans ce cadre, les besoins d'expertise technique tendent à spécialiser les compétences avec des profils potentiellement moins enclins à chercher de l'innovation en dehors de leur métier. Enfin, l'innovation ouverte impose une obligation de moyens, plus difficile à contractualiser dans le cadre des marchés publics qu'une obligation de résultats. Pour autant, les États-Unis ont mis en place des méthodes, des organisations et des outils d'innovation ouverte qui ont fait leur preuve, que ce soit à la DARPA ou dans les laboratoires de recherches de l'Army, de la Navy ou de l'Air Force. Des espaces collaboratifs en ligne permettent en particulier d'organiser des appels à idées, ou de soumettre des questions (d'ordre capacitaire ou technologique) à résoudre par une communauté d'abonnés. Selon un modèle comparable, la Grande-Bretagne a, plus près de nous, ouvert la plateforme NITWORKS à plus d'une centaine de partenaires industriels. Au plan contractuel, la Grande-Bretagne met aussi en œuvre des partenariats d'innovation technologique : ces ITP (*Innovative Technology Partnerships*) placent sous la responsabilité d'un maître d'œuvre le soin d'organiser et de valoriser un ensemble de travaux de recherche avec des laboratoires académiques innovants. Les démarches entreprises par nos partenaires ont ainsi démontré les apports de l'innovation ouverte en matière de performances (captation de compétences extérieures pour recueillir les meilleures solutions pour traiter les problèmes spécifiquement liés au monde de la défense), de délais (mise en place de processus d'acquisition plus réactifs), de coût (limitation du nombre d'heures d'études à financer), ou encore d'image (modernité et dynamisme avec un renforcement potentiel du lien armée-nation). De son côté, la DGA a surtout renforcé ses dispositifs de soutien à l'innovation. Sur les thématiques d'intérêt défense, ces dispositifs suscitent annuellement plus de 300 projets innovants portés par des laboratoires académiques, des



La plateforme prototype DGA TECH'

PME-PMI, éventuellement en association avec des grands maîtres d'œuvre. En 2014, RAPID, le régime d'appui aux PME pour l'innovation duale a par exemple sélectionné et conventionné 59 projets pour montant total d'aide de 50 M€. Les autres initiatives qui s'apparentent aux mécanismes d'innovation ouverte ont été plus ponctuelles. On peut citer quelques défis technologiques, tels que CAROTTE (Cartographie par robot d'un territoire), qui ont été organisés avec le soutien de l'Agence Nationale pour la Recherche. Le Laboratoire de travail de groupe (LTG) situé à Arcueil au Centre d'analyse Technico-opérationnelle de défense (CATOD) croise les compétences d'une dizaine d'invités dans chacune de ses séances de création collaborative. Enfin, plus proches des applications, quelques projets isolés, tels que QUAERO sur le traitement de la parole, ou DOPEC dans le domaine du renseignement, ont, dès le départ, été spécifiés autour d'une architecture ouverte qui a su évaluer et intégrer des innovations proposées par les acteurs de leur domaine.

La démarche d'innovation ouverte doit s'insérer dans les dispositifs existants

Pour s'imposer demain plus largement dans le domaine de la S&T de défense, la démarche d'innovation ouverte doit s'insérer dans les

dispositifs existants, en créant autour d'eux, un environnement souple et capable de rapprocher, à moindre frais, les acteurs susceptibles de contribuer à l'innovation de défense. Dans un premier temps, il peut s'agir, à l'image d'un réseau social, d'apporter un service d'information pour constituer et entretenir des communautés d'intérêt autour de domaines d'application. C'est le choix qui a été fait pour la plateforme DGA TECH' qui sera prochainement expérimentée sur IXARM. D'un côté, les innovateurs publient sous un format très synthétique les résultats obtenus dans un projet soutenu par la DGA. Ils identifient les métiers et les domaines d'application en rapport avec leur projet. De l'autre côté, tous les utilisateurs (abonnés) de la plateforme déclarent dans leur profil les métiers et domaines qui les intéressent. La plate-forme se charge de mettre en relation les innovateurs et les utilisateurs. Une seconde étape pourrait consister à soumettre, de la même manière aux communautés DGA TECH', des problèmes à résoudre en rapport avec leurs domaines d'intérêts. Les questions seraient préférentiellement soumises avant les appels à projets ou dans un cadre précontractuel. Une attention particulière devra être portée aux questions de propriété intellectuelle. 🐼

L'INNOVATION DUALE, UN FACTEUR D'INFLUENCE POUR LA DGA

RAPID, ASTRID Maturation, Fonds Unique Interministériel, Thèses DGA, Défis ANR, Partenariat BPI Innovation, études amont, Investissements d'Avenir... le catalogue des actions de la DGA en soutien aux projets de S&T résonne comme un étrange bestiaire. Mais loin de révéler une politique éparpillée, cette liste témoigne d'un effort coordonné pour avoir accès à l'ensemble des acteurs de l'innovation, institutionnels comme privés, susceptibles d'irriguer les programmes d'armement futurs. Au travers de ses dispositifs propres comme des partenariats noués avec d'autres acteurs, la DGA bénéficie aujourd'hui d'une empreinte financière, technologique et territoriale forte sur l'écosystème de l'innovation en France. Cette triple empreinte est néanmoins peu connue en dehors du milieu de la défense alors même qu'elle revêt une véritable opportunité d'influence et de rayonnement pour la DGA.



par **Laura Chaubard, ICA**

■ Chef du bureau de l'accompagnement des PME au S2IE (DGA/DS)

Après l'X, promo 99, Laura Chaubard a effectué une thèse en algorithmique à Paris Diderot, avant de travailler sur le traitement sémantique de l'information. Après un poste d'architecte de systèmes d'information, elle prend en charge le bureau des PME stratégiques et d'accompagnement des PME, qui gère les dispositifs de soutien aux PME de défense et à l'innovation duale.

Diffuser les besoins technologiques des forces armées

Rayonner avant tout pour la promotion et la satisfaction de ses besoins duaux. S'il y a quinze ou vingt ans, promouvoir la dualité était une façon de renforcer les industries de défense en leur ouvrant de nouveaux marchés, aujourd'hui c'est avant tout un moyen de s'assurer que les besoins de la défense seront bien pris en compte dans des domaines dominés par les enjeux civils. Que ce soit dans le secteur des TIC, de l'énergie ou de la santé, les investissements civils privés dépassent largement les budgets de la défense et la consolidation des filières échappe, sauf exception, à toute stratégie du ministère. Dans ce contexte, la DGA peut s'appuyer sur deux atouts forts pour s'assurer que les besoins spécifiques de la défense restent dans le radar des acteurs industriels de premier plan : sa force de frappe financière en soutien aux projets de S&T et l'excellence de son expertise technique.

Le maintien dans le temps de budgets significatifs alloués à la préparation de l'avenir joue en effet un rôle prépondérant dans l'attractivité du secteur défense pour les entreprises. Malgré les tensions budgétaires accrues, la

défense reste un secteur qui finance bien sa R&D et permet aux entreprises qui s'y essaient d'accélérer leur trajectoire d'innovation. Le succès du dispositif RAPID en est une bonne illustration : en proposant des taux de subventions inégalés pouvant atteindre 80% des dépenses, le dispositif a très vite drainé un grand nombre de projets innovants portés par des PME qui pour plus de la moitié étaient jusque là inconnues de la défense.

Mais avant même les aspects financiers, les entreprises bénéficiaires de RAPID interrogées sur les attraits du dispositif, mettent en avant la qualité du suivi technique et de l'accompagnement des experts de la DGA. Cette capacité d'expertise incomparable dans l'Administration sur un tel spectre de technologies confère encore aujourd'hui à la DGA un poids réel dans l'orientation des acteurs extérieurs et la diffusion des besoins des forces armées en dehors de la sphère défense.

Valoriser la marque « DGA »

Au delà de ses besoins, la DGA peut également diffuser et valoriser son savoir-faire en matière de soutien à l'innovation. Sous contrainte permanente de réduction d'effectifs depuis des décennies, la DGA a du très tôt se tourner



Le ministre, le Délégué et les patrons satisfaits

vers l'extérieur, tirer le meilleur parti des outils existants et créer ceux qui lui manquaient pour garantir les performances des systèmes futurs. Rares sont les acteurs en France, privés comme publics, qui disposent d'un outil d'investissement et d'expertise aussi complet et agile pour préparer l'avenir et capter les ruptures venues de l'extérieur. Les grands groupes industriels en particulier, même s'ils ont vu leur capacité de R&D interne diminuer dans les dernières années, en sont pour la plupart au tout début du changement culturel que constitue l'innovation ouverte. - les maîtres d'œuvre industriels de la défense ne faisant d'ailleurs pas exception à la règle.

Le savoir-faire et l'expérience de la DGA en matière de veille et d'orientation de la S&T trouveront à n'en pas douter un « marché » à l'extérieur de la défense : que ce soit l'identification et le *benchmarking* de technologies innovantes, l'organisation de challenges techniques, la recherche de partenaires pour développer l'open innovation... tous ces savoir-faire pourraient étoffer l'offre de service DGA et lui permettre de rayonner au delà de

sa sphère métier. Pour preuve le succès de la première assemblée générale du Club RAPID organisée en septembre dernier à la Maison de la Chimie et qui a réuni 23 grands comptes civils – parmi lesquels Michelin, Essilor, ou encore Vinci – attirés par la qualité des projets soutenus mais aussi et surtout par la « marque DGA ».

Influence politique et sociétale

L'innovation duale peut enfin être un vecteur efficace d'influence politique et sociétale. Les belles histoires de dualité ne manquent pas : exosquelette pour le manutentionnaire 2.0, composite sandwich à base de lin cultivé en France pour l'aéronautique, alternative aux antibiotiques, robot déformable, textile connecté... autant de sujets à fort potentiel médiatique et sociétal qui montrent la S&T de défense sous un jour positif, créatrice de valeur et d'emploi. Pourtant, alors qu'il est le fruit d'une véritable politique publique d'investissement, qu'il est créateur d'un grand nombre d'emplois hautement qualifiés et difficilement délocalisables, et qu'il présente qui plus est

une balance commerciale excédentaire, le secteur industriel de l'armement reste considéré dans l'inconscient collectif comme un club fermé réservé à quelques grands groupes sous perfusion de l'État. Renforcer la communication grand public sur les nombreux succès technologiques accompagnés par la DGA, sur la vitalité industrielle et commerciale du tissu des PME duales soutenues par la défense est un moyen concret et attractif de sensibiliser les décideurs et l'opinion, au poids économique du secteur de l'armement sur les territoires et à l'importance des retombées de ces projets sur l'économie et la société civiles. Initialement créé pour répondre à aux besoins propres du ministère, l'outil DGA de soutien à l'innovation duale est aujourd'hui suffisamment mûr pour élargir ses missions. Dans un contexte de réflexion sur l'évolution du modèle économique DGA, il constitue assurément une vitrine dynamique de la marque DGA et un vecteur important d'influence vers l'extérieur, en France comme à l'étranger. 



Assemblée Générale des clubs RAPID

DES X AU 4^e FORUM DGA – INNOVATION

Le 26 novembre dernier, s'est tenu le quatrième forum DGA - Innovation à Palaiseau, dans le Grand Hall transformé pour l'occasion.

Car la mission de préparer l'avenir se traduit pour la DGA en plus de 700 M€ chaque année de contrats d'études, répartis majoritairement en contrats d'études amont, mais aussi dans des dispositifs comme ASTRID, RAPID et des thèses.



Présentation du forum DGA Innovation aux X sensibilisés par l'Armement

Ce forum rassemblait le temps d'une journée 850 acteurs de l'innovation : patrons de PME et ETI, représentants des grands maîtres d'œuvres, responsables de laboratoires, acteurs de la recherche académique, doctorants ayant un lien avec la Défense. Cela a été l'occasion de nouer des contacts fructueux, avec en particulier une séance de *speed dating* au cours de laquelle une quinzaine d'entrepreneurs ont pu présenter leurs projets devant un parterre d'investisseurs. Pour la première fois cette année, les X intéressés par le corps de l'armement ont reçu

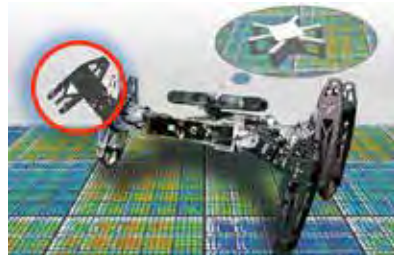
une invitation VIP. En grand U, accompagnés par deux ambassadrices, Julie L'Ebraly (ICA) et Laura Chaubard (ICA), ils ont pu visiter les 10 stands thématiques, rencontrer des inventeurs et découvrir une centaine de projets d'innovation de défense ou duale soutenus par la DGA. Parmi la quelque vingtaine de démonstrations mises en avant, celle du robot résilient aux pannes éveillait un grand intérêt, et même une certaine pitié pour cet hexapode dont on cassait une patte ou deux, et qui continuait à ramper vers son objectif.

Ou celle de la cartographie dynamique de la pièce d'eau pour éviter des collisions ... même si le drone cartographe a finalement terminé branché ... dans un érable.

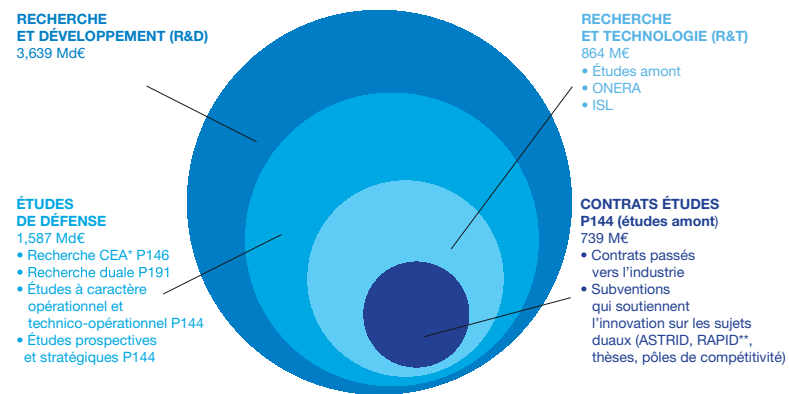
En fin de journée, Laurent Collet-Billon remettait des prix à trois thèses sur les 450 que soutient chaque année la DGA.

Le forum a été également l'occasion de rencontrer des autorités variées, françaises et étrangères. On y a même croisé Philippe Petitcolin, PDG du groupe Safran.

Pour les X invités, cela a démontré la richesse des innovations que l'on peut aborder dans les métiers de l'armement, et suscité de nombreuses questions auprès des ambassadrices..



Quand on arrache une patte à une puce...



* Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.
** Projets développés dans le cadre du Pacte Défense-PME.

3,6 Md€ consacrés par la Défense à la Recherche et Développement (source Les chiffres clef de la défense 2015)

RRD EN ALGORITHMIQUE À LA DGA UN EXEMPLE DE SYNERGIE AVEC LE MONDE ACADÉMIQUE

Comment concilier le maintien à long terme de fortes exigences techniques dans un domaine scientifique en pleine expansion ? Un exemple avec la cryptologie et une organisation spécifique.

Les « codes secrets » utilisés pour sécuriser les communications gouvernementales françaises sont conçus à DGA/MI. Ce métier de conception a été repris en main par l'État à la fin des années 1990. Il nécessite de fortes compétences algorithmiques. Leur acquisition et leur maintien est favorisé par des conditions adaptées.

Connaissance de la cryptologie

Comme tout le domaine informatique et télécommunication, la littérature scientifique est extrêmement prolifique. Le domaine technique évolue rapidement, largement porté par le monde académique civil. La qualité du compromis robustesse/efficacité d'un cryptosystème dépend donc fortement du niveau technique du concepteur par rapport à l'état de l'art académique.

Besoin client

Bien que le domaine évolue rapidement, les produits conçus sont utilisés quelques dizaines d'années, et les communications, potentiellement interceptées chiffrées, doivent rester protégées encore plus longtemps. Atteindre le compromis performance/sécurité demandé dans les délai et budget impartis nécessite à minima de maîtriser l'ensemble de la littérature scientifique sur les conceptions et les attaques. Plus que de la comprendre ou, mieux, d'être capable de l'enseigner, il faut également en déterminer le domaine d'applicabilité pour concevoir un cryptosystème qui atteigne les performances demandées avec des marges de robustesse suffisantes. Il est également nécessaire de bien connaître leurs limites et leurs zones d'amélioration, soit pour les performances (faire évoluer la technique pour les programmes suivants) soit pour prendre une marge de sécurité (les attaques n'iront qu'en s'améliorant). Ainsi, le concepteur doit finalement être en capacité de faire évoluer l'état de l'art scientifique, c'est-à-dire avoir le niveau d'un chercheur académique.

Lien avec le monde académique

Vu la sensibilité du sujet, le retour d'expérience est minimal : outre nos adversaires et concurrents étrangers, même nos meilleurs alliés (et leurs diverses agences de sécurité) ne nous préviendront pas s'ils réussissent à casser nos produits et espionner nos communications. Qu'une partie de l'activité soit reconnue par le monde académique (enseignement, publications dans des revues à comité de lecture) est un des moyens qui permettent de nous assurer de notre niveau de compétence. Cela favorise également l'intégration dans la communauté scientifique. Ces liens per-

mettent d'anticiper l'évolution du besoin, de la menace et des technologies, au service des programmes de défense actuels et futurs.

Des interactions fructueuses

L'expérience nous a montré que la découverte de solutions innovantes aux problèmes de recherche et développement se produit souvent lorsque deux personnes ou équipes regardent le problème avec des regards différents (par exemple, une culture mathématique et une culture informatique). En forçant quelque peu le trait, un mathématicien démontrera que la solution d'un problème présente telle et telle propriétés ce qui permettra à l'informaticien de la calculer plus efficacement. Réciproquement, l'informaticien pourra mettre en évidence expérimentalement une propriété, ce qui amènera le mathématicien à découvrir et démontrer le théorème correspondant. C'est ce que nous nous efforçons d'apporter dans nos échanges avec le monde académique. En retour, les universitaires sont friands de ces travaux avec des ingénieurs qui leurs apportent des problèmes concrets du même type que ceux rencontrés sur des produits réels.



par Jean-Gabriel
Kammerer, IPA

■ Ingénieur cryptographe
à DGA/MI

Après 6 ans passés en conception cryptographique à Rennes, Jean-Gabriel Kammerer s'est orienté vers le management technique en évaluation/cyberdéfense.

Exercer son métier d'ingénieur et avoir des interactions avec un laboratoire de recherche sur des thématiques proches m'a apporté une expérience inoubliable. Sur le plan technique comme sur le plan humain, les cultures sont différentes et les apports mutuels riches. Avec pas mal de motivation, ce cadre permet de faire une thèse en plus de son activité métier ou de poursuivre une petite activité de recherche avec publications. Cela contribue fortement au rayonnement de l'employeur et à l'épanouissement des personnes.

L'INNOVATION PARTICIPATIVE AU MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

En matière d'innovation participative, comment favoriser le passage de l'idée à l'action ? Le ministère de la Défense implique et accompagne son personnel pour imaginer et développer des solutions innovantes face aux défis d'aujourd'hui et de demain.

Oser l'innovation

L'innovation n'est pas le monopole des experts. Bon nombre d'innovations utilisées par les armées ont été imaginées par des hommes et des femmes de terrain. Leurs idées, souvent simples, efficaces et peu coûteuses, résultent d'expériences personnelles qui ont provoqué le « passage à l'acte ». Trois ingrédients sont essentiels : l'audace, la ténacité et la liberté d'action. L'audace, c'est le courage de contester les idées reçues, de se confronter à la réaction des autres et au risque de l'échec. La ténacité, c'est la détermination à porter son projet contre les oppositions inévitables. La liberté d'action, c'est la responsabilité et l'autonomie dans le travail qui induisent une capacité d'initiative, donc d'innovation. Les freins sont connus mais ne découragent pas les plus entrepreneurs. « Rien n'est plus fort qu'une idée dont l'heure est venue » écrivait Victor Hugo. Le ministère de la Défense ne manque pas de créatifs qui franchissent le pas de l'in-

novation. Ils osent, parfois échouent, recommencent, se battent pour leur projet, et au bout de l'aventure, souvent, ils réussissent. La reconnaissance ultime est de voir leurs innovations exploitées et dupliquées. Si malgré tout ils échouent, ils ont l'immense mérite d'avoir essayé.

Soutenir l'innovation « du terrain »

Créée en 1988 par l'amiral Le Pichon, la Mission pour le développement de l'innovation participative du ministère de la Défense (MIP) a vocation à promouvoir l'innovation issue des idées du personnel du ministère. Placée auprès du Délégué général pour l'armement, le chef de la mission rend compte directement au

ministre de la Défense de son action. Le dispositif est simple et réactif : toute personne, qu'elle soit civile ou militaire, peut contacter la MIP et lui soumettre un projet. Si le projet est retenu, l'innovateur bénéficie d'un budget et d'un accompagnement pour le mener à bien (conseils techniques, achats, propriété intellectuelle). Le soutien apporté visera à concrétiser l'idée par la réalisation d'un prototype et à l'évaluer. En moyenne, la MIP soutient 50 projets chaque année avec un budget



Station de travail médicale extrahospitalière développée par le sergent-chef Samuel Mercier, infirmier urgentiste à la Brigade de Sapeurs-Pompiers de Paris, avec le soutien de la Mission Innovation Participative

moyen de 30 000 euros chacun. Le prototype dure 1 à 2 ans. L'intégration est assurée soit par l'innovateur avec les moyens de son unité, soit par une entreprise, en général une PME. A la fin du prototypage, l'innovateur réalise un rapport et une vidéo de présentation. Le projet entre alors en phase dite de « généralisation », qui conduira à l'industrialisation, à l'acquisition et au déploiement opérationnel de l'innovation.



Auxylium : interface légère de communication sur Smartphone pour le combattant débarqué, actuellement en phase de déploiement sur le territoire national, développée par le capitaine Jean-Baptiste Colas de l'armée de Terre avec le soutien de la MIP.

Cultiver l'esprit d'innovation

Le succès de l'innovation participative dépend de l'environnement de travail des innovateurs. En premier lieu, tout manager doit prendre conscience que les hommes et les femmes du terrain ont une manière de voir, de penser et d'agir différente et complémentaire de celle des chefs et des experts. Cette richesse

n'est pas dérisoire, il faut savoir la reconnaître et la développer, savoir créer les conditions favorables à l'émergence des idées et à leur concrétisation. L'enjeu est de tirer le meilleur de chacun des subordonnés et de développer la cohésion du groupe en donnant un sens collectif aux initiatives. Il ne s'agit pas seulement d'écouter les subordonnés et de détecter les

talents, mais aussi de susciter leur perspicacité par des défis, de canaliser leur créativité sur certaines problématiques, de leur donner les moyens et le temps de développer leurs projets, de reconnaître le travail réalisé. Là où un état d'esprit favorable aura été suscité et entretenu, c'est toute l'organisation porteuse de cet état d'esprit qui va bénéficier, en fin de compte, de l'aboutissement d'innovations internes : en prestige, en adhésion des membres, en attractivité pour recruter des profils plus créatifs et par la reconnaissance de la qualité de l'équipe de management. Par contraste, décourager l'innovation interne, c'est se priver, à coup sûr, d'une ressource technique et économique. C'est aussi fermer une fenêtre à l'enrichissement humain de l'organisation.

L'initiative responsable doit être encouragée et reconnue. Elle donne un sens concret et une profondeur humaine aux grands discours que l'on peut tenir sur l'innovation. « Il n'y a qu'une seule façon d'éviter les critiques : ne rien faire, ne rien dire, et n'être rien. » (Aristote) 🐼

Clin d'œil : inventer en quatre étapes, ou comment ne pas s'appuyer sur nos proches pour inventer

Nous aimons bien admirer des *success stories* qui nous enchantent, et chacun se prend à rêver « pourquoi pas moi ». On pourrait même penser qu'en faisant appel à nos proches, nos amis, notre premier cercle, nous trouverons une aide et un soutien sans faille. Pourquoi pas en effet ? Mais regardons plus en détail les quatre étapes vers le succès...

1 L'inventeur arrive avec son invention, par exemple Joseph de Montgolfier voyant le jupon de sa femme se soulever devant la cheminée, qui imagine en faire un objet volant... Dans la totalité des cas, l'entourage vous prend pour un fou, ni plus ni moins. Le principe lui-même est mis en cause. Du reste, tout a déjà été découvert et si c'était utile, on le saurait déjà. Il s'agit d'une coïncidence, d'une fonction mineure qui ne sert à rien. Inutile de perdre du temps ou de l'argent à cela.

2 L'inventeur persévérant arrive avec un prototype qui fonctionne, comme Conté avec sa mine de crayon. Les proches, qui s'y connaissent puisqu'ils connaissent l'inventeur depuis tout petit, affirment que même si techniquement, cela peut marcher à petite échelle, il n'y a pas d'avenir à cette invention. Cela ne sera pas rentable, c'est impossible, il y a trop d'obstacles. Beaucoup ont perdu toute leur fortune à poursuivre une chimère. Autant ne pas être complice d'une ruine individuelle et familiale.

3 L'inventeur qui s'échine montre la faisabilité industrielle, comme James Dyson avec son aspirateur sans sac ou l'inventeur du métier à tisser. Là, on ne rit plus. Il y a danger. Cette personne présente

un vrai risque pour la société. L'aider, c'est mettre en cause un ordre établi, aller vers le chaos, détruire des emplois. Pauvres canuts contraints à la misère, et à cause de qui ? Il vaut mieux que cela n'aboutisse jamais, on s'en est d'ailleurs bien passé jusqu'ici. Comment l'arrêter ?

4 L'inventeur réussit sur ses marchés comme Denis Payre avec *Business Objects*. Les proches se flattent de connaître un si brillant sujet, et affirment sans rougir qu'ils ont toujours su qu'il réussirait, c'était même évident dès le début. C'était inscrit dans ses gènes, pourrait-on dire. Et avec une certaine modestie, ils prétendent qu'ils l'ont aidé, parfois même à son insu. La critique « constructive » est toujours utile, diront les plus honnêtes. Heureusement qu'ils l'ont toujours encouragé diront les autres.

Alors, pour innover avec succès, il faut d'abord y croire, et se confronter à la réalité, mais pas celle de nos proches, car nul n'est prophète en son pays. Et persévérer jusqu'à trouver le couple produit-marché, en nous rappelant avec Edison qu'inventer, c'est « 1 % d'inspiration, et 99 % de transpiration. »

JDD



par **Pierre Schanne, IGA**

■ **Chef de la mission innovation participative au Ministère de la défense**

Pierre Schanne, X83, docteur en sciences physiques, est optronique, et a été directeur technique du CAD, adjoint au chef de la MRIS et secrétaire général des ASF.

LA TRANSITION CLIMATIQUE PASSERA PAR L'INNOVATION

LA COP21 NE CRÉE PAS LES SOLUTIONS MAIS OUVRE LA VOIE À LEUR DÉPLOIEMENT

Longtemps confiné aux seules dimensions politiques et scientifiques, certes centrales, le débat sur l'urgence climatique et notre capacité à agir s'ouvre désormais largement aux acteurs de l'innovation et de la finance. Si la COP21 ne génère pas en elle-même de solutions concrètes, sommes-nous désormais dans un contexte favorable à porter l'innovation climatique aux bonnes échelles et les acteurs économiques et industriels y sont-ils réellement préparés ?

L'accord de Paris obtenu à la fin de la COP21 a été largement salué par les experts et les acteurs de la lutte contre le changement climatique et ses effets. Certains ont déploré l'absence apparente d'engagements contraignants. La nature même de la COP, qui vise la quasi-unanimité de près de deux cents pays, limitait ce qu'il était réaliste d'en espérer. Quiconque a été en contact avec des équipes de négociateurs admettra que cet accord, certes imparfait et incomplet, a largement dépassé les attentes : il dessine des orientations claires et laisse la voie ouverte à des discussions sur d'autres enjeux majeurs, dont la COP22 au Maroc pourra se saisir.



par Thanh-Tâm Lê, ICA

■ Directeur général, Climate-KIC SAS

X91, docteur en mathématiques, Thanh-Tâm Lê a été enseignant-chercheur et directeur de l'enseignement à SUPAERO, puis directeur des masters à l'École Polytechnique avant d'en créer et diriger la Graduate School (masters, doctorats, orientation professionnelle).

Le succès n'est pas pour autant assuré. Néanmoins, aussi nécessaires soient-elles pour rendre viables et encadrer de nouveaux marchés, ce ne sont pas les seules réglementations qui inciteront les secteurs industriels à s'engager vers une économie bas - carbone. Tout aussi importante est la conscience qu'un effet d'avalanche est devenu plausible, car le coût de l'inaction risque désormais de dépasser le coût de l'action. A la COP20 à Lima, les directeurs de grands instruments financiers internationaux manifestaient leur attention commune aux besoins générés par le changement climatique. Dans ce dialogue nouveau entre finance, scientifiques du climat et politiques, l'innovation semblait encore étrangement absente. Fin 2015, non seulement les mécanismes pour réorienter les grands flux financiers vers des investissements « décarbonés » s'invitaient dans et autour de la COP21, mais le rôle de l'innovation pour rendre opératoire cette transition apparaissait lui aussi dans sa multiplicité, que ce soit à la COP21 au Bourget, au Grand Palais ou dans d'autres événements focalisés sur de grands secteurs. Si le *green washing* des bonnes intentions n'avait pas disparu, il était battu en brèche par des discussions plus concrètes sur la complexité des défis auxquels l'innovation doit répondre.

Le rapport « Transition par l'Innovation » illustre la diversité des solutions susceptibles d'aborder les marchés dès les prochaines années. Il ne s'agit pas que de jeunes TPE. Grands groupes, PME, universités et organismes de recherche, agences nationales et régionales et ONG intègrent et déploient avec nous des

combinaisons de technologies, des plateformes d'identification des usages, des *business models* inspirés d'autres secteurs. L'heure est à développer des programmes autour de chaînes de valeurs, économiques et climatiques, sur les villes à l'échelle du bâtiment, du quartier, de la métropole, sur l'agriculture sous pression climatique, sur l'écologie industrielle, sur la combinaison de mesures des émissions et de la résilience et de mécanismes d'accès aux grandes échelles de financement.

Est-ce à dire que tous les secteurs industriels placeraient d'ores et déjà l'objectif des 2 degrés en tête de leurs priorités ? Probablement pas. Pour la plupart, la transition environnementale reste associée à des coûts supplémentaires et à un manque de viabilité financière. Même pour qui sait qu'à une échelle de 20 à 30 ans, le surcoût d'une transition vers une économie bas - carbone serait marginal par rapport au maintien des systèmes actuels, voire négatif avec les coûts massifs nécessités par la récurrence des événements extrêmes, le besoin d'investissements initiaux peut se révéler bloquant. Cette échelle de temps est difficile à concilier avec les contraintes de rentabilité à court terme.

Un aspect trop négligé, néanmoins, est que de telles transformations à long terme sont fortement non-linéaires. On confond la durée de ces processus avec un caractère lent, incrémental et progressif. Des accélérations brutales peuvent et vont se produire, avec des effets intersectoriels difficiles à maîtriser. Ainsi, ceux qui misaient sur une mobilisation tardive et marginale des milieux financiers ont été surpris par les prises de position récentes de grandes

banques centrales, lesquelles n'ont pas force de loi mais peuvent créer un effet d'entraînement massif. La transition ne s'en trouve pas subitement accélérée dans son intégralité : certains délais de R&D sont incompressibles, la rénovation des infrastructures et du bâti sera extrêmement complexe. Néanmoins, l'urgence ne se trouve plus du seul côté de la planète : tout acteur qui aura sous-estimé le risque d'impact du climat sur son secteur se mettra en danger, faute d'anticiper les menaces directes, réglementaires, financières, sociales, d'image de marque, mais aussi de comprendre assez tôt les opportunités, les ponts vers d'autres secteurs qui peuvent naître de la transition vers le bas - carbone.

Il ne suffit pas que les directions centrales soient persuadées de la nécessité d'agir. Une étude publiée pendant la COP21 révèle que bien qu'une majorité de chefs d'entreprise européens intègrent le changement climatique dans leurs stratégies, la préparation des divers échelons décisionnels, voire un niveau élémentaire de connaissance sur les enjeux climatiques, sont faibles en R&D, catastrophiques

dans les directions financières et les DRH. Si la prise de conscience avance, beaucoup d'entreprises ne sont pas aujourd'hui préparées à répondre à une accélération de l'innovation climatique, ni aux nouvelles contraintes réglementaires, aux inflexions des flux d'investissement, et aux marchés agrégés qu'elle va rendre possibles. Comme on l'a encore vu autour de la COP21, les générations qui sortent aujourd'hui des écoles et universités sont plus soucieuses

de s'attaquer à des enjeux de société et plus confiantes dans leur capacité collective à agir, en reliant leurs compétences propres à travers les frontières sectorielles et géographiques. Il appartient aux acteurs économiques d'utiliser cette capacité et de préparer progressivement, par la formation et par l'innovation, toutes leurs chaînes de décision à intégrer les transitions désormais engagées. ☞

Depuis quelques années, des start-ups de secteurs et de finalités très divers sont identifiées pour leur potentiel d'atténuation du changement climatique, et les plus performantes commencent à atteindre le pour-cent du total des émissions européennes. Rien qu'en France, une start-up pionnière distribue sur des réseaux de particuliers des calculs haute performance, s'attaquant aux déperditions énergétiques des data centers, tout en fournissant du chauffage gratuit à des centaines de foyers et bureaux ; une autre, qui a déjà remporté le marché du 3^e consommateur mondial d'électricité, permet à des organisations multi-sites de visualiser la consommation de toutes leurs implantations, supprimant ainsi jusqu'à 20 % de leur facture énergétique ; une troisième utilise les données des boîtes noires pour réduire significativement la consommation de kérosène par adaptation des plans de vol ; une autre encore combine l'observation satellitaire, le CHP et la modélisation de la croissance des plantes et collabore avec un leader mondial des semi-conducteurs sur l'agriculture de précision.

Défense et COP 21

Dans le cadre de la COP 21, la France a proposé une conférence sur le thème « climat et défense : quels enjeux ? » rassemblant des ministres de la Défense. En ouverture Ban Ki-Moon a insisté sur l'urgence à trouver un accord solide car « *le prix de l'atermolement pourrait se révéler mortel* ». Nos ministres ont souligné les nouvelles tensions apparues suite aux effets du dérèglement climatique sur les ressources vitales, et la nécessité de renforcer notre résilience collective face au risque que tout cela dégénère. Comme tout le monde, la défense doit être « verte » : isoler les bâtiments, concevoir des armements moins gourmands, faciles à démanteler. De plus, elle consomme une part significative des ressources non renouvelables, de façon très visible : l'exemplarité est donc de mise.

Le dérèglement climatique appelle des adaptations techniques,

par exemple pour opérer en zones inondées. En allant plus loin, l'augmentation des risques naturels tend à accroître la fréquence et les thèmes d'interventions, et il faudra protéger aussi ce qui contribue au respect des orientations de la COP 21.

Le portefeuille de missions, lui aussi, va évoluer avec la

liste des déclencheurs potentiels de crise, qui s'alourdit de profonds déséquilibres démographiques, et donc de luttes pour acquérir ou conserver des territoires dont la valeur a changé : autant d'opportunités pour les groupes violents ou des organisations pour lesquelles la protection de l'environnement servira de prétexte à des fins de puissance. Ira-t-on jusqu'à faire la guerre aux pollueurs, et si oui, dans quel cadre international ?

Le Maroc a proposé de renouveler ce type de conférence lors de la COP 22, et la Défense intègre le développement durable dans sa stratégie ministérielle : une nouvelle dynamique est donc en germe. Mais il sera délicat de concilier souveraineté et COP. Les actions de défense liées au changement climatique feront probablement l'objet d'une **coopération forcée**, à l'instar du projet de corps européen de gardes-frontières et de gardes-côtes que la commission

européenne croit devoir imposer sans débat en réponse aux défis migratoires. Curieusement, les textes de réflexion stratégique sont peu diserts. Une cellule dédiée au SGDSN ou un livre blanc de stratégie de l'impact du climat sur notre sécurité ne doivent pas éluder ces difficiles équilibres.



Conférence internationale Climat et Défense du 14 octobre 2015

23 AVRIL 2016, PREMIER PARIS ePRIX...

Pour nous autres ingénieurs, l'innovation est souvent dans l'objet, le produit ... ou encore dans les services, la finance, l'assurance. Mais elle investit aussi les grands événements...

Une compétition électrique innovante au cœur de Paris autour de l'Hôtel des Invalides, le 23 avril 2016, entre passé majestueux du lieu et projection dans les technologies du futur.

Sans chauvinisme excessif, on peut raisonnablement affirmer que le sport automobile est né en France. C'est en effet en 1895 que le comte de Dion et le baron Etienne de Zuylen, deux visionnaires fascinés par la nouvelle invention qu'incarne alors l'automobile, décident de s'unir pour créer un cercle privé destiné à devenir l'Automobile Club de France (A.C.F.). Dans la foulée, ces deux précurseurs lancent la première course automobile digne de ce nom, le Paris - Bordeaux - Paris, en juin 1895. Avec un tel passé, on aurait pu croire que Paris avait déjà accueilli un Grand Prix automobile de haut niveau. Ce n'est pourtant pas le cas : il y a bien eu des épreuves au stade de France, des compétitions dans le bois de Boulogne, des



La Formule 1 électrique Renault - e.Dams sera pilotée par Nicolas Prost © D. Fontenat

prologues du Paris Dakar... Il y a même eu des bandes dessinées, comme celle de Michel Vaillant roulant à 300 kilomètres à l'heure dans Paris, sur les Champs-Élysées ou la place de la Concorde... Mais jamais une épreuve au cœur même de la capitale, dans un décor somptueux à la hauteur du standing international de Paris. Ce devrait être chose faite en avril prochain grâce au nouveau championnat 100 % électrique FIA Formula E.

Et c'est bien parce que l'innovation est au cœur de ce projet que la Ville de Paris a accepté d'accueillir une course automobile en plein cœur du 7^e arrondissement. Car derrière le caractère ludique de cet événement, c'est tout simplement l'enjeu de la transition énergétique qui est posé. La COP 21 vient de s'achever à Paris, sur un succès. Mais aussi sur une obligation : traduire

concrètement les promesses des États signataires. Et cela passe avant tout par une prise de conscience collective, par un changement des habitudes. Le transport terrestre, qui a une grosse responsabilité dans le réchauffement climatique, est à l'aube d'une révolution, celle de la mobilité électrique.

Pour cela, il faut gagner deux défis :

- d'une part, accélérer le développement technologique, et notamment le stockage de l'énergie électrique ;
- d'autre part, faire aimer ces véhicules par le public, et notamment les jeunes.

Dans ce contexte, il était finalement logique que la Ville de Paris, innovante en matière de mobilité comme le prouve la réussite d'Autolib, ait la volonté d'accueillir une manche du championnat FIA Formula E. Pas moins de huit

technologies différentes de moteurs électriques s'affronteront ainsi autour du tombeau de l'Empereur...

Mais avant d'en arriver là, il faudra beaucoup d'innovations pour réussir à construire l'écrin qui va accueillir les 20 pilotes du championnat. Construire ce circuit des Invalides aura été un véritable challenge, articulé autour de quatre contraintes fondamentales :

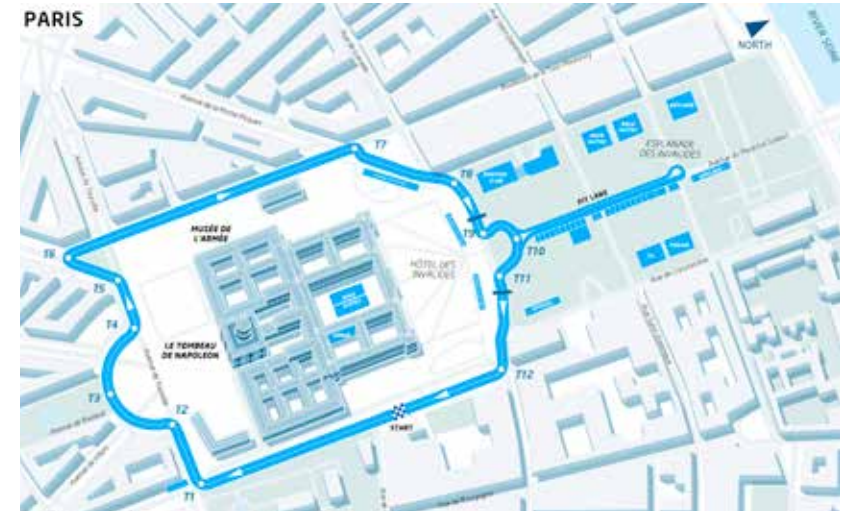
- assurer la faisabilité technique ;
- assurer l'intérêt sportif ;
- assurer le rayonnement médiatique ;
- assurer l'acceptabilité politique.

La faisabilité technique

La construction d'un circuit répond à de très nombreuses contraintes techniques édictées par la FIA, et dont l'objet est d'assurer la sécurité des spectateurs, des commissaires de piste, et des pilotes. Idéalement, un circuit en pleine ville doit mesurer entre 2 et 4 km de long. Il doit également posséder une largeur minimale de 10 m, de façon à favoriser les dépassements. Bien évidemment il est très rare de trouver des voiries de 10 m de large sans avoir au milieu des îlots piétons, des feux, du mobilier urbain, des arbres ... qu'il faudra donc rendre amovibles et démonter - remonter au dernier moment. À chaque virage, des échappatoires devront être aménagées pour accueillir des voitures en éventuelle difficulté. Les structures de protection sur les côtés sont des murs de plusieurs tonnes connectées entre eux et surmontés par des grillages de 2,50 m pouvant résister à des projections de débris. Le revêtement du circuit doit également être très plat, car les voitures sont basses, avec des gardes au sol ne dépassant pas 8 cm... Au-delà de la piste elle-même, un circuit doit également intégrer de très nombreuses structures, qu'il faut localiser à proximité du tracé : les stands évidemment, la direction de course, le centre média, le centre médical, les approvisionnements pour les équipes, les structures de vie, les structures réceptives...

L'intérêt sportif

Le sport automobile est coûteux, d'une part en raison de la mise en œuvre de technologies d'avant-garde dans les voitures, d'autre part en raison des coûts de construction des circuits et des installations destinées à les accueillir. Pour financer ces investissements et assurer la présence des médias et notamment des télévisions, le



Le circuit retenu autour du tombeau de l'Empereur : 2 km et 14 virages.

il faut être sûr de la qualité du spectacle qui sera offert. En premier lieu, le dessin du circuit doit permettre de générer des actions de course, en particulier des dépassements. Une grande ligne droite doit à minima être intégrée pour permettre un départ sécurisé, avec un premier virage souvent délicat. Des virages variés, avec des rayons de courbure différents, nécessitant soit de l'adhérence mécanique soit de l'adhérence aérodynamique, permettront aux ingénieurs et aux pilotes de tenter différents types de réglage, et d'avoir le cas échéant des voitures plus ou moins rapides suivant les portions de circuit. Autant c'est facile sur un circuit dessiné au milieu d'un champ, autant il n'est pas question de modifier le boulevard des Invalides ou la place Vauban... Pour réaliser ce circuit à Paris et offrir aux pilotes une piste intéressante, il aura fallu combiner plusieurs types de trajets pour au final proposer différentes variétés de virages.

Le rayonnement médiatique

Il existe de très nombreux circuits et de très nombreuses épreuves automobiles à travers le Monde. Monaco, Le Mans et Indianapolis sont sans doute les trois courses mythiques qui ont créé la légende du sport automobile, mais elles sont anciennes. Il est difficile de créer du neuf, et de le porter rapidement au plus haut niveau médiatique. Dans un monde où l'offre événementielle a explosé, où les disciplines sportives et les confrontations internationales se sont multipliées, il faut un plus pour se démarquer et attirer l'intérêt du téléspectateur. À ce stade, la proximité d'un lieu iconique est un avantage énorme, car il confère directement un statut Premium à l'événement sportif. Le

circuit réalisé pour Formula E aux Invalides en est une parfaite illustration. C'est un des plus beaux lieux de Paris, et ce sera très vraisemblablement l'épreuve la plus prestigieuse au sein de ce nouveau championnat international qui accueille déjà Pékin, Moscou, Londres, Berlin...

L'acceptabilité politique

Ce point est essentiel pour la réussite d'un tel projet, et il est aussi symbolique d'un nouveau type de relations entre la cité et ses habitants. Accueillir un bel événement ne suffit plus, s'il a pour conséquence de nuire aux riverains et aux habitants. Les candidatures olympiques avortées de certaines villes ont récemment montré le poids des populations locales dans les décisions politiques d'accueillir un événement de haut niveau. L'événement doit être furtif, apparaître et disparaître avec le minimum de désagréments pour les habitants : nuisances sonores, problèmes de circulation... Il faut aussi informer les riverains, leur expliquer ce qui arrive dans leur quartier... Il faut enfin laisser un héritage, un souvenir qui permet aux élus de montrer que l'événement sportif s'inscrit dans une continuité politique. Pour Formula E, c'est la mise à disposition de bornes électriques de recharge pour véhicules qui peut concrétiser cette démarche.

Il y a environ 2 000 km de voirie dans Paris... Pour avoir l'assurance de répondre de façon satisfaisante aux quatre contraintes précédentes, il nous aura fallu des mois de recherches sur images satellitaires, puis des dizaines de visites sur site. Des itérations et simulations incessantes. À l'arrivée, nous avons proposé ce circuit que nous pensons être LE tracé idéal. Le 23 avril 2016 nous montrera si nous avons eu raison. 🏁



par **Eric Barbaroux**, ICA

■ **Président de la société Electric Formula**

Organisateur du Paris ePrix 2016

Eric Barbaroux (X 81) a été chef de projet du châssis du char Leclerc au GIAT et conseiller au cabinet de Guy Drut en 1995, Il rejoint l'écurie de F1 Prost GP en 1997, devient Directeur général de la Fédération Française du Sport Automobile en 2001, et lance en 2010 le projet Formulec, première monoplace électrique de compétition.

INNOVATION OU FANTAISIE

DES ARMES AUXQUELLES NOUS AVONS (PRESQUE) ÉCHAPPÉ ?

C'est sans conteste lors du second conflit mondial que les armes les plus folles ont vu le jour et ont failli être mises en service ! Chacun connaît les redoutables fusées V1 et V2, voire V4. Peut-être moins le V3, un canon à chambres multiples. Le long de ce canon, étaient disposées 32 chambres auxiliaires qui donnaient un surcroît de poussée au projectile. La vitesse initiale était de 1 500 m/s et la distance de tir utile de 160 km. L'obus de 3 m de long faisait environ 140 kg.

Mais d'autres armes révolutionnaires étaient en gestation ! On pense notamment à l'aile volante à réaction Ar E-555 dont le rayon d'action lui aurait permis d'atteindre les États-Unis et y larguer une hypothétique bombe atomique. Les services secrets américains s'empressèrent de recruter les développeurs de ce prototype qui ouvrit la voie au bombardier furtif B-2. Les allemands ont également inventé la soucoupe volante ! Divers types de prototypes, RFZ, Haunebu et Vril, furent

construits et essayés, avec peu de succès il est vrai, y compris avec des tentatives de mystérieuse propulsion antigravitationnelle. L'un des projets les plus impressionnants était un vaisseau géant de 120 mètres de diamètre. Il avait été pensé comme un énorme vaisseau accueillant en son sein des soucoupes de type Vril et Haunebu. Cette forteresse ne vit jamais le jour...

Des armes immenses ou loufoques

Bien entendu, il ne faut pas oublier le fusil à tirer dans les coins ; pas avec un rétroviseur posé sur un canon droit, mais avec un vrai tube courbé ! Il s'agissait d'une version sur STG 44 qui donna naissance à la Kalachnikov. Le canon était courbé à 30° et quelques centaines d'exemplaires furent livrés aux forces combattantes avec un succès très mitigé (la vitesse de la balle devait être réduite et ça ne marchait pas à tous les coups). Côté blindés, les allemands étaient en train de tester les prototypes du Maus, un char lourd de près de 190 tonnes et de 10 m de long ! Les allemands, pour tromper l'ennemi, l'avaient baptisé Maus, ce qui signifie souris. Il y eut même un projet sur le papier d'un char de 1 000 tonnes avec tourelle bitube (le « Landkreuzer P. 1000 Ratte »), ce n'était plus une souris mais un rat ! Le mystère demeure entier sur la « Nouvelle Souabe » en Antarctique où les Allemands auraient envoyé leurs dernières inventions et chercheurs pour y développer des armes terrifiantes ! Ne cherchez plus d'où viennent les OVNI ! Ils viennent encore de là-bas ! L'amiral Byrd pourrait en témoigner ! Juste après la guerre, une armada US fut envoyée là-bas et revint bredouille, mais avec 1 500 disparus !

Les soviétiques n'auraient pas été en reste avec le Kalinine K-7, un bombardier lourd expérimental, disposant d'une envergure de 132,5 mètres (celle d'un Airbus A380 n'est que de 73 m) ... et de 20 moteurs à hélice !

Côté des alliés, et notamment des Américains, toute la communauté scientifique s'y est mise aussi. Ainsi ont été menés assez loin les études et développement du missile antinavire à auto-directeur à pigeon et de la bombe incendiaire à chauves-souris !

Explications : le pigeon picore allègrement des graines posées sur une image de croiseur japonais. Il finit pas associer les deux et picorer l'image même s'il n'y a pas de graines ! Il suffit alors de la placer dans la pointe avant du missile en face de trois hublots sur lesquels les chocs répétés du bec du pigeon, visant toujours à picorer le navire, actionneront les gouvernes et guideront le missile vers le navire ennemi !

La bombe incendiaire à chauve-souris était redoutable et son rendement devait être bien supérieur aux bombes incendiaires classiques ! L'idée était que des chauves-souris se réfugiaient plutôt sous les toits des maisons. On mit au point une mini-charge incendiaire à retardement accrochée au ventre de ces sympathiques animaux.

Les chauves-souris étaient refroidies et ainsi assagies par le froid, placées dans des compartiments individuels d'une bombe qui, une fois larguée en position verticale, se déployait avec un parachute, ouvrait les compartiments et libérait les bestioles réchauffées par la chute de la bombe. Les chauves-souris se réfugiaient alors sous les toits des maisons japonaises en bois et s'y « immolaient » par le feu ! Affreux ! « Heureusement pour ces pauvres bêtes », on mit au point dans le même temps la bombe atomique ! Mais malheureusement, en s'échappant d'une cage du centre d'essais, elles en détruisirent les installations.

Armes non létales et curiosités

La liste est longue et nul doute que nos ingénieurs nous cachent encore aujourd'hui des armes étonnantes. Il fût une époque où on parlait beaucoup des armes non létales : colles à faire fondre les pneumatiques, aérosols obscurcissant les pare-brises... Les cartons sont prêts !

Ces armes non létales s'adressent plutôt au maintien de l'ordre. Dans le domaine acoustique, citons trois approches, toutes testées en France : le son puissant et douloureux, causant des dommages à l'ouïe ; les infra-sons, aux environs de 7 Hz, déstabilisant le sens de l'équilibre, et en application individuelle, le brouillage actif : un haut-parleur renvoie vers une personne le son qu'elle émet, avec un retard de 0,3 seconde, et très vite,



L'utilité d'un porte-avions vue par un constructeur automobile

son cerveau est si confus qu'elle ne peut plus parler¹. L'utilité est plutôt contre les bavards des colloques !

En optique, de la même façon, les idées allaient de l'éblouissement (et pas l'aveuglement définitif) au stroboscope puissant et déstabilisateur. Le risque de dommages oculaires a fait abandonner

l'emploi du laser, et même la détection des yeux ou des optiques pointées par effet « œil de chat » après un développement exploratoire en 1983 où l'auteur a réellement été pointé et détecté par un laser.

En électromagnétique, le champ est fort (MFP, micro-ondes à forte puissance générées par une

charge explosive changeant brutalement la géométrie d'un solénoïde), faible (brouillage arrêtant à distance un moteur de voiture par effet sur l'électronique de régulation, testé avec succès en vraie grandeur, mais probablement dangereux pour la sécurité routière), ou incertain (impulsion électromagnétique causée par une arme nucléaire).

Place à la Défense : que dire d'une chaussure qui détecte la présence de métal dans le sol et qui envoie dans les muscles de la jambe une impulsion électrique qui la tire vers le haut et l'empêche de poser le pied sur la mine ? Les essais à Satory semblaient concluants.

Aujourd'hui, on ne vous dit pas tout... Certaines innovations ont complètement disparu pour une toute autre raison : elles sont effectivement appliquées, mais protégées par le Secret Défense ! Dommage que nous n'ayons toujours pas eu les budgets qui nous auraient permis de construire un second porte-avions ! Car un directeur de programme du Charles de Gaulle aurait pu avoir des idées originales, qui, Dieu merci, n'ont été exploitées que par BMW dans une publicité décalée. ☹

¹) Chacun peut essayer de frapper des mots sur un vieux téléphone – où les lettres sont déterminées par le nombre de fois que l'on frappe une touche – en laissant le son actif : il est impossible de compter jusqu'à 5 !



par **Xavier Lebacqz**, IGA

■ **Président de la SAS XavierLebacqz Conseil**

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

Système de transport et de chargement
Load Handling equipment

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

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



par **Philippe Hervé**, IGA

Bonne Année 2016 !

Cher(e)s camarades,

Exercice périlleux que d'attendre la publication du premier magazine des ingénieurs de l'armement de l'année pour vous souhaiter une très bonne et très heureuse année 2016 : mes vœux de santé, de bonheur et de pleine réussite dans vos projets tant personnels que professionnels, pour vous et pour ceux qui vous sont chers, n'en sont pas moins sincères.

La fin de l'année 2015 a été marquée par deux événements.

D'une part, compte-tenu du départ de Marie-Paule HOUZET, nous nous sommes attaché les services de Frédérique PAGANESSI, laquelle s'est investie avec enthousiasme, gentillesse, spontanéité et volonté dans ses responsabilités d'animatrice de la Confédération Amicale des Ingénieurs de l'Armement. Elle a commencé par prendre ses marques avec les autres acteurs chargés du fonctionnement de la CAIA, puis avec son environnement géographique dans le centre d'Arcueil. Elle a mené à bien le déménagement dans nos nouveaux locaux et su, à cette occasion, tisser les liens avec la direction du centre d'Arcueil.

Comme rédactrice en chef du site internet, elle a aussi pris en charge la responsabilité de vous « pousser par mail » l'information d'actualité qui nous paraît pertinente et que vous retrouverez sur le site CAIA.

N'hésitez pas à la contacter (contact@caia.net) : elle fera son possible pour vous donner satisfaction.

D'autre part, sauf rares exceptions, vous avez reçu l'annuaire 2015,.....en 2015 ! Nous devons toujours et encore nous assurer avec vous que nous éditons un annuaire avec des informations correctes : il me semble toutefois normal de considérer que c'est de la responsabilité de chacun d'entre nous, de faire savoir à la CAIA si les informations le concernant sont non seulement correctes mais encore pertinentes.

En ce début d'année 2016, trois thèmes d'actions.

Tout d'abord, l'école Polytechnique : s'assurer de l'efficacité des déclinaisons des orientations stratégiques décidées par le ministre de la défense mi-décembre 2015 dans les modifications du processus de choix des corps, sans toucher au classement de sortie. L'objectif de ces modifications est que les deux parties, le corps de l'armement d'une part et le polytechnicien d'autre part soient encore plus claires dans leurs perspectives communes. Ensuite, les Associations Professionnelles Nationales Militaires ou APNM, ... Il faut que les ingénieurs de l'armement, essentiellement ceux en activité, soient acteurs de cette évolution des instances de concertation au niveau du ministère (CSFM et CFM DGA) ; le jeu est complexe et il faut jouer finement !

Enfin, le Gala de l'armement. L'édition 2015 a été à la hauteur des éditions précédentes (lire l'article de Frédérique PAGANESSI). Un scoop : pour éviter de tomber dans la routine, le Gala de l'Armement 2016, le vendredi 14 octobre, se tiendra dans un nouveau lieu parisien toutefois sans en changer la formule.

Je vous donne rendez-vous le mercredi 6 Avril 2016, pour l'assemblée générale ordinaire de la CAIA.

Bien amicalement 🐼

PLEINS FEUX SUR LE GALA 2015

Rendez-vous cher au cœur de la CAIA, le gala de l'armement est une occasion unique pour rassembler la grande famille de l'armement. Retour sur cet événement qui s'est tenu en octobre dernier à L'InterContinental Paris Le Grand Hôtel.



Rassembler la famille de l'armement

C'est une tradition que beaucoup ne manqueraient sous aucun prétexte. Depuis de nombreuses années, la CAIA organise le Gala de l'armement dans un haut lieu parisien. Au-delà des camarades, cette manifestation est une belle occasion de rassembler la famille de l'armement dans son ensemble et de favoriser les échanges, que l'on souhaite à bâtons rompus, entre les représentants du ministère de la Défense, en particulier la DGA, mais aussi les acteurs du monde industriel. Car quelle est l'ambition de la CAIA au travers de cette manifestation annuelle de prestige ? Pour le bénéfice de tous, resserrer les liens entre les différents acteurs, qu'ils soient issus des armées, de la DGA ou de l'industrie. En cela, l'édition 2015 n'a pas manqué son objectif.

Un haut lieu parisien

Au total, près de cinq cents participants (dont quelques dizaines de jeunes Ingénieurs de l'armement et leur conjoint(e)) se sont retrouvés ce 16 octobre dans les salons de L'InterContinental Paris Le Grand Hôtel, place de l'Opéra. Accueillis par l'IGA (2s) Philippe Hervé – dont c'était le premier gala en tant que président de la CAIA –, ils ont d'abord pu échanger lors du cocktail. Les visages connus étaient nombreux. Parmi eux, bien sûr, Laurent Collet-Billon, délégué général pour l'armement, de nombreux responsables de la DGA et des armées ainsi que des dirigeants des industries de l'armement. Camarades motivés s'il en est, les anciens présidents de la CAIA (Philippe Roger, Guy Rupied) n'avaient pas manqué de répondre également « présent » à ce rendez-vous.

Le cocktail a cet avantage : les participants – nouveaux venus et habitués – peuvent facilement naviguer d'un groupe de convives à l'autre. Cette année, et pour la première fois, il leur était également possible de s'éclipser un moment dans l'un des salons de l'hôtel pour découvrir l'histoire du

lieu au travers d'une vidéoconférence assurée par l'équipe commerciale de l'hôtel : la genèse de ce bâtiment construit dans les années 1860 en prévision de la future exposition universelle leur était retracée, précisant, par exemple, que Victor Hugo y passait régulièrement et que Marcel Proust eut plus tard ses habitudes dans le Café de la Paix attenant.

La soirée s'est traditionnellement poursuivie par un dîner placé, dans le salon Opéra – dont la verrière, récemment et entièrement restaurée, donnait tout son éclat – puis par un bal. Preuve, s'il le fallait, du succès de l'événement, les convives ne sont partis que tôt dans la matinée.

Ce qui se passe en coulisses

Une manifestation de cette ampleur ne s'improvise bien sûr pas. Sa réussite doit, pour beaucoup, au travail de Frédéric Guir et de Geneviève Guillemet. Frédéric Guir a d'ailleurs récemment été reconduit dans ses fonctions de vice-président gala au sein du conseil d'administration de la CAIA ; épaulé par Nicolas Maffert, il est d'ores et déjà à pied d'œuvre pour préparer les éditions à venir, en premier lieu le millésime 2016 qui devrait de nouveau se tenir en octobre. De plus, tous deux réfléchissent dès à présent à un gala de plus grande ampleur pour 2018, à l'occasion du 50^e anniversaire du Corps, mais ça, c'est encore une autre histoire...

La preuve par l'image

Les photos de l'événement sont disponibles en ligne, à l'adresse suivante : <http://www.allophoto.fr/galart/index.html>



UN NOUVEAU SITE INTERNET POUR LA CAIA

par **François Bihan**, IGA

Le site Internet de la CAIA a fait peau neuve. Plus ergonomique que le précédent, il reçoit des fonctionnalités utiles tant aux membres de l'association qu'à ses administrateurs. Revue de détail.

Pourquoi un nouveau site Internet ?

Les sites Internet aussi sont périssables. La CAIA avait peu de besoins nouveaux pour le sien ; toutefois, la nécessité de maintenir la sécurité de l'outil existant et de pouvoir procéder à l'entretien minimum dicté par la législation (dans le traitement des cookies, par exemple) lui imposait de revoir son site Internet.

L'évolution s'est faite en douceur : nous avons décidé de conserver notre fournisseur, spécialisé dans les sites d'associations. Une fois ce choix fait, notre objectif a été le suivant : permettre à l'utilisateur de retrouver — sans trop d'aléas — le contenu de la version précédente, y

ajouter des fonctionnalités (comme le paiement en ligne et une génération plus automatisée de l'annuaire), le tout sans s'éloigner de la structure commune que propose notre fournisseur à ses clients.

Des potentialités à explorer

La présentation des pages du site se veut plus moderne et plus dynamique que l'ancienne ; ceci doit naturellement être valorisé par des contenus variés et une mise à jour régulière. La structure nouvelle dispose par ailleurs de potentialités inédites que les membres curieux ont déjà explorées. Les plus importantes concernent :

- les offres d'emploi (activité vitale pour de nombreuses associations) ; pour l'instant, la CAIA n'est pas active dans ce domaine ;
- la personnalisation de lien de réseau (avec ou sans communication avec les grands réseaux publics) ;
- la gestion de structures de groupes d'intérêts particuliers ;
- la gestion d'événements organisés par l'amicale ou par l'un de ses groupes.



Interface graphique du nouveau site.

Plusieurs camarades ont noté, à juste titre, qu'il est impossible de mettre à jour ses activités professionnelles. Cette impossibilité actuelle découle de notre classification des activités entrepreneuriales, déduite de celle utilisée par l'AX, obsolète depuis 2008. Nous réfléchissons donc à une nécessaire refonte de cette classification en vue d'utiliser les codes NAF, au moins pour les entreprises à statut privé.

Ce qui se passe en coulisses

Dans l'arrière-cuisine (back-office), des modules de service assistent la gestion de l'amicale. Ils permettent de :

- mettre à jour les profils et valider les opérations des membres ;
- gérer des cotisations ;
- émettre des mails en masse et préparer du publipostage ;
- gérer des réunions et mettre en ligne les comptes rendus pour le Bureau et le Conseil ;
- bénéficier de statistiques sur les visites du site.

La gestion de l'amicale reste partagée entre le travail de « *back-office* » sur site et d'autres opérations effectuées sur ordinateur hors site. On peut légitimement envisager des évolutions pour traiter ces opérations à distance à travers le site et augmenter ainsi les possibilités de télétravail.

Pour l'avenir

En liaison avec notre fournisseur, nous allons être attentifs aux garanties de sécurité du site dans un environnement de plus en plus tourmenté par les attaques des « *hackers* ». La sécurité commence en respectant des règles de bonne conduite dans l'utilisation du site CAIA, en particulier la bonne gestion de nos mots de passe (voir ci-contre).

Et n'oubliez pas que pour que le site vive, il faut que chacun y contribue en transmettant à Frédérique Paganessi (caia@wanadoo.fr) les informations et nouvelles susceptibles d'intéresser notre communauté.

En guise de conclusion

S'il est bien sûr trop tôt pour faire un premier bilan de la satisfaction des utilisateurs, nous notons toutefois une curiosité et un intérêt nouveaux pour le site (et donc pour la CAIA) ainsi qu'un plébiscite pour le paiement WEB. 🐼

Un lieu d'échanges à part entière

Le site de la CAIA est avant tout ... celui des membres de la CAIA.. N'hésitez donc pas à nous transmettre les informations dont vous avez connaissance et que vous souhaiteriez partager avec les camarades (nomination, publication, actualité du Corps...) en les envoyant à l'adresse mail de l'amicale.

N'oublions pas la cybersécurité

Pour le Conseil de la CAIA, Yves Le Floch



Cher Camarade,

Tu n'es pas sans savoir que les attaques informatiques se multiplient, visant toutes sortes de systèmes d'information et de services en lignes. Les données volées sont vendues sur le marché noir, parfois publiées sur internet pour le plus grand embarras des entreprises visées et de leurs clients.

Le site de la CAIA n'est pas à l'abri de pareille mésaventure et l'équipe de direction de la CAIA s'efforce d'adopter, avec son hébergeur, une plus grande sécurité. La protection des données de l'association et de ses membres passe aussi par une sensibilisation des utilisateurs du site, qui peuvent par inadvertance, par exemple en se faisant pirater leur compte, mettre en danger les données de nos camarades.

Voici donc quelques conseils à suivre pour te protéger contre les attaques informatiques, qui te permettront de sécuriser ton compte CAIA et plus généralement tes données informatiques et tes comptes en ligne. Ils s'appliquent à des ordinateurs personnels, professionnels et mobiles (tablettes et smartphones) :

🕒 sauvegarde régulièrement tes données sur un support non-connecté ; les attaques chiffrant les données prolifèrent en ce moment, et la perte de toutes ses données peut avoir des conséquences fort dommageables ;

🕒 tient quotidiennement à jour tes logiciels, en particulier tes logiciels de sécurité (anti-virus...), système d'exploitation, navigateur et ses ainsi que logiciels bureautiques ;

🕒 utilise ton ordinateur au quotidien avec un simple compte utilisateur, ton compte administrateur ne devant être utilisé que pour installer des logiciels et pas pour l'utilisation quotidienne connectée à internet ;

🕒 clique toujours avec prudence, et jamais sur des pièces jointes ou liens fournis pas des messages suspects ;

🕒 ne sois pas naïf lorsque tu reçois un message te demandant de fournir des données sensibles, directement ou indirectement (via un site semblant légitime) ;

🕒 choisis des mots de passe robustes : au moins 8 caractères (davantage pour des données sensibles), non-devinables, différents d'un service à l'autre, mixant lettres chiffres et caractères spéciaux ... et ne les stocke pas sur ta machine ;

🕒 vérifie le chiffrement de la connexion avant de transmettre des données sensibles en ligne (https:// dans la barre d'adresse, présence d'un cadenas indiquant un certificat de sécurité garanti par une autorité de certification) ;

🕒 n'ignore pas les avertissements de sécurité ;

🕒 ne fournis pas de réponse triviale aux procédures de recouvrement de mots de passe perdus ;

🕒 active la sécurité WPA de ton accès wi-fi ;

🕒 évalue la confiance que tu peux avoir en un logiciel avant de l'installer sur ton ordinateur, y compris les plugins du navigateur, y compris les applications mobiles ;

🕒 si possible, limite l'utilisation des codes mobiles des sites sur lesquels tu navigues (javascript, activeX...).

Pour aller plus loin, tu peux télécharger le numéro 92 de la revue des ingénieurs de l'armement, numéro spécial consacré à la « sécurité et confiance numérique », qui présentait en particulier les 15 commandements de l'ordinateur bien protégé. Plus récemment, le dossier du numéro 102 était lui aussi consacré à la cybersécurité. 🐼

TROIS NOUVEAUX IA ARTICLE 5 DANS LE CORPS

Rencontre avec **Jean-Paul Houttemane**, IGA, Inspecteur de l'armement

En 2015, la DGA, conformément à l'article 5 du décret 2008-941 portant statut particulier du corps militaire des ingénieurs de l'armement, a ouvert un concours sur titres pour le recrutement de 3 ingénieurs de l'armement. Ce recrutement venait en complément des concours sur épreuves traditionnellement ouverts chaque année au titre de l'article 6 dudit décret pour pourvoir des postes d'IA à partir principalement des IETA et des ICT-DGA (2 postes en 2015), ou d'IPA pour les IPETA (3 postes en 2015). Il faut noter qu'il existe aussi dans l'article 6 un recrutement possible sur titres au grade d'ICA pour les ICETA méritants ; il a fait l'objet de l'ouverture d'un poste en 2015.

Ce recrutement n'était plus possible depuis la publication des nouveaux statuts du corps des IA en 2008, dont les décrets d'application étaient difficiles à rédiger pour qu'ils soient conformes au droit européen... Ce n'est qu'en 2015, par l'arrêté du 12 juin, qu'a été ouvert le recrutement sur titres. L'information a été transmise durant l'été aux élèves actuels et de diplômés de moins de 27 ans des écoles suivantes : X, Centrale, ENSTA, ISAE cursus Sup Aéro, Mines, Ponts, Sup'Elec, Sup'Télécom et les trois Ecoles Normales Supérieures. Avec un certain succès puisque pas moins de 30 candidats ont déposé un dossier de candidature dont un certain nombre d'X. Un premier tri a permis à une commission ad-hoc de retenir 13 candidats ayant un dossier recevable et particulièrement intéressant sous l'angle de leur parcours et de leur motivation. Ils ont été invités à se présenter à l'épreuve d'admission. Celle-ci consistait en une heure d'entretien devant un jury de six IA présidé par l'inspecteur de l'armement

Jean-Paul Houttemane. Le candidat devait exposer son parcours, puis répondre à des questions permettant d'évaluer ses connaissances techniques et générales, notamment en matière de défense, et sur son aptitude au management. Sans être le grand oral de l'ENA, la dernière question surprenait : « comment évaluez-vous votre performance à cet entretien ? » Au final, 3 candidats ont été retenus sur la liste principale d'aptitude et 5 candidats ont été retenus en liste complémentaire, en cas de désistement. Le jury a été heureusement étonné par la qualité des candidats qui se sont présentés, leur motivation et par leur réelle connaissance dans les domaines de la Défense et plus particulièrement de l'armement. Plusieurs candidats avaient déjà une expérience professionnelle, souvent dans le domaine du conseil et aspiraient à rejoindre le monde de la DGA avec une vision très positive des programmes d'armement et du rôle d'un ingénieur de l'armement.

Le haut niveau des diplômes détenus par les candidats pour ce recrutement par la voie de l'article 5, le grand nombre de dossiers de candidatures déposés dans un délai très court et la grande motivation des candidats qui se sont présentés, montrent que l'intégration dans le seul corps d'ingénieurs « opérationnels » de la haute fonction publique intéresse beaucoup de jeunes ingénieurs au début de leur carrière, et donne pour certains la possibilité d'une réorientation de carrière après un premier exercice en milieu concurrentiel. Cette voie de recrutement permet de diversifier les profils et les compétences des ingénieurs de l'armement ; elle assure un réel enrichissement du corps de l'armement et il est prévu de reconduire ce recrutement les prochaines années à un niveau analogue. Apparemment, les X s'en rendent bien compte, et cela se sait sur les campus. 🐼

Propos recueillis par **Daniel Jouan**



En lien avec le thème de ce magazine, il nous a semblé utile de proposer un résumé du récent livre du sociologue François Dupuy « La faillite de la pensée managériale ».

par **Jérôme de Dinechin**, ICA

■ CGARM Section carrières, coach

Fin connaisseur des organisations, François Dupuy adopte dans cet essai un ton volontairement incisif pour dénoncer la paresse intellectuelle dont font part successivement les managers, les écoles de management et les conseils en stratégie lorsqu'il s'agit d'améliorer le fonctionnement des organisations. Et cela décape !

Dans un premier temps, il met en évidence la confusion fréquente entre structure et organisation, et constate qu'on passe son temps à modifier la structure, c'est-à-dire les organigrammes, les responsabilités et autres processus en croyant modifier l'organisation, c'est-à-dire le mode de fonctionnement au quotidien tel qu'il est vécu par les personnes. Or ce fonctionnement est complexe, par le nombre et la variété des personnes et systèmes qui entrent en relation. Par exemple, lorsqu'on impose une coopération et qu'on l'instrumentalise, cela revient à demander aux salariés de céder gratuitement une part de leur autonomie, donc de leur pouvoir. Pas étonnant qu'une réaction opposée se mette immédiatement en place et que le système se fige.

De même, on croit souvent à tort que le pouvoir appartient à la hiérarchie. L'exemple d'une banque dans laquelle le véritable pouvoir était détenu par les chargés de clientèle démontre le contraire. Mais pour s'en rendre compte, il est nécessaire de recueillir avec soin une grande quantité d'information venant du terrain. Or, la tâche de résoudre les dysfonctionnements est souvent déléguée à des niveaux intermédiaires alors que ce devrait être le rôle prioritaire du management. Cependant, déléguer ce rôle, même en l'habillant d'un titre, ne donne pas les moyens de le résoudre, si bien qu'en fin de compte, le management se cache derrière un sabir managérial peu compréhensible où l'on retrouve derrière le concept « flou » de *leadership* des solutions qui n'ont que l'apparence du bon sens alors qu'elles sont coupées de la réalité.

J'ai trouvé le passage sur le mode projet et celui sur la génération Y particulièrement savoureux.

Selon l'auteur, le contrat social qui liait le salarié à l'entreprise a été depuis quelques décennies vidé de sa substance. Ainsi, lorsqu'on déplore que les jeunes générations n'ont plus de fidélité à leur employeur, on ne fait que mesurer que le lien que propose l'entreprise ne présente plus d'attrait ni d'intérêt à s'y impliquer. Seuls les jeunes, plus à même de comparer car connectés et plus mobiles, sont en mesure de le refuser. Ainsi, ils n'acceptent plus de mettre des coups de collier pour faire davantage que le travail si bien décrit sous forme de procédures et règles. Cela devient le règne du mode projet, seul moyen de faire bouger les choses ... et l'on ne trouve même plus de volontaires pour devenir chef de projet chez certains constructeurs automobiles !

François Dupuy aborde ensuite la question des valeurs de l'entreprise, qui se traduisent souvent en mots d'ordre, slogans, campagnes de communication. C'est selon lui un autre constat de la faillite de la pensée managériale, qui n'ose pas considérer que les personnels agissent de manière intelligente en s'adaptant aux règles qui leur sont imposées. Et pourtant, on ferait preuve de bon sens en considérant que les personnes agissent de façon rationnelle en fonction de leur intérêt immédiat et perceptible plutôt qu'en fonction d'un supposé intérêt général global à toute l'entreprise. Mais on préfère une solution plus simple en mettant en avant les grandes valeurs à la mode : innovation, coopération, client, confiance ... sans résultat. Devant les difficultés, bien réelles, les managers s'appuient souvent les uns sur les autres. Ce que quelques-uns ont affirmé, sans qu'on ait de certitude qu'ils l'aient bien étudié, devient rapidement

une croyance commune, par paresse. Citons des concepts comme l'inertie de l'organisation, la peur du changement, la complexité du terrain, alors que l'on manque simplement d'un diagnostic approfondi. Et pour pallier ces difficultés, par un curieux retour de la bureaucratie, la solution revient à contrôler davantage, à multiplier les règles et les procédures.

Avant de conclure, François Dupuy donne quelques coups de griffes aux *business schools* et aux cabinets de conseil, en montrant en bon systémicien que leurs intérêts ne sont pas compatibles avec une remise en cause des modèles managériaux ni avec une analyse impliquant davantage les sciences sociales et ouverte à de l'innovation managériale : les professeurs sont jugés par leurs pairs et non par le marché, les *senior partners* gagnent à déployer des consultants.

Devant ce diagnostic sans appel, y a-t-il réellement des solutions ? Elles apparaissent au fil des pages à travers des analyses approfondies, débarrassées des a-prioris pour comprendre l'origine des difficultés. Elles passent aussi par la construction d'une confiance avec les acteurs qui, proches du terrain, en connaissent le fonctionnement en détail, de manière à favoriser le changement de comportements vers un nouvel équilibre où chacun saura à quoi s'attendre.

Plus qu'un livre, « La faillite de la pensée managériale » est un manifeste en faveur de la reprise en main des organisations par l'intelligence et la compréhension. Un ouvrage qui s'insère parfaitement dans le thème « Acteurs d'innovation » de notre magazine. 🐼

SEDAN, 1870: COMMENT L'INDÉCISION CONDUISIT AU DÉSASTRE



par **Flavien Dupuis**, IPA
■ Direction générale du Trésor

Plus que la conséquence de son infériorité en hommes et en armes, la défaite de l'armée du Second empire à Sedan le 2 septembre 1870 résulte d'abord de l'incapacité de ses chefs à prendre les décisions et les initiatives qu'exigent les circonstances. Pour les ingénieurs de l'armement, elle illustre que le succès sur le terrain doit autant à la pratique du commandement qu'à l'efficacité des équipements. Pour les décideurs, elle est une leçon à méditer sur l'importance de l'audace et de la fermeté dans l'action.



Le maréchal Bazaine. Issu du rang, ce soldat courageux, mais dont les compétences et le caractère n'étaient pas à la hauteur de la situation, s'enferma dans un système borné d'indécision qui précipita la défaite finale

Lorsque, dans un déferlement d'enthousiasme patriotique, la France déclare, le 19 juillet 1870, la guerre à l'empereur Guillaume, pas un chef militaire ne doute que l'armée française prendra rapidement le dessus sur la coalition emmenée par la Prusse. La France, à qui l'empereur Napoléon III vient de redonner un surcroît de fierté depuis les expéditions de Crimée en 1856 et d'Italie en 1859, est alors considérée comme la première puissance militaire d'Europe.

C'est oublier que l'Empire français, champion du droit des peuples, se trouve, à l'orée

de cette campagne, privé de toute alliance étrangère, face à un adversaire aguerri sous la houlette du chancelier Bismarck. Le ministre de la Guerre Edmond Le Bœuf peut bien affirmer que « la guerre durerait deux ans, il ne manquerait pas un bouton de guêtre à nos soldats », la comparaison des forces est résolument à l'avantage des États allemands coalisés : aux 500 000 soldats rapidement levés par la Prusse, la Bavière, le Bade et le Wurtemberg réunis nous ne pouvons opposer que 265 000 hommes. Et si notre fusil Chassepot est supérieur au Dreyse prussien en portée et en cadence de tir, nous ne disposons que de 900 canons se chargeant par la bouche, quand l'adversaire aligne près de 1 500 canons Krupp modernes, se chargeant par la culasse, et portant à une distance de près d'un tiers supérieure à celle des nôtres.

Mais, plus encore que sur l'armement, c'est d'abord sur la doctrine d'emploi et la pratique du commandement que repose la supériorité adverse. Le commandant en chef des armées allemandes, le général von Moltke, est un grand admirateur de Napoléon, dont il a étudié à fond les campagnes et la tactique. Moltke en a tiré l'enseignement qu'une concentration de forces combinée à une stratégie de mou-

vement visant à battre l'adversaire avant que celui-ci ait lui-même réussi à rassembler ses propres unités, sont susceptibles d'emporter rapidement la décision. En pratique, cette école de pensée laisse une véritable liberté d'appréciation et d'action aux subordonnés, qui n'hésitent pas à prendre l'initiative sans en référer immédiatement à leur hiérarchie, si les circonstances leur paraissent le justifier. Ce mode opératoire, Moltke l'a illustré de façon éclatante à Sadowa le 3 juillet 1866 lorsque, par un mouvement d'une audace rare, et grâce à l'initiative hardie de l'un de ses subordonnés, l'armée prussienne défait en l'espace d'une journée l'armée autrichienne et accule l'Autriche à demander la paix.

La doctrine française, à l'inverse, maintient la troupe dans une conception sclérosée du commandement peu favorable à l'initiative, et portée avant tout vers la recherche du succès rapide au gré des événements. Les succès trompeurs de Magenta et de Solferino en 1859 ont fait oublier que ces deux victoires ont été remportées sans plan de manœuvre précis et malgré une logistique défailante, contre un ennemi encore plus désorganisé. Cette conception défensive conduit Napoléon III à abandonner à la fin du mois de juillet 1870 les



Fusil Chassepot, modèle 1866. Sa portée et sa cadence de tir, qui étaient supérieures à celles de son homologue prussien, ne purent compenser notre infériorité tactique.



Attaque au crépuscule, peinture d'Alphonse de Neuville

plans d'offensive prévus initialement au profit d'une stratégie attentiste consistant à répartir les différents corps d'armée en cordon autour de la frontière.

Les premiers engagements ont lieu à Wissembourg le 4 août, et déjà la supériorité tactique allemande porte ses fruits. Alors que les troupes bavaroises et prussiennes ont entamé leur mouvement et convergé vers Wissembourg dès les premiers coups de canon sans attendre d'ordre de marche spécifique du haut commandement, les 78^e et 96^e régiments d'infanterie, déployés à quelques kilomètres du champ de bataille, n'osent pas intervenir car ils n'ont reçu aucun ordre en ce sens ... C'est dans une situation d'infériorité numérique de un contre dix que le général Abel Douay, commandant la division chargée de la défense du secteur, doit ordonner la retraite, alors même qu'aucun dispositif de sûreté n'a été prévu.

Le même scénario se reproduit à Fröschwiller quelques jours plus tard, quand deux corps d'armées allemands marchent au son du canon contre un corps d'armée isolé, lequel finit par succomber sur place faute que son chef lui ait prescrit de prendre l'offensive à temps. Le haut commandement français, qui après une semaine d'hésitations comprend enfin qu'il ne saurait y avoir de succès sans concentration des troupes, constitue deux armées à la hâte le 12 août, l'une à Châlons sous le commandement de Mac-Mahon, l'autre près

de Metz sous le commandement de Bazaine, à qui l'ordre est donné d'opérer rapidement sa jonction avec Mac-Mahon. Mais, mal organisée, concentrée sur une route unique où les différentes unités s'entassent en se gênant mutuellement, la mise en marche de l'armée de Metz est un échec d'autant plus patent que l'incompétence notoire de Bazaine le conduit à rater un succès décisif. Car alors que son avant-garde vient le 16 août de mettre en déroute les Prussiens à Mars-la-Tour, Ba-

zaine décide à la surprise générale de ne pas envoyer au maréchal Canrobert, bloqué à Saint-Privat, les renforts dont il dispose pour tant en quantités suffisantes pour déborder l'ennemi et poursuivre sa progression. Il ordonne le 18 août le repli sous Metz avec le reste de l'armée, désormais dans l'incapacité de faire mouvement.

Mac-Mahon, qui a compris la situation désespérée dans laquelle se trouve Bazaine, préconise de son côté une retraite en bon ordre



Les dernières cartouches, peinture d'Alphonse de Neuville. La résistance héroïque des marsouins à Bazeilles figure parmi les plus beaux faits d'armes de la guerre de 1870-1871



Le cimetière de Saint-Privat, peinture d'Alphonse de Neuville. La bataille de Saint-Privat fut l'une des nombreuses occasions manquées de cette guerre

vers Paris afin de préparer une contre-offensive efficace avec l'aide des troupes nouvelles qui sont en train d'être levées sur le territoire. Mais il se voit interdire toute possibilité de recul par l'impératrice Eugénie et son entourage, qui assurent désormais la régence au nom de l'empereur malade et incapable d'exercer le moindre commandement. Car les premiers revers militaires ont ranimé les ardeurs républicaines de la capitale, et la cour impériale craint que la nouvelle de la retraite ne conduise à la chute de l'Empire. Conscient au fond de lui de l'échec auquel est promise une telle manœuvre, mais épouvanté par la description que lui fait la cour des conséquences politiques d'un repli, Mac-Mahon se plie par loyalisme à l'ordre de secourir Bazaine menacé d'écrasement.

Au terme d'une marche effectuée dans des conditions logistiques désastreuses¹, durement accroché par l'ennemi, Mac-Mahon finit par concentrer ses troupes dans la cuvette de Sedan, à la merci immédiate de l'armée prussienne. Par deux fois les troupes françaises changent de chef au cours de la bataille. Par deux fois celles-ci se voient prescrire des

ordres contraires, tantôt de repli, tantôt d'offensive. C'est dans la confusion la plus totale, et sous un déluge d'artillerie écrasant, que l'empereur finit par faire hisser le drapeau blanc sur la citadelle de Sedan le matin du 2 septembre. À Paris, la République est aussitôt proclamée. Bazaine, incapable de percer l'encerclement allemand, capitulera quant à lui le 28 octobre, livrant à l'ennemi plus de 120 000 hommes, ses armes et ses drapeaux. La supériorité allemande en hommes et en armement pouvait laisser craindre une campagne difficile. Elle ne suffit pas à expliquer l'effondrement d'une armée dont la troupe avait prouvé à de multiples reprises sa valeur au combat. L'armée française du Second empire restait un instrument redoutable qui, manié par des chefs compétents, aurait pu à minima tenir en échec l'offensive prussienne, si ce n'est remporter sur le terrain plusieurs succès. Mais l'esprit d'attente, la peur de l'initiative, la succession de projets contradictoires auxquelles elles furent soumises et les ingérences d'un pouvoir politique aux abois enfermèrent nos forces dans une posture de « vigueur passive »² qui ne pouvait, face à un

adversaire rapide et déterminé, que conduire à la défaite. Les prodiges de bravoure dont firent preuve les tirailleurs à Wissembourg, les zouaves à Niederwald ou l'infanterie de marine à Bazeilles, ne purent compenser les défaillances d'un commandement assoupi par plusieurs années de campagnes faciles.

Le désastre de 1870, pour si éloigné qu'il nous paraisse aujourd'hui, reste une leçon d'une actualité étonnante pour tous les décideurs, dans ce qu'il illustre par contraste les ravages que peuvent causer l'impréparation et l'esprit d'indécision. Il a le mérite d'attirer au passage l'attention des ingénieurs de l'armement sur le fait que la guerre est pour une grande part affaire de doctrine et de stratégie et que, contrairement à ce que pensaient les inventeurs du Chassepot, le progrès technique des armements ne suffit pas à lui seul à assurer le succès sur le terrain. Il est enfin la preuve que l'esprit d'initiative et d'audace, s'il est employé avec discernement et au service du projet commun, n'est nullement contradictoire avec le respect des commandements et des hiérarchies. 📌

1) Pour une description de ce que fut la marche de l'armée de Châlons, lire notamment *La débâcle* de Zola.

2) De Gaulle, *La France et son armée*

SUSCITER L'INNOVATION PAR CONCOURS

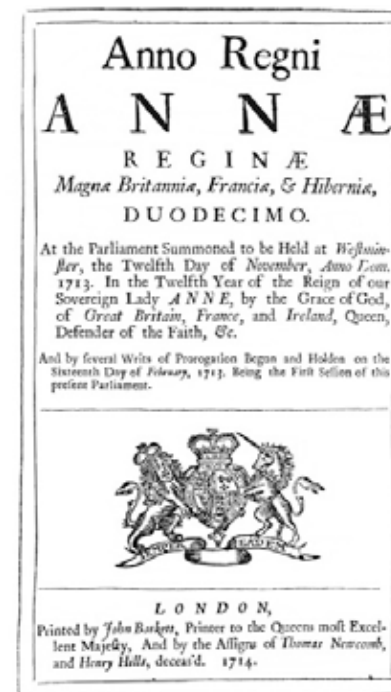
L'EXEMPLE DU «PRIX DE LA LONGITUDE» EN 1714



par **Jocelyn Escourrou, IA**
■ Agence des Participations de l'État

Au début du 18^e siècle, la latitude était mesurée avec précision grâce à l'observation des étoiles, mais la longitude restait largement non mesurable en mer ce qui posait de très sérieux problèmes aux marins. Pour susciter l'innovation de rupture, le Parlement Britannique eut dès 1714 l'idée d'une loi, baptisée «*longitude act*», offrant une récompense considérable à celui qui trouverait un moyen de résoudre ce problème. Et ce n'est pas un astronome mais un horloger qui eut une brillante idée et empocha le prix ... quelques décennies plus tard. Retour sur cette façon innovante de susciter l'innovation, largement répandue depuis.

A l'époque, la mesure de la longitude en mer était un problème sans réponse. Les travaux occupaient les meilleurs astronomes dont les recherches se focalisaient par exemple vers la méthode des distances lunaires, à savoir la position de la lune par rapport aux étoiles. Ces années-là, le problème revêtait également une importance particulière pour la Couronne britannique dans la mesure où un dramatique naufrage avait coûté la vie à une flotte de 2 000 hommes à cause d'une erreur de positionnement en navigation par temps de brouillard. En effet, en 1707, l'Amiral Cloudesley Shovell pensait naviguer en haute mer alors qu'il était en réalité non loin des îles Scilly et s'y échoua. C'est dans ce contexte que germa l'idée d'organiser un concours d'innovation, le « prix de la longitude », ouvert à tous afin de résoudre ce problème. La somme de 20 000 £ serait offerte à celui ou celle qui trouverait un moyen simple et sûr pour permettre la détermination précise de la longitude d'un navire en haute mer. Cette somme est considérable à l'époque : corrigée de l'inflation, elle représente environ 2,6 millions de livres en 2015 ! Dans le détail, ce montant est corrélé à la précision obtenue par la méthode : 10 000 £ pour un degré de longitude, 15 000 £ pour quarante minutes d'angle et 20 000 £ pour une précision d'un demi-degré. Cette approche est originale et constitue l'un des premiers (sinon le premier) concours d'innovation scientifique à récompense ; elle tranche avec la



Le «longitude act» britannique

méthode traditionnelle la plus répandue et la plus naturelle qui aurait probablement consisté à financer de manière empirique les meilleurs astronomes de l'époque pour trouver une méthode analogue à celle de la latitude.

“... *nothing is so much wanted and desired at sea, as the discovery of the longitude, for the safety and quickness of voyages, the preservation of ships, and the lives of men ...*”

The Longitude Act, 1714

Cette récompense suscita naturellement les travaux de nombreux astronomes, dont la méthode lunaire progressait mais demandait la construction de tables détaillées, incapables initialement d'atteindre la précision demandée. Mais c'est finalement une approche complètement différente, basée sur le temps et repensée par un horloger britannique, John Harrison, qui aboutit. Il travailla dès 1730 sur une méthode originale, basée sur le temps : elle consiste sommairement à observer l'écart de temps entre deux horloges, l'une restée à l'heure du port de départ alors que l'autre est mise à l'heure solaire locale du navire. L'innovation principale consiste à développer un chronomètre de marine suffisamment précis en conditions maritimes (mouvements du navire, humidité, changements de températures, etc.). Cette approche originale est un exploit compte tenu de la précision des horloges de l'époque dont la dérive est de l'ordre d'une heure par jour. De 1730 jusqu'à la fin de sa vie, cet horloger a dédié sa vie à améliorer la précision des chronomètres de marine. Ce n'est

qu'en 1765 qu'il atteint enfin la précision d'un demi-degré de longitude avec sa méthode et remporte ainsi la totalité du prix. Ce succès scientifique fut d'importance stratégique pour les vellétés britannique de suprématie maritime militaire, coloniale et commerciale.

Le succès retentissant de ce prix a ensuite inspiré dès le 18^e siècle d'autres concours analogues (voir encadré). Plus récemment, cet engouement continue avec des prix tels que l'Ansari X prize (récompensant la thématique du vol suborbital habité, prémices du tourisme dans l'espace), qui a offert 10 millions de dollars au vainqueur en 2004, ou le Google Lunar X prize qui promet 30 millions de dollars à qui posera sur la Lune un petit drone capable d'avancer de quelques centaines de mètres. 🚀

Quelques autres concours emblématiques :

- **1775** : prix de l'Académie Royale des Sciences (France) pour créer artificiellement de la soude. Vainqueur à titre posthume : Nicolas Leblanc.
- **1795 - 1809** : prix pour la conservation des aliments (France) afin de nourrir les soldats en campagne. Vainqueur : Nicolas Appert qui invente un procédé mêlant stérilisation et mise en conserve.
- **1823 - 1827** : prix de la turbine hydraulique (France). Vainqueur : Benoît Fourneyron, qui double le rendement de la roue à eau de l'époque.
- **1829** : concours du Liverpool and Manchester Railway (Royaume-Uni). Vainqueur : George Stephenson, ayant testé une locomotive permettant l'avènement du voyage de passager.
- **1869** : concours de Napoléon III pour la recherche d'un « corps gras semblable au beurre, mais de prix inférieur, apte à se conserver longtemps sans s'altérer en gardant sa valeur nutritive », aboutissant à l'invention de la margarine par Hippolyte Mège-Mouriés.
- **1919 - 1927** : prix Orteig pour la traversée Paris - New York par les airs. Vainqueur : Charles Lindbergh.

L'Australie : un détournement de mission scientifique !

Peu après la victoire des horlogers sur les mathématiciens du mouvement des planètes et des lunes de Jupiter, la confiance réciproque n'était pas encore totale et James Cook fut envoyé en expédition dans le Pacifique Sud pour vérifier les longitudes par des moyens astronomiques. Si la raison première de cette mission est l'observation depuis l'hémisphère sud du transit de la planète Vénus (rarissime passage de Vénus entre la Terre et le Soleil en 1769), l'enjeu principal pour la Couronne Britannique est beaucoup plus ambitieux : découvrir la légendaire Terra Australis ... ! C'est par une seconde lettre de mission cachetée, que Cook n'ouvre qu'à Tahiti, qu'il est chargé de trouver cette terre ... qui n'existe pas. Poussé par des vents défavorables vers le Nord, il atterrit sur les côtes de la Nouvelle Hollande, près de l'actuelle Sydney. Oubliant sa mission stratégique il prend possession de cette grande île, en négligeant un peu au passage les populations aborigènes qu'il estime en nombre (et en qualité ...) insignifiantes. Le reste est une question de culot et d'ambition. C'est du moins ce que raconte l'observatoire de Sydney. C'est donc par les à-côtés d'une mission scientifique, et par initiative personnelle, que l'Australie est anglaise ! Moralité : c'est souvent à côté des objectifs assignés que naît l'innovation.



Carte ancienne du détroit de Cook, encore assez loin de la réalité !



RAIDCO MARINE, LE SPÉCIALISTE DES VEDETTES ET PATROUILLEURS DE SURVEILLANCE MARITIME

- ⇒ Lutte contre la piraterie
- ⇒ Lutte anti-drogue
- ⇒ Lutte contre l'immigration clandestine
- ⇒ Surveillance des pêches
- ⇒ Surveillance anti-pollution
- ⇒ Protection d'installations pétrolières offshore
- ⇒ Une gamme de bateaux de 10 à 70 mètres



PAR DÉCRET D'OCTOBRE 2015

Est nommé :

L'IGA2 Terrail (François, Maurice, Jean), adjoint au directeur des plans, des programmes et du budget et directeur du service de l'exécution financière, de la gestion logistique des biens et des comptabilités (13 octobre 2015)

PAR DÉCRET DE NOVEMBRE 2015

Est nommé :

L'IGA2 Lizandier (Denis, Patrick), adjoint coopération et prospective auprès de la directrice des opérations, et maintenu dans ses fonctions de chef de la mission de supervision de l'Organisation conjointe de coopération en matière d'armement (1^{er} décembre 2015)

PAR DÉCRET DE DÉCEMBRE 2015

Sont promus au grade d'ingénieur général de 1^{re} classe :

Pour prendre rang du 1^{er} janvier 2016

L'IGA2 Sellier (Laurent, Marie, Pierre)
L'IGA2 Bouchet (François, Henri, Robert)
L'IGA2 Terrail (François, Maurice, Jean)

Pour prendre rang du 1^{er} février 2016

L'IGA2 Duval (Serge, Marc, Georges)
L'IGA2 Chenuil (Claude)

L'IGA2 Le Meur (Bertrand, Pierre, Roger)

Sont nommés au grade d'ingénieur général de 2^e classe :

Pour prendre rang du 1^{er} janvier 2016

L'ICA Le Yaouanc (Yannick, Louis, Yves)
L'ICA Bujon (Eric, Paul, Alex, René)
L'ICA Hadou (Patrick, Gérard)
L'ICA Marteau (Christine, Marie, Nicole)
L'ICA Pichon (Stéphane, Valéry, Michel)
L'ICA Conan (Erwan)

Pour prendre rang du 1^{er} février 2016

L'ICA Morin (Lionel, Gilles, Jean)
L'ICA Courbe (Thomas, Pierre, Jean)

Sont nommées :

L'IGA2 Guillou (Nathalie, Marianne), présidente de la section Etudes générales du Conseil général de l'armement (15 décembre 2015)
L'IGA2 Marteau (Christine, Marie, Nicole), adjointe au chef du Service de la sécurité de défense et des systèmes d'information, maintenue dans ses fonctions de chef du département des opérations de sécurité des systèmes d'information (1^{er} janvier 2016)

PAR DÉCRET ET ARRÊTÉ DE JANVIER 2016

Est nommé :

L'IGA2 Pérard (Thierry), directeur de l'unité de management Opérations d'armement hélicoptères et missiles de la Direction des opérations de la DGA (14 janvier 2016)

Est maintenu :

L'IGCE Collet-Billon (Laurent, Marie, François), délégué général pour l'armement, dans la 1^{re} section des officiers généraux de l'armement jusqu'au 1^{er} juillet 2017

PAR DÉCRET ET ARRÊTÉ DE FÉVRIER 2016

Sont nommés :

L'IGA1 Cojan (François, Jean, Michel), adjoint à la directrice des opérations et chef du Service des achats d'armement de la Direction des opérations de la DGA (23 février 2016)
L'IGA2 Châtelain (Bruno, Henri, Lucien, François), adjoint du chef du Service des achats d'armement de la Direction des opérations de la DGA (23 février 2016)

Sont nommés :

- Jacques Baylot (1958), à l'OCCAR/A400M/Toulouse (15/09/2015).
- Antoine Torres (1961), Directeur de la Communication à l'ONERA/ Palaiseau (16/09/2015).
- Yves Renhas (1955), au SGMR (17/09/2015).
- Guillaume Vega Garcia (1980), à l'OTAN/NAHEMA (17/09/2015).
- Émeline Sabatier (1977), à l'OCCAR/EA/ programmes Tigre et Cobra/ Coblenz (21/09/2015).
- Philippe Rabier (1963), Expert technique au Service des biens à double usage de la DGE (20/10/2015).
- Etienne Galan (1965), Purchasing Vice Président de SNECMA à Évry-Corbeil (29/10/2015).
- Jean-Yves Bouteyre (1961), Chef du programme LEX à ODAS/Paris (01/11/2015).
- Vincent Gorgues (1980), conseiller au cabinet de Dominique Monvoisin au CEA/Pôle Défense / DAM / Île-de-France - Bruyère-le-Châtel (15/11/2015).
- Emmanuel Durliat (1970), à ROXEL/Le Plessis-Robinson (17/11/2015).
- Astrid Southon épouse de Guyon de Geis de Pampelonne (1979), École des Mines d'Alès (20/11/2015).
- Philippe Dunaud (1963), Directeur adjoint de THALES Training Simulation (23/11/2015).
- Xavier Sahut d'Izarn (1961), Directeur de l'audit et du contrôle interne du groupe SAFRAN - Paris (27/11/2015).
- Bernard Fontana (1961), en charge des services et des fabrications d'équipements et de combustibles pour les réacteurs nucléaires à AREVA NP (Nuclear Power) / La Défense - Siège (02/12/2015).
- Nathalie Guillou (1958), présidente de la Section études générales du CGARM (17/12/2015).

- Pierre Vidal (1958), expert technique sûreté de fonctionnement à ADP/ Paris-Charles de Gaulle (23/12/2015).
- Elise Hoeltzel (1978), ingénieur chercheur au CEA/Pôle nucléaire/ Cadarache (01/01/2016).
- Cyril Rousseau (1977), Sous-directeur affaires financières multilatérales et développement (groupe 1) du MEIE/Secrétariat Général/DG du Trésor (01/01/2016).
- Bernard Planchais (1956), Directeur associé de STRATORG (21/01/2016).
- Jocelyn Escourrou (1986), à la DGTP/Agence des Participations de l'État (28/01/2016).
- Pascal Chauve (1974), Directeur du groupement interministériel de contrôle (31/01/2016).
- Philippe Tannery (1967), Performance Improvement Manager for design (Engineering) chez AREVA NP (Nuclear Power) / La Défense - Siège (01/02/2016).
- Michael Pascaud (1971), Directeur recherche et développement nouvelles constellations de l'entité « Space equipment » d'Airbus Defence and Space à Élanecourt (01/02/2016).
- Philippe Juliot (1958), Directeur de la coordination des opérations, membre du comité exécutif de Défense Conseil International (DCI)/ Branche Armement et Services (12/02/2016).
- Edwige Bonnevie (1954), directrice déléguée à la sécurité - sûreté du CEA (Pôle Maîtrise des risques) (12/02/2016).
- Axel Deloncle (1980), à METEO-FRANCE/Toulouse (29/02/2016).
- Philippe Logak (1968), directeur associé au cabinet Gide Loyrette Nouel (1/03/2016).

2016

EUROSATORY

13 - 17 JUIN 2016 / PARIS

TERRESTRE &
AEROTERRESTRE
LA SOLUTION

Faites
de votre société
un acteur clé.



GICAT

www.eurosatory.com

COGES

Excellence at your side*

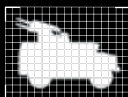
NOTRE ENGAGEMENT POUR VOUS

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

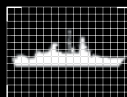
AIR
DOMINANCE



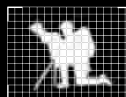
AIR
DEFENCE



MARITIME
SUPERIORITY



BATTLEFIELD
ENGAGEMENT



www.mbda-systems.com



*L'excellence à vos côtés