



ÉDITO

Jérôme de Dinechin, Rédacteur en Chef



Ce numéro de notre magazine consacré au numérique présente une épaisseur exceptionnelle, à l'image du sujet qu'il souhaite couvrir. Et peut-être êtes vous comme moi à entendre de nombreuses expressions qui piquent les oreilles, comme cette présentation à la télévision où la journaliste s'extasiait de l'importance de ces nouveaux logarithmes dans l'intelligence artificielle.

Pour vous aider à vous y repérer, nous souhaitons vous proposer un « bingo » du numérique. Dans les nombreuses présentations, lectures ou discussions sur le sujet, nous vous invitons à vous munir de la grille proposée ci-dessous, et chaque fois que vous rencontrez une expression mentionnée, à cocher la case correspondante. Il n'est pas nécessaire de comprendre de quoi il s'agit... Dès que vous obtenez une ligne, colonne ou diagonale, vous pouvez crier « bingo » en étant sûr de la justesse de l'information. Attention, cela peut devenir addictif.

La clef, c'est la donnée	L'IA dépasse(ra) l'intelligence humaine	Révolution (tsunami) numérique	AlphaGo
Paradigme transformation digitale	Virtualisation au cœur du processus	Deep learning ou machine-learning	Développement agile
Cloud ou chatBot	Ordinateur quantique	Algorithmes avancés	DevOps
Outil stratégique ou enjeux éthiques	la cyber est intégrée	Réseaux de neurones	Innovation disruptive

Cela ne s'applique évidemment pas à notre magazine, qui comme vous le constaterez, donne quelques aperçus éclairants et compréhensibles... Car, s'il y a un sujet qui convient aux ingénieurs de l'armement, c'est bien celui-là. Il mêle de grands enjeux, un aspect de compétition voire de guerre économique, des risques avérés et une réelle difficulté de maîtrise.

Si la DGA a été créée voici 50 ans pour mettre en place la dissuasion nucléaire, si elle a ensuite pris en charge les évolutions satellitaires, n'y aurait-il pas là un « relais de challenge » pour les ingénieurs de l'armement d'aujourd'hui, aussi motivant et crucial que ceux relevés avec brio par leurs anciens ?

Ils en ont à l'évidence les capacités et ont été recrutés pour cela. Que manquerait-il alors pour qu'ils investissent ce sujet, dans tous les secteurs de l'Etat et au profit de la nation ?

On parle beaucoup de « libérer les énergies ». La création de l'Agence de l'Innovation de Défense et la réforme de la DGA décidées par notre Ministre s'inscrivent en tous cas dans cet objectif.

Cela répondrait en tous cas à une attente forte des jeunes IA, qui dans un récent sondage souhaitent en priorité conserver ou enrichir leur compétence technique, rester au contact des forces, et travailler pour leur pays. Illustration, la « période d'ouverture » mise en place depuis un an connaît un succès au delà des espérances.

Réaffirmons donc que les IA n'ont pas peur des sommets, mêmes ceux de l'Himalaya!



DIRECTEUR DE PUBLICATION:

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

DIRECTEUR DE LA PUBLICITÉ:

CHEF DE PUBLICITÉ:

Patrick RICHARD - 01 43 57 95 22 p.richard@ffe.fr

MAQUETTE: Leslie TARDIF, Matthieu ROLLAT

SOMMAIRE

		01
PRÉ	FACE	03
	INTRODUCTION DU DOSSIER Jérôme Lemaire	.05
	PERSPECTIVES EN MODÉLISATION NUMÉRIQUE par Stéphane Cueille	00
	LA TRANSFORMATION DIGITALE D'UN GRAND GROUPE INDUSTRIEL, L'EXEMPLE DE TOTAL par Gilles Cochevelou.	
	LE DIGITAL, UN DÉPLOIEMENT DEJA FRUCTUEUX par Frédéric Sutter & Luc Boureau	
	EDF ÉCRIT SON AVENIR EN NUMÉRIQUE OU COMMENT UN GRAND GROUPE MATÉRIALISE SA TRANSFORMATION	
	par Christophe Salomon. LE CLOUD AU SERVICE DE LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE par Erick Jan-Vareschard	
	GÉNOMIQUE ET BIG DATA UNE RÉVOLUTION DE LA MÉDECINE À NOTRE PORTE	.18
	ECONOMIE NOUVELLE ET GRATUITE par Fabrice Wilthien	22
	L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EST-ELLE EN PASSE DE RÉVOLUTIONNER LA DÉTECTION DES CYBER-ATTAQUES ? par Pierre Ansel	
	LES MÉTHODES AGILES, LE DEV-OPS par Thierry Fontaine	
	FAUT-IL AVOIR PEUR D'UNE IA ? par Dominique Luzeaux .	
	L'OPEN SOURCE AU CŒUR DE LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE par Alain Droniou	
	LE CALCUL HAUTE PERFORMANCE (HPC), UN TOURNANT STRATÉGIQUE ET TECHNOLOGIQUE par Jean-François Lavignon	
	MAÎTRISER PAR LE CALCUL MASSIF LE TSUNAMI DU NUMÉRIQUE par Laurence Bonnet	
	LES OBJETS CYBERPHYSIQUES : LA PUISSANCE DU NUMÉRIQUE AU SERVICE DU MONDE PHYSIQUE	40
	DE LA DGSIC À LA DGNUM	42
	GUERRE ET NUMÉRIQUE	.44
	PROJET ARTEMIS	46
	SYSTÈMES D'INFORMATION DES ARMÉES	48
	LE BESOIN EN SÉCURISATION par Fredeiro Valette.	.52
	NAVIGUER DANS LE NUMÉRIQUE	54
	LE VEHICULE AUGMENTE	.56
	INVESTIR DANS LES START UPS DU DIGITAL : UN MÉTIER	.58
	UN IA AFFECTÉ POUR LE FONDS DEFINVEST Entretien avec Nicolas Berdou	.60
	UNE LIBRE ENTRAVE AUX ÉVOLUTIONS NUMÉRIQUES, LA RÉGLEMENTATION ? par Jean-Marie Desmartis.	62
	CHINE : COMMENT PROGRESSE L'ARABIE SAOUDITE DE LA DONNÉE ? par Frédéric Tatout .	.64
мот	DU PRÉSIDENT	66
	PÉRIODE D'OUVERTURE PROFITABLE POUR TOUS Par Jérôme de Dinechin	
	MATIONS INSTITUTIONNELLES. INDRE LES SOMMETS DE L'HIMALAY-IA	69
	erre Caldairou, Lilian Darracq & Pierre Ly. MARCHE DE NIMÈGUE par Christophe Raymond.	
PILO.	MANCHE DE NIMEGUE PAI GITISIOPRE REPRIDITA TE CORPS TECHNIQUE, DE LA RÉALITÉ AU RÊVE ! noît Darrasse	
VERS	s des programmes d'armement plus agiles et réceptifs à l'innovation uno Bellier à Emmanuel Rousseau	
	50 ANS DE RECETTES OUBLIÉES anis Plane	79
REMI	RVIEW D'HUGUES DU PLESSIS D'ARGENTRÉ SE DU 45° PRIX « AAT - INGÉNIEUR GÉNÉRAL CHANSON »	80
IN ME	uno Chalenet EMORIAM : HOMMAGE À HENRI MARTRE an-Paul Gillyboeuf et Claude Liévens	
CAM	REFFERING CHIPLODELLE EL CHELODE LIEVER'S ARADES ÉCRIVAINS DUR VOUS	84
LU A	U JO INATIONS DGA - CARNET PROFESSIONNEL	87

PRÉFACE

Florence PARLY, Ministre des Armées



Dès qu'il existe un défi à relever, un tournant à prendre, une révolution à mener au sein de nos Armées : les ingénieurs de l'armement répondent présent.

Ce numéro spécial consacré au numérique en est une preuve supplémentaire.

A l'heure actuelle, le numérique est omniprésent dans nos quotidiens, il structure le champ de bataille. Nos forces sont connectées, nos systèmes d'armes collectent et exploitent des volumes gigantesques de données, nos cybercombattants sont sur tous les fronts. Nos ennemis, aussi, prennent ce tournant alors que les nouvelles technologies se sont démocratisées et peuvent être accessibles à tous.

C'est pourquoi j'ai décidé d'accélérer la transformation numérique du ministère et d'en faire un levier majeur de la modernisation de nos Armées. Cette transformation emporte des enjeux essentiels : la supériorité technologique et informationnelle de nos Armées avant tout, mais aussi la nature du lien Armées-nation et le quotidien des hommes et des femmes de la défense.

La loi de programmation militaire 2019-2025 est au rendez-vous pour soutenir cette ambition : nous recruterons 1500 personnes dans les domaines du numérique, de l'intelligence artificielle et de la cyberdéfense, 100 millions d'euros par an seront investis dans la recherche et le développement en matière d'intelligence artificielle, et enfin la Direction Générale du Numérique du ministère récemment créée orchestrera l'émergence de nouveaux services digitaux.

Tous ces défis lient technologie, innovation, ingéniosité, audace. Ils nécessitent l'engagement et la réflexion des meilleurs talents, le savoir-faire et l'expertise des meilleurs ingénieurs. Les ingénieurs de l'armement ont permis à la France de maîtriser la dissuasion nucléaire. Ils ont été aux côtés de chaque grand programme et permettent à la France de relever chaque défi, d'exceller sur chaque terrain. Alors que la révolution du numérique s'accélère, la France a besoin, encore, des ingénieurs de l'armement.

Je compte sur la mobilisation de chacun. Je compte sur la capacité du corps de l'armement à montrer l'exemple, en travaillant en dehors des sentiers battus, en refusant les solutions préétablies, en alliant audace, ouverture et imagination, partout où ses ingénieurs exercent leurs talents. C'est à ces conditions seulement que nous parviendrons à mener à bien les défis numériques qui nous attendent. C'est à ces conditions, uniquement, que la France pourra agir et se protéger. $\[mathbb{Q}\]$



laude Shannon était-il vraiment conscient de la portée de ses travaux sur la conversion analogique – numérique au moment où il a énoncé son célèbre théorème ? Il avait probablement conscience du potentiel du traitement des données numériques car il faisait partie des organisateurs du célèbre congrès fondateur de l'intelligence artificielle avec John Mc Carthy, Marvin Minsky et Nathaniel Rochester à Darmouth durant l'été 1956. Avait-il imaginé ce que donneraient ces données numériques combinées avec la mise en place de larges réseaux publics et privés de télécommunication permettant leur échange ?

Le numérique est devenu protéiforme et il serait prétentieux d'être exhaustif dans sa présentation. Néanmoins, ses fondements reposent sur les échanges de données, sur leur traitement, mais également sur la standardisation qui facilite les échanges et la réutilisation des traitements.

Le numérique est un mouvement qui avance partout dans les mondes civils et militaires, pour amener toujours plus de fluidité et plus de services dans les échanges au sein des organisations mais également entre organisations. Les processus de conception et de développement ont été profondément modifiés par l'utilisation d'outils numériques, mais également par de nouveaux modèles d'organisation plus coopératifs et moins hiérarchisés. En effet, cela n'aurait pas de sens de reproduire à l'identique en numérique un processus dont certaines étapes vont être profondément modifiées, ne serait qu'avec la diffusion simultanée d'informations à plusieurs acteurs et la mise en place de traitements automatisés pour les tâches fastidieuses.

La Havard Business Review considérait en septembre 2017 que la transformation numérique comporte 3 axes majeurs. Le premier concerne la relation avec le client qui est mis au centre des développements que ce soit pour l'exploitation des données ou la co-conception de nouveaux produits et services. Le deuxième s'appuie sur des collaborateurs plus responsabilisés avec un management plus collaboratif et des compétences numériques mieux partagées par tous au sein de l'organisation. Enfin, les processus internes sont optimisés et plus agiles grâce à la simplification des étapes de développement et production, à la fluidification des échanges d'informations, à des organisations plus simples et des projets plus courts, plus incrémentaux.

Dans certains secteurs, le numérique a même amené l'émergence de nouveaux modèles économiques avec des plates-formes de mises en relation qui ont profondément transformé le commerce, les transports, le tourisme... autant sur la partie échange de données, mise en relation entre fournisseurs et clients que sur la partie traitements (segmentation de la clientèle, marketing et publicité adapté à chaque segment...). La question se posera forcément dans des secteurs plus éloignés dans les années qui viennent.

Dans ce numéro spécial, nous avons essayé de trouver un équilibre entre les évolutions techniques et méthodologiques du domaine du numérique auxquelles les ingénieurs que vous êtes sont très attachés (!) et le partage d'expérience sur les démarches de transformation, sur les projets et les réalisations dans les domaines civils et militaires.

Le numérique est aujourd'hui tiré par le secteur civil et modifie profondément le secteur concurrentiel. Il nous semblait indispensable de donner un éclairage sur son déploiement et les transformations en cours dans des secteurs variés (aéronautique, énergie, santé, entreprises de services numériques, défense...).

Difficile de parler de numérique sans évoquer les techniques et méthodes qui font évoluer les traitements, la manière de conduire les projets que ce soit les méthodes agiles, le DEV-OPS, les services dans le Cloud, les ressources en open source, la simulation, l'intelligence artificielle... mais également quelques problématiques transverses comme la cybersécurité ou les aspects réglementaires quelques mois après l'entrée en vigueur du RGPD en Europe et du Cloud Act par les Etats-Unis.

Les armées ne sont pas en reste dans la recherche de l'exploitation du numérique. Cela concerne évidemment les systèmes d'information opérationnels mais touche l'ensemble des systèmes d'armes et des platesformes qui sont de plus en plus numériques et interconnectés. Au sein du Ministère des Armées, cette dynamique de transformation est conduite avec un double mouvement de coordination d'ensemble des initiatives par la nouvelle Direction générale du numérique (DGNum) et de mise en valeur des initiatives provenant du terrain.

La France a probablement la particularité de disposer de grands techniciens du numérique (INRIA ... pour la recherche, ATOS, Cap Gemini, SopraSteria ... pour les entreprises de services numériques, Dassault Systèmes, leader mondial de la conception assistée par ordinateur...), et d'apparaître un peu en retrait dans la diffusion numérique dans l'ensemble des secteurs économiques par rapport aux grands pays industrialisés. Il y a pourtant des exemples frappant comme celui de L'Oréal, entreprise au cœur de métier éloigné du numérique, qui démontrait avec son immense stand lors du dernier salon VIVATECH de mai 2018 avoir pris le virage de la transformation numérique en s'entourant d'un écosystème de partenaires.



Jérôme Lemaire, ICA, Chargé de mission « intégration numérique, intelligence artificielle » à la DGA

Après une thèse en intelligence artificielle, Jérôme LEMAIRE a effectué un début de carrière dans le domaine de la robotique avant de se tourner vers les systèmes de systèmes d'abord pour la préparation du programme SCORPION, puis comme directeur du programme SCCOA. Après s'être occupé d'achats et d'ingénierie contractuelle en tant qu'adjoint au chef du service des achats de la DGA, il a été chargé par le Délégué Général pour l'Armement d'une mission sur la poursuite de la numérisation et la mise en place d'une feuille de route en intelligence artificielle.

PERSPECTIVES EN MODÉLISATION NUMÉRIQUE

Stéphane Cueille, ICA

La modélisation numérique « physique » est au cœur de la conception de nos systèmes critiques, et présente un potentiel de progrès encore important, en vue de la réduction des cycles de conception. Ces progrès portent autant sur la modélisation de la physique elle-même que sur la mise en œuvre des modèles dans les chaînes de conception. En parallèle l'émergence des techniques d'apprentissage automatique (intelligence artificielle) offre une voie complémentaire qui pourrait se combiner à terme avec la modélisation physique classique pour tirer parti de l'expérience et modéliser le comportement individuel des systèmes en service

LA MODÉLISATION PHYSIQUE RESTE UNE DES CLEFS DE LA PERFORMANCE ET LA MAÎTRISE DE NOS SYSTÈMES HAUTEMENT CRITIQUES

C'est particulièrement vrai pour les produits de Safran, complexes et soumis à des environnement incroyablement sévères, au premier rang desquels les moteurs aéronautiques: les aubes de turbine, par exemple, évoluent aujourd'hui à des températures supérieures à 1600°C, plus de 500°C au dessus du point de fusion de l'alliage monocristallin qui la compose, et ce en utilisant de la manière la plus parcimonieuse possible l'air de refroidissement (à plus de 600°C quand même!) prélevé sur le compresseur, que l'on calibre au dixième de % près pour éviter de perdre en rendement du moteur. Le tout en subissant des efforts centrifuges colossaux et des cyclages thermiques violents (en particulier pour les moteurs d'avion de combat).

Ce n'est donc pas sans raison que très peu d'entreprises dans le monde ont la capacité de réaliser de tels objets qui doivent satisfaire un compromis subtil entre une somme incroyable de contraintes multi-physiques contradictoires (mécanique, thermique, aérodynamique, et même corrosion, ...).

Face à ces défis, les progrès de la modélisation physique (aérodynamique, combustion, mécanique des structures, comportement des matériaux, thermique et leurs combinaisons) mais aussi de sa mise en oeuvre (via la Conception Assistée par Ordinateur et la maquette numérique) ont été une des clefs ayant permis des gains spectaculaires de performance des moteurs depuis les premiers turboréacteurs (gains de facteur 4 à 5 en rapport poussée sur masse, ou en consommation spécifique pour les moteurs civils).

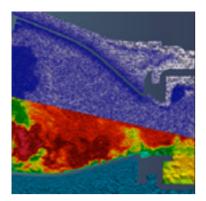
Par exemple, les techniques avancées de modélisation de la combustion (Large Eddy Simulation) développées par nos partenaires scientifiques, notamment le CER-FACS, nous permettent aujourd'hui, sur des calculateurs hautement parallèles, de prévoir et d'éviter des phénomènes d'instabilité de combustion, souvent rédhibitoires, qui auparavant pouvaient être découverts au banc d'essai en cours de développement!

Ces techniques de modélisation dites "haute-fidélité" restent aujourd'hui largement à transposer

à des problèmes hautement complexes, tels que la prévision du fonctionnement transitoire des compresseurs multi-étages, qui reste difficile avec les techniques de modélisation aérodynamique classiques (dites Reynolds Averaged Navier-Stokes), et est pourtant au cœur du fonctionnement du moteur.

Face à la complexité des phénomènes multi-physiques mis en œuvre, nous arrivons aux limites de l'approche de modélisation "monolithique", c'est-à-dire un seul code de calcul appliquant une seule modélisation sur un objet complet, éventuellement bouclé avec un autre calcul mono-physique (soit en parallèle soit en séquentiel). Nous devons passer à une approche dite "multi-physique / multi-fidélité" où plusieurs modélisations, avec plusieurs niveaux de fidélité et plusieurs physiques, vont être imbriquées au sein d'un même objet : pour donner un exemple simple, on utilisera

VERS UNE
MODÉLISATION
MOSAÏQUE, SPIRALE,
MULTI-MÉTIERS, POUR
DES RÉDUCTIONS
DE CYCLE DE
CONCEPTION



Champ de température dans une chambre de combustion. Les techniques avancées de modélisation de la combustion sont utilisées couramment en conception des chambres de combustion et permettent de prévenir des problèmes autrefois découverts au moment des essais.

la haute-fidélité, très coûteuse et difficile à maîtriser, seulement dans les zones critiques pour l'instationnarité du compresseur, et des modélisations plus simples (et robustes) dans les autres zones...

On passe ainsi du "Monolithe" à la "Mosaïque", d'où le nom de "MO-SAIC" donné à la nouvelle plateforme de modélisation orientée mécanique des fluides développée par Safran avec ses partenaires scientifiques, et notamment l'ONERA.

Dans MOSAIC, ce n'est plus le code de calcul qui est au centre du ieu, mais les données décrivant le problème et la stratégie de modélisation ("le workflow de modélisation"), qui peut inclure différentes étapes de « dégrossissage » avec des modélisations simplifiées, suivies de phases d'optimisation de géométrie, avant des calculs fins enchaînés sur différents points de fonctionnement. MOSAIC constitue une sorte d'OS (Operating System) qui va faire fonctionner selon la bonne séquence les différentes briques de modélisation, leur faire échanger des données, et collecter le résultat final ainsi que tous les résultats intermédiaires, tout en optimisant l'usage des ressources de calcul.

MOSAIC illustre une tendance importante en termes de modélisation : pour gagner en efficacité et réduire les cycles de développement, la mise en œuvre de la chaîne de conception devient

aussi importante que la qualité de la modélisation physique sous-jacente.

L'objectif est d'être capable d'enchaîner sans couture des phases d'ingénierie système du produit, et la montée en maturité de sa conception et de son industrialisation, en faisant travailler réellement en parallèle les différents métiers sur la base de modèles 3D communs et de modélisations montant en niveau de fidélité au cours des phases de conception. Les progrès de la CAO (paramétrable, partageable, rejouable) et les approches de "Workflow" illustrées par Mosaic sont au coeur de cette approche en "spirale".

Nous avons ainsi pu montrer sur le cas des aubes de turbine, que nous pouvions diviser par 5 à 7 le temps d'une itération complète de conception incluant la fabricabilité (simulation de fonderie), et donc de faire beaucoup plus d'optimisations dans un temps donné pour un meilleur résultat. L'objectif, ambitieux, doit être maintenant de généraliser ces méthodes dans le groupe Safran.

On le voit, Safran est depuis de nombreuses années à la pointe de la modélisation "classique" reposant sur la résolution approchée des équations de la physique. Nous disposons d'équipes nombreuses et d'un réseau scientifique reconnu, et cela restera pour longtemps un axe important d'investissement.

En parallèle, une autre approche est en plein essor depuis quelques années: l'apprentissage automatique ("Machine Learning"), qui consiste à construire des modèles empiriques (dits souvent "boîte noire" car ne contenant pas d'explication physique) à partir d'une base d'expérience, c'est-à-dire de données. L'apprentissage consiste en l'optimisation statistique des très nombreux paramètres d'un modèle mathématique ou algorithme (par exemple un réseau de neurone) pour que ce dernier fournisse les réponses attendues sur le jeu de données présenté.

L'essor récent, fulgurant, de techniques souvent anciennes dans leur concept résulte de la combinaison de trois facteurs : d'abord l'accès à une capacité de calcul permettant d'apprendre et de rejouer des modèles comportant un nombre colossal de paramètres (par exemple les réseaux de neurones dits profonds), puis la disponibilité de grandes masses de données liée à la numérisation (exemple : photographie numérique), et enfin la performance remarquable de ces approches sur certains problèmes tels que la reconnaissance d'objets dans des images, pour laquelle les approches de type "Deep Learning" ont totalement supplanté en quelques années seulement les approches classiques de traitement d'image.

LE "MACHINE LEARNING" : UNE APPROCHE EN PLEIN ESSOR

Safran s'est bien évidemment emparé de ces progrès techniques pour en explorer le potentiel, notamment au sein de Safran Tech, notre centre de R&T, et Safran Analytics notre centre de compétences sur les données.

Un premier domaine d'application ciblé a été le traitement d'image, pour les chaînes optroniques mais aussi pour les contrôles non destructifs en production. Cette dernière application peut sembler anecdotique, mais il faut comprendre qu'il n'en est rien : sur nos pièces les plus critiques, notamment celles des moteurs, le temps de contrôle peut représenter plus de 30% du temps total de fabrication. La numérisation de techniques telles que la radiographie. l'introduction de la tomographie numérique, et la substitution de techniques ancestrales de contrôles (ressuage, magnétoscopie) par des techniques "numériques", permettent de passer à l'étape suivante : l'automatisation de la sanction des défauts.

La mise en œuvre de techniques de machine-learning dont le deep-learning permet par exemple la sanction automatique, en production série, d'une partie des défauts des aubes de soufflante en composite tissées 3D du moteur LEAP, et l'aide à la sanction pour les défauts les plus complexes. Avec à la clef des gains de temps considérables et une réduction de la pénibilité du travail pour les opérateurs. Les mêmes techniques sont appliquées aux aubes creuses de turbine.

Un deuxième domaine d'application est la perception de l'environnement. notamment dans le domaine du véhicule autonome, terrestre et aérien. Dans notre laboratoire commun avec PSA et Valeo, situé dans notre centre Safran Tech à Saclay, nous mettons en œuvre des algorithmes d'intelligence artificielle permettant d'identifier des véhicules, des piétons, et de prendre des décisions telles que, par exemple, s'insérer dans un rondpoint pour un véhicule terrestre. Ces techniques sont appliquées dans notre véhicule terrestre autonome de démonstration E-RIDER, destiné aux applications défense, et au cœur du PST Furious, dans lequel nous étudions, sous contrat de la DGA, la mise en œuvre collaborative de différents types de véhicules terrestres autonomes et de drones dans un cadre de combat terrestre. Dans ce domaine, nous combinons la modélisation physique (simulation de la scène et des capteurs, jusqu'à la constellation GPS) et l'intelligence artificielle pour la perception et la décision.

Un troisième domaine est celui de la maintenance prédictive de nos équipements en service, pour améliorer leur disponibilité et réduire le coût en service. La vision sous-jacente est de pouvoir individualiser le comportement de chaque exemplaire du produit, au travers des données recueillies pendant son cycle de vie et d'une modélisation de son comportement, pour constituer un "jumeau numérique"? Celui-ci représentera l'état de configuration et de vieillissement du jumeau physique, sur la base duquel des décisions de maintenance "sur mesure" pourront être prises, par opposition aux décisions fondées aujourd'hui sur des usages, comportements, et marges de sécurité moyennés.

Ces approches seront appliquées au travers de « plateformes » permettant de recueillir et partager les données. Safran a ainsi lancé, par exemple, la mise en place d'une plateforme sécurisée destinée à héberger les données de ses clients et à leur fournir des applications telles que BOOST® (Bank of Online Services & Technologies) qui permet aux clients de Safran Helicopter Engines d'avoir accès en tempsréel, aux données personnalisées de leurs moteurs afin d'optimiser la maintenance de leur flotte.

VERS UNE COMPLÉMENTARITÉ ENTRE MODÉLISATION PHYSIQUE ET IA POUR LA CONCEPTION

Le dernier domaine d'emploi prioritaire est la conception des produits et systèmes, dans lequel l'intelligence artificielle pourra être utilisée pour concevoir des produits plus rapidement à partir des données d'expérience. La fin de la prééminence de la modélisation physique ?

Non: les succès remarquables rencontrés par l'intelligence artificielle dans la résolution pratique de certains types de problème pourrait laisser penser qu'à terme il n'y aura plus besoin de modélisation physique et qu'il suffira de faire apprendre des modèles sur des données d'expérience pour construire des prévisions ou des extrapolations fiables à de nouvelles conceptions. Cette vision est simpliste : en réalité l'apprentissage automatique a ses avantages et ses limitations et il sera plutôt complémentaire des modélisations classiques que concurrent dans de nombreux cas.

A titre d'exemple, une de ses limitations majeures est la difficulté à « démontrer » un niveau de confiance dans le résultat fourni, car l'algorithme est le plus souvent non « explicable » (en particulier pour les réseaux de neurones profonds) ce qui pose de véritables défis pour les systèmes critiques et la certification. Un des avantages est a contrario de pouvoir, à partir des données, extrapoler des solutions qui ne seraient pas nécessairement formulées par un raisonnement humain, et ce, très rapidement. Ainsi un scénario d'emploi simple en conception consisterait en l'utilisation d'un algorithme d'IA pour proposer des conceptions candidates à une spécification donnée, à partir des données d'expérience historiques disponibles sur des objets similaires. Ensuite, ces conceptions seraient modélisées physiquement pour les comparer et démontrer leur performance.

Comme évoqué précedemment, les systèmes critiques doivent satisfaire un nombre important de contraintes multi-physiques (auxquelles peuvent s'ajouter des considérations sur le processus de fabrication ou le coût de maintenance). L'IA pourrait également être d'une aide précieuse pour aider à explorer rapidement et synthétiser les résultats - des millions de points - des calculs physiques associés.

L'IA sera ainsi une des briques importantes du « Workflow » de conception que j'ai décrit plus haut. Mais nous n'en sommes encore qu'au début de l'histoire!

Que l'Allier de l'Allier de



Stéphane Cueille, ICA Chief Technology Officer (CTO), Safran

X91, Docteur en physique théorique, il débute sa carrière en 1998 en détachement chez Snecma dans le domaine des matériaux, puis passe 7 ans à la DGA, d'abord dans le domaine de la propulsion aérobie, puis aux affaires industrielles en tant que chef du bureau Missiles-Espace. Il rejoint le groupe Safran en 2008, où il exercera des fonctions opérationnelles, notamment de production, dans le domaine des moteurs et des nacelles, avant de prendre en 2015 la direction de Safran Tech, centre de R&T du groupe, puis d'entrer en 2016 au Comité exécutif de Safran en tant que CTO.

LA PLUS GRANDE FORCE DU C295? SA CAPACITÉ DYADIANIONE



Ce n'est pas un hasard si le C295 survole tous ses concurrents. Sa flexibilité opérationnelle hors du commun lui permet de remplir un grand nombre de missions : ravitaillement en vol, opération de recherche et de secours, transport de troupes et autres objectifs de surveillance. De plus, sa conception simple et robuste lui permet d'afficher la consommation en carburant et les coûts de maintenance les plus bas de sa catégorie. Explorez notre site Internet pour découvrir toutes les raisons qui font du C295 l'avion cargo militaire tactique le plus vendu dans le monde.

Flexibilité. We make it fly.*

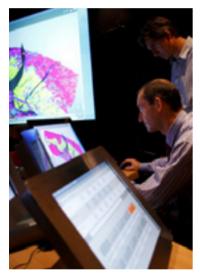
*Nous faisons voler.



LA TRANSFORMATION DIGITALE D'UN GRAND GROUPE INDUSTRIEL, L'EXEMPLE DE TOTAL

Gilles Cochevelou, ICA

Quatrième compagnie pétrolière et gazière internationale, Total est aussi un acteur majeur des énergies bas carbone, en particulier le solaire. Fort de près d'un siècle d'histoire, Total découvre, produit, transforme, commercialise et distribue l'énergie sous diverses formes jusqu'au client final. Habitué à traiter des grands flux de données, notamment en géophysique, Total tire concrètement parti des opportunités du numérique et pour cela investit largement dans la formation à la culture digitale de ses collaborateurs, de l'opérateur au COMEX...



Digital Subsurface

L'ambition de Total ? Devenir la « Major de l'énergie responsable ».

Comme pour la plupart des grands groupes industriels, la prise de conscience des possibilités offertes par les technologies digitales avec la baisse drastique du coût d'acquisition, de traitement et de stockage des données, ainsi que les possibilités offertes par internet, les applications mobiles, l'open source, etc... a eu lieu entre 2010 et 2015. Après la prise de conscience est venu le temps de l'action avec la mise en place de programmes structurés dans tous les domaines de l'entreprise.

Total ne partait pas de rien, loin de là. Ainsi, le secteur amont de

l'entreprise, celui de l'exploration, peut-il être considéré comme « nativement digital ». Les centaines de géophysiciens qui y travaillent sont autant de « data scientists » habitués à traiter des quantités très importantes de données via des algorithmes avancés dont certains sont développés en interne et confèrent un avantage concurrentiel à l'entreprise. Total dispose également d'un des supercalculateurs les plus puissants du monde. Tout ceci constitue un terreau fertile sur lequel la culture digitale a pu prospérer rapidement.

Mais que recouvre cette notion de « digital » ?

Beaucoup de réponses existent, et on peut retenir de manière pragmatique que les projets du digital concernent la valorisation au sens large du patrimoine de données de l'entreprise et l'amélioration ou la simplification de la manière de travailler ou d'interagir avec les clients.

Bien évidemment, on ne fait pas du digital pour le plaisir de faire du digital. Les projets doivent être au service de la stratégie de l'entreprise et répondre à des objectifs « business » : améliorer la sécurité industrielle, augmenter la performance opérationnelle, réduire les coûts, améliorer l'expérience de l'employé ou du client, développer de nouvelles activités ou de nouveaux services...

Il est également important d'avoir à l'esprit que la transformation digitale est humaine, culturelle et sociétale autant que technologique. Aborder le digital uniquement par le prisme technologique risque d'être une fausse route. A défaut d'une réflexion approfondie sur l'accompagnement du changement, sur l'impact sur les processus et les organisations, les déploiements purement technologiques risquent de s'avérer décevants. L'investissement en formation, communication, développement de la culture digitale ne doit surtout pas être sous-estimé.

« LE REVERSE MENTORING DES DIRIGEANTS PAR DES JEUNES DIGITAL NATIVES »

Voyons à présent quelques exemples concrets des projets de transformation digitale de l'entreprise.

Commençons par le facteur humain et les programmes de formation ou de développement de la culture digitale.

Le passeport digital pour tous a été mis en place en 2016 et plus de 30.000 collaborateurs l'ont obtenu.



Applications co-développées avec des sites et disponibles dans un "app store" industriel dédié pour opérationnels de terrain de terminaux

Constitué d'un ensemble de vidéos courtes et d'un quizz, ce passeport permet d'acquérir les notions de base de la culture digitale.

Le « reverse mentoring digital » des dirigeants par des jeunes « digital natives » a été instauré fin 2014 et a rencontré un succès qui ne se dément pas.

Le Comex a décidé de consacrer une semaine par an à une « digital & innovation week » qui les a emmenés successivement depuis 2016 dans la Silicon Valley, en Inde, en Chine et leur a permis de découvrir divers écosystèmes d'innovation avec des retombées business concrètes à chaque voyage.

Une formation spécifique à l'intelligence artificielle (IA) a été créée pour les managers afin qu'ils prennent conscience que l'IA est une réalité concrète déjà omniprésente et qu'ils puissent lancer des programmes de mise en œuvre des technologies de l'IA dans leurs activités respectives.

Le Booster, laboratoire d'innovation digitale, incubateur et accélérateur de projets, a été lancé en 2017 dans un espace de 700 m² à La Défense et a aussitôt rencontré un très grand succès. Fort de cette dynamique, un autre Booster sera mis en service dans le centre technique et scientifique de Pau fin 2018. D'autres Boosters suivront.

Le Booster catalyse également le développement des relations avec l'écosystème des startups, via par exemple l'incubateur « Usine 4.0 » qui permet à des startups de tester leurs produits et solutions dans des conditions industrielles réelles. Plusieurs startups passées par cet incubateur sont devenues des fournisseurs à part entière de Total. Cet exemple ne constitue que la partie émergée du vaste ensemble des programmes menés par le Groupe avec des startups.

Les outils de travail collaboratif. de travail en mobilité et de partage avec l'externe ont également été largement améliorés. Ainsi, le programme Lift visant à déployer la suite Office 365 de Microsoft a été mis en œuvre en 2018. Office 365 va bien au-delà d'une amélioration de la suite Office bien connue, car Office 365 contient des outils collaboratifs très puissants comme Teams qui permet d'améliorer considérablement le travail en équipe, grâce au partage de documents, à la co-édition en temps réel, aux capacités d'interactions adaptées (chat, appel vidéo, etc...) Adieu les révisions v25, v26 et v26.1 des documents envoyés par mail... Pour le déploiement d'un tel outil et son adoption effective, la dimension « accompagnement du changement » est primordiale.

Passons aux projets industriels, pour lesquels on citera trois exemples.

Deux partenariats majeurs ont été conclus en 2018, l'un avec Tata Consulting Services en Inde pour la création d'un centre d'innovation dédié aux technologies de la raffinerie 4.0, l'autre avec Google pour le développement des techniques d'intelligence artificielle appliquées au traitement d'images sismiques et à l'analyse sémantique de documents du domaine des géosciences. Ce partenariat avec Google est bien illustratif de la vitesse de la transformation digitale : l'idée d'un tel partenariat avec un acteur connu essentiellement pour son moteur de recherche et ses activités orientées grand public aurait été considérée assez peu crédible en 2015.

Toujours dans le domaine industriel, le programme TIM (Total Industrial

Mobility) vise à équiper les opérateurs de raffineries ou de plate-formes pétrolières de smartphones ou tablettes munies d'applications destinées à faciliter et simplifier leur travail, à améliorer la sécurité, réduire les risques d'erreur. Quarante sites seront équipés en 2018, là encore ce programme rencontre un vif succès du fait de l'implication des utilisateurs dans la phase de conception des applications et d'un effort important d'accompagnement lors des déploiements sur site.

Les technologies de plateformes digitales ont également permis à Total de faire évoluer son modèle de business et d'entrer sur des activités qui paraissaient peu accessibles il y a quelques années : c'est le cas de la vente de gaz et d'électricité aux particuliers. Grâce au rachat de Lampiris en 2016 puis de Direct Energie en 2018, Total est devenu le troisième acteur sur ce marché en France, ce qui permet au Groupe de préparer l'avenir dans un monde de l'énergie où le gaz et l'électricité sont appelés à jouer des rôles de plus en plus importants.

En conclusion, la transformation digitale concerne toutes les activités de l'entreprise, opérationnelles ou fonctionnelles, et elle est au service de sa stratégie. Enfin, sa dimension humaine et culturelle doit être traitée avec la plus grande attention pour garantir que les nouveaux outils sont réellement adoptés et utilisés à la pleine mesure de leur potentiel.

Quantité de la concernation de la concernati



Gilles Cochevelou, ICA, Chief Digital Officier du groupe Total

Gilles Cochevelou, X-ENSTA, commence sa carrière à DCNS au Centre d'Etudes et Recherches en détection sous-marine, puis au chantier naval de construction de sous-marins de Cherbourg. A partir de 1994, il occupe diverses responsabilités opérationnelles et stratégiques chez Total : directeur énergies renouvelables, directeur R&D gaz@énergies nouvelles, directeur formation éducation université avant d'être nommé en 2015 Chief Digital Officer.

LE DIGITAL, UN DÉPLOIEMENT DEJA FRUCTUEUX

Frédéric Sutter & Luc Boureau. ICA

Airbus positionne la donnée au coeur de son programme de transformation digitale. Le groupe investit aujourd'hui massivement pour connecter l'industrie et établir la continuité numérique de ses produits, mettant la rupture digitale au cœur de sa stratégie.

Après une phase de tests sur une trentaine de projets associant clients et fournisseurs, nous avons redéfini notre stratégie d'entreprise autour de la donnée. Notre priorité est désormais de mieux exploiter nos données internes via l'amélioration de notre performance opérationnelle dans tous les domaines métiers - bureau d'études, production, support -, et d'exploiter plus encore les données de nos avions ou hélicoptères. Ceci afin d'apporter de meilleurs services à nos clients et d'analyser de manière plus fine le fonctionnement de nos appareils et systèmes en opération afin d'améliorer leurs performances.

Les premiers bénéfices mesurés sont extrêmement prometteurs pour tous nos métiers par nature très variés, depuis l'amélioration de la performance industrielle jusqu'au développement de nouveaux services en passant par la réduction des cycles de développement ou l'amélioration de nos produits.

Skywise, des résultats prometteurs

L'exploitation systématique des données avec Skywise a déjà démontré des gains opérationnels le long du cycle de vie de nos produits, tels que : pour le bureau d'études A350, le temps d'analyse des problèmes récurrents en service a été réduit de 90%; pour la production, les volumes de travaux restants sont divisés par 5 sur la FAL A350; pour le support aux opérateurs, l'analyse des interruptions opérationnelles est 20 fois plus rapide.

L'expérience d'Airbus Commercial Aircraft nous est d'ailleurs très utile en la matière.

Le programme Skywise en est l'illustration. Il nous permet de mettre en place les fondations organisationnelles ou techniques nécessaires pour atteindre ces nouveaux objectifs stratégiques, mais aussi d'acquérir des compétences renforcées grâce à des recrutements externes et de former des centaines d'ingénieurs à travers le groupe. Ce programme, qui a donné lieu à la création d'un cloud sécurisé pour l'ensemble du groupe Airbus, accélère la mise en place de mécanismes de gouvernance qui vont faciliter la gestion des risques et des contraintes liées à l'accès et l'utilisation de la donnée.

La cybersécurité est quant à elle intégrée de manière proactive de manière proactive et réactive. Elle s'appuie d'une part sur les composants techniques utilisés et d'autre part sur l'expérience acquise par Airbus pour la sécurisation des systèmes embarqués dans nos avions et hélicoptères.

Airbus Defence and Space a suivi dès 2017 avec l'initialisation de projets « Analytics » dans le domaine des services pour les avions militaires et poursuit aujourd'hui sa transformation digitale pour couvrir l'ensemble de son portefeuille de produits et services : systèmes spatiaux, drones, communications, solutions de renseignement et sécurité.

Cette transformation a été engagée avec des initiatives structurantes dans les domaines des plateformes digitales à base de cloud privé sur nos sites en Europe mais aussi des « Analytics » avancés et des applications, de la sécurité digitale et de la gouvernance des données, des nouveaux modèles économiques et des services ou encore de la continuité digitale des produits.

On l'a dit, ces initiatives et développements sur l'ensemble des axes-clés de la transformation digitale visent à améliorer notre efficacité opérationnelle. Elles visent aussi à améliorer significativement la satisfaction de nos clients dans les mois et années à venir.

« DES DOMAINES QUI N'AVAIENT JAMAIS VRAIMENT ÉTÉ RÉUNIS AUPARAVANT »

Les premiers projets mis en œuvre nous permettent d'apprendre rapidement, y compris de nos échecs. Ils nous imposent de nous adapter en permanence, de mettre au point des nouveaux modes de travail plus agiles et plus transverses et de fédérer les initiatives. Nous obtenons des premiers résultats prometteurs, en particulier en termes d'efficacité opérationnelle et de qualité mesurée (durée de traitement, charge de travail, répétitivité, nombre d'anomalies, coûts de non qualité,...), de continuité de traitement et d'accès aux données et aux résultats produits et surtout de partage d'information et d'expertise dans des domaines qui n'avaient jamais vraiment été réunis auparavant.

Les projets Analytics d'Airbus couvrent bien sûr le domaine des avions militaires, A400M puis



Panel de services digitaux des avions militaires du groupe Airbus

MRTT et hélicoptères, sur de sujets tels que : tris et analyses rapides de rapports de vols et d'essais, synthèses, support à l'analyse des causes racines et isolation des fault codes, maintenance prédictive. Cette nouvelle approche permet par exemple de diviser par quatre le temps nécessaire à l'analyse des rapports de vol de l'A400M.

Les Analytics sont également utilisées au niveau des flottes, avec la planification des missions et leur optimisation, analyse des opérations, évaluation de l'état de santé d'une flotte d'appareils, le planning de maintenance de la flotte, prédiction et anticipation des besoins de maintenance en opérations et matériel.

L'application des Analytics aux systèmes spatiaux touche notamment les tendances des télémesures et la prédiction d'anomalies en orbite pour les satellites, ainsi que l'apprentissage profond pour l'imagerie satellitaire.

Le C4ISR est également un domaine prioritaire pour les Analytics d'Airbus DS, avec comme champ d'application le renseignement Multi-Int, la surveillance maritime étendue et la cybersécurité.

« POUR DÉVELOPPER DEUX FOIS PLUS VITE »

Diviser par deux le délai de développement des systèmes : est-ce un vœu pieux formulé par quelques optimistes ou la réponse adaptée aux initiatives disruptives de la concurrence ? Que peut apporter la digitalisation pour la conception des grands systèmes ?

La modélisation numérique au service de l'ingénierie système (Model-Based System Engineering) qui est en usage généralisé chez Airbus, crée un espace collaboratif entre les partenaires des projets afin d'assurer la prise en compte et la cohérence de l'ensemble des besoins et des contraintes. L'innovation est ici double : les acteurs

comprennent mieux leur contribution à la définition du système, et ensuite la continuité numérique entre l'expression des besoins et la mise en service réduit considérablement les délais.

Orchestrée par Marc Fontaine, Digital Transformation Officer d'Airbus, l'ingénierie système numérique de bout en bout (Digital Design Manufacturing and Services) entre progressivement en usage dans les projets d'envergure pour la défense chez Airbus tels que les systèmes spatiaux, la cybersécurité ou les systèmes de renseignement.

Ce savoir-faire permet là encore de faire travailler plus efficacement les partenaires des programmes en coopération en définissant la meilleure architecture comme proposé actuellement pour le Système de Combat Aérien Futur (SCAF).

Enfin, il nous permet d'animer les start-ups de l'écosystème pour que leurs innovations trouvent rapidement toute leur place au cœur de cette architecture et ce n'est pas le moins important!



Multi int data fusion



Frédéric Sutter, Digital Transformation Leader d'Airbus

Digital Transformation Leader au sein d'Airbus depuis 2015, Frédéric a rejoint EADS en 2012 à la direction de la stratégie après avoir travaillé 15 ans chez Alcatel-Lucent où il devient responsable du secteur défense en 2010. Il a commencé sa carrière en tant qu'architecte SI chez Sema Group et consultant chez KPMG. Diplômé de l'ENST Bretagne et de l'EM Lyon, il a suivi la 47° SN-AED de l'IHEDN.



Luc Boureau, ICA, Directeur Commercial France d'Airbus Defence & Space

Directeur Commercial France d'Airbus Defence and Space, Luc a précédemment exercé plusieurs fonctions de direction de projets et de business development au sein d'Airbus et de MBDA. Son premier parcours dans la DGA l'a conduit à des postes de direction de programmes dans les C3I et le Naval, de conseiller technique au Cabinet du DGA et d'attaché d'Armement à Londres.

EDF ÉCRIT SON AVENIR EN NUMÉRIQUE

OU COMMENT UN GRAND GROUPE MATÉRIALISE SA TRANSFORMATION

Christophe Salomon, IGA

Le domaine de l'informatique est particulièrement friand de concepts nouveaux (agilité, cloud, intelligence artificielle, ...), où se mêlent la plupart du temps un effet marketing apte à alimenter nombre de conseils, mais également une réalité indiscutable. La transformation numérique n'y échappe pas, alors qu'en est-il vu d'un grand énergéticien?



EDF DataCenter NOÉ: centre de stockage de données, infrastructure éco efficace

Prétendre définir la transformation numérique serait prendre le risque de s'attirer les foudres de nombreux experts aux avis nécessairement divergents. Je ne vais donc pas m'y essayer, mais vais plutôt tenter d'en donner mon interprétation.

A mes débuts dans le domaine des systèmes d'information (SI) pour les armées, fin des années 90, il existait un dogme indiscutable: « ce n'est pas à moi de m'adapter à la machine, mais c'est à la machine de m'aider à conduire les opérations militaires ». Et c'était compréhensible : internet balbutiait, la mobilité numérique était faible voire inexistante, l'offre logicielle était peu étendue. Dès lors. réaliser un système d'information, c'était avant tout numériser un processus métier qui lui préexistait, tout en tentant de le rendre plus efficace. Avec force CCTP,

marchés publics à obligation de résultat, effets tunnels, et parfois des échecs retentissants. Et une vision du SI qui dans le meilleur des cas était un support obligé, loin d'être aussi noble que les systèmes d'armes qu'il accompagnait.

Si donc on peut considérer qu'aujourd'hui nous vivons une transformation numérique, ce serait sur trois plans.

Le premier, peut-être le plus important, est celui de la perception du SI. Une entreprise comme EDF, qui baigne dans un paysage concurrentiel complexe, a pleinement conscience que sa compétitivité passera par le système d'information. Qu'il n'est plus envisageable de faire de l'ingénierie système de nos grands ouvrages sans tirer parti de la puissance de la numérisation. Qu'il n'est pas possible d'entretenir une relation fluide avec 25 millions de clients sans exploiter tous les canaux

digitaux. Ou qu'il n'est tout simplement pas possible de gérer et fidéliser 160 000 salariés sans un système d'information qui les place au centre. Chez EDF le SI n'est donc plus une simple fonction support, ou un simple centre de coûts. C'est un véritable levier de performance qui conduit les métiers à s'adapter pour en tirer le meilleur parti. C'est l'inverse du dogme de la fin des années 90 que je viens d'évoquer. Sur toutes les fonctions que l'on peut considérer comme non « cœur de métier » pour un grand énergéticien (RH, finances, achats, gestion de flottes, travel management, ...), l'offre logicielle est désormais pléthorique. Avec l'émergence du cloud (et plus particulièrement du SAAS), il suffit désormais de s'abonner à un service. Mais il faut assumer également d'une part de gommer certaines spécificités et d'autre part de faire évoluer nos organisations et nos modes de fonctionnement.

Le deuxième plan est technique. Je dirais même « simplement technique ». Avec une considération évidente : la place du système d'information s'accroissant dans l'entreprise, la moindre panne prend des ampleurs que nous ne connaissions pas il y a encore quelques années. Notre dépendance s'est accrue, et avec elle notre exigence envers le SI. Ceci couplé avec l'arrivée d'une génération de jeunes employés qui a grandi avec les smartphones, et pour qui le SI n'est même pas un sujet : cela doit fonctionner, vite, et il n'y a clairement pas la



EDF R&D Lab Paris Saclay, Palaiseau : Laboratoire Virage. Immersion 3D

même tolérance que chez ceux. auxquels je m'associe volontiers, qui ont connu le sablier ou l'écran bleu... Dans une grande entreprise, une panne de quelques heures, voire de quelques minutes répétitives, conduit très vite à des arrêts de moyens de production, à des situations complexes chez des chargés de relation clientèle, à de grosses insatisfactions clients, et, à chaque fois, à des millions d'euros de pertes. Ainsi le travail de l'exploitant SI prend une importance cruciale, sans même évoquer celui des experts de la cybersécurité. Ceci entraîne la nécessité d'une gestion pointue des compétences associées, pour ces métiers de l'ombre dont on ne parle généralement qu'en cas de problème, et qui sont pourtant au cœur désormais de la compétitivité de nos entreprises. EDF s'v emploie au quotidien, avec des premiers succès, notamment dans le domaine des reconversions internes.

« DES JUMEAUX NUMÉRIQUES DE NOS CENTRALES »

Enfin le troisième plan est technologique. Car il faut bien le reconnaître : ces termes d'intelligence artificielle, blockchain, data analytics, développement agile, UX design, s'ils nous sont rabâchés à la limite de l'indigestion, véhiculent de manière évidente des potentialités vertigineuses.

Prenons le cas du data analytics, et j'y associerai également l'intelligence artificielle tant les deux domaines sont liés. Nous avons créé chez EDF deux « usines data analytics », une pour les producteurs (nucléaire, hydraulique, thermique, photovoltaïque, ...), l'autre pour la relation clients. Ces usines concentrent des scientifiques de la donnée (des algorithmiciens), des analystes métier, et enfin des informaticiens (ou ingénieurs « big data »). La richesse que nous tirons de la concentration de ces talents, des technologies actuelles (puissances de calculs, algorithmes sophistiqués, lacs de données) et enfin du volume de données numérisées que nous pouvons utiliser, est proprement remarquable. A titre illustratif, deux outils de production similaires, utilisés dans les mêmes conditions, peuvent conduire à des comportements très différents (performances, dégradations de constituants, ...). Or le nombre de paramètres susceptibles d'interférer se chiffre en centaines, voire en milliers. Et dès lors savoir quelle combinaison de ces paramètres conduit à tel ou tel comportement n'est pas accessible même aux meilleurs experts. C'est là qu'interviennent les algorithmes d'intelligence artificielle, qui vont, avec l'analyse de données issues de dizaines d'années de fonctionnement, permette de déduire par exemple que telle combinaison d'alliages sur telle partie de l'usine, couplée à telle plage d'utilisation et tel niveau d'usure conduisent à la détérioration de la pièce concernée. Les perspectives de gains sont évidentes : choix des matériaux les plus efficaces dès la conception, prévision des usures et donc des maintenances à programmer au moment le plus opportun, sûreté encore accrue, etc. Sur ce seul exemple, les gains peuvent se chiffrer en millions d'euros annuels.

Sur l'ensemble de ces thématiques, le groupe EDF a lancé de nombreuses initiatives, dans toutes ses directions, toutes ses filiales. La tâche qui m'est confiée, en tant que DSI Groupe, est donc de canaliser cette énergie, plus encore que de la susciter. Et donc d'être capable de coordonner les initiatives, de les rationaliser, et d'en mesurer les effets. Pour cela

nous avons construit une feuille de route qui traduit notre ambition dans de nombreux domaines, qu'ils relèvent de notre cœur de métier d'énergéticien, de notre relation avec nos près de 26 millions de clients, ou de la gestion de nos 160 000 salariés.

Nécessairement, dans chacun de ces domaines, la transformation numérique revêt des facettes bien différentes. Elle peut conduire à travailler sur des iumeaux numériques dans nos centrales nucléaires, à opérer à distance nos barrages via de la réalité augmentée, à développer des solutions pour la « Smart Home », ou à offrir à nos salariés une véritable « digital workplace ». Mais si l'on devait trouver deux constantes, ce serait d'une part tirer le meilleur parti de notre immense patrimoine de données, et d'autre part transformer en profondeur nos modes de fonctionnement.

On le voit donc, le défi de la transformation numérique est considérable. Si sa dimension technique est incontestable, c'est pourtant bien, comme souvent, sur le plan humain qu'il faudra porter la plus grande attention: accompagner la conduite du changement chez nos salariés, former nos développeurs et nos techniciens informatiques à ces bouleversements, faire évoluer nos modes de management et surtout notre relation au système d'information. Voilà un programme apte à occuper quelques générations de DSI... 🔉



Christophe Salomon, IGA Directeur des systèmes d'information du Groupe EDF

Pendant son passage à la DGA (de 1999 à 2012) Christophe Salomon a essentiellement œuvré dans le domaine des systèmes d'information (SPOTI puis UM ESIO) et y a conduit de nombreux programmes et opérations d'armement. Il a ensuite rejoint le cabinet de Jean-Yves le Drian, ministre de la Défense, comme conseiller technique, puis conseiller pour les affaires industrielles (de 2012 à 2017). Il dirige désormais les systèmes d'information de l'ensemble du groupe EDF.

LE CLOUD AU SERVICE DE LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE

Erick Jan-Vareschard, Directeur secteur public AWS

Le cloud est d'adopté par de plus en plus d'entreprises comme une solution simple pour ne plus dépendre de sa propre infrastructure matérielle à l'extension limitée. Par ailleurs, le cloud permet de disposer de services administrés, mis à jour, sécurisés et enrichis par un fournisseur qui peut mutualiser ses développements. AWS est devenu est des principaux acteurs mondiaux de ce secteur en une douzaine d'années.

Le 3 juillet 2018, Mounir Mahjoubi, secrétaire d'État chargé du Numérique, a détaillé la stratégie cloud de l'État, indiquant sa volonté de développer son usage au sein des administrations, des organismes publics, et des collectivités territoriales pour rendre les services publics toujours plus performants. Cette démarche concerne toutes les entités de l'Etat. Le ministère des Armées, qui a été le premier à présenter son plan de transformation numérique le 19 avril 2018, n'échappe pas à cette tendance. L'adoption du cloud permettra de servir ses trois objectifs prioritaires: garantir la supériorité opérationnelle et la maîtrise de l'information sur les théâtres d'opérations, renforcer l'efficience des soutiens et faciliter le quotidien des personnels, améliorer la relation au citoven et l'attractivité du ministère.

Aujourd'hui, il y a une accélération de l'adoption du cloud par les entreprises, qui engagent des migrations massives pour profiter pleinement des avantages qu'offre le cloud : prix, agilité et sécurité. Des dizaines de milliers d'entreprises françaises ont déjà fait le pas et s'appuient sur Amazon Web Services (AWS) chaque mois. Depuis de plus de 12 ans, de nombreuses startups de la French Tech jusqu'aux plus grands groupes français comme Engie, Schneider Electric, Décathlon, la Société Générale, la SNCF ou encore Véolia ont choisi AWS pour développer des nouveaux services numériques et souvent se substituer à leurs infrastructures historiques.

Le cloud, en devenant la nouvelle norme, est aujourd'hui un atout dans le maintien de l'avantage technologique de nos militaires, comme en témoigne son adoption par l'OTAN, les ministères de la Défense des Etats-Unis, du Rovaume-Uni. du Canada. d'Australie et de Nouvelle-Zélande. Le récent rapport parlementaire sur les enjeux de la numérisation des armées, déposé par Olivier Becht et Thomas Gassilloud le 30 mai 2018, y fait référence en rappelant les enjeux de sécurité, de maîtrise des coûts et d'innovation.

Maîtriser ses données

En encourageant le recours au cloud, le Gouvernement souhaite notamment renforcer la maîtrise de ses données. Nous observons que la sécurité, la conformité et la protection des données font partie des raisons majeures de la migration de nos clients vers le cloud. En utilisant nos services, lls bénéficient des standards de sécurité de leur industrie sans avoir à gérer d'infrastructure, des certifications

essentielles sans avoir à organiser les audits, des outils de contrôle sans avoir à les développer ainsi que des alertes automatisées sans avoir à les mettre en place.

Par exemple, toutes les Régions AWS sont concues, construites et régulièrement auditées de manière à répondre aux normes de conformité les plus strictes et à fournir des niveaux élevés de sécurité à l'ensemble de nos clients. Parmi ces normes figurent notamment ISO 27001, ISO 27017, ISO 27018, SOC 1 (anciennement SAS 70), SOC 2 et SOC 3 (sécurité et disponibilité), PCI DSS niveau 1, et bien d'autres. Les clients bénéficient ainsi des meilleures pratiques liées à la politique de sécurité d'un spécialiste comme AWS, de l'architecture et des processus opérationnels pensés pour satisfaire les besoins des clients les plus sensibles en matière de sécurité.

La confidentialité et la sécurité de leurs données sont primordiales pour nos clients. Pour cette raison, nos services sont conçus de



Structuration des différents services du cloud AWS

telle sorte que ce sont les clients eux-mêmes qui les détiennent et en assurent le contrôle, grâce à des outils simples mais puissants, qui leur permettent de déterminer leur localisation, de les sécuriser en transit ou au repos, d'utiliser toute une panoplie d'outils de chiffrement et de gérer leur accès.

Outre notre propre conformité, AWS s'engage aussi à offrir des services et des ressources aux clients pour respecter les exigences du RGPD susceptibles de s'appliquer à leurs activités. De nouvelles fonctions sont lancées régulièrement et aujourd'hui nous proposons plus de 500 fonctions et services axés sur la sécurité et la conformité.

Optimiser les coûts

Le budget informatique de l'Etat est structurellement contraint par des dépenses obligatoires de maintien en condition opérationnelle. En donnant la priorité au cloud, l'Etat se donne la possibilité de bénéficier d'une large flexibilité avec le modèle de paiement à l'usage qui permet d'ajuster en permanence (à la minute, voire même à la seconde) sa capacité avec son besoin. Ce modèle permet d'amplifier les économies réalisées puisqu'il est possible d'éteindre les serveurs sans coût supplémentaire. Au-delà, notre philosophie de prix, très différente des autres acteurs IT, nous a permis de répercuter sur la facture des clients les économies d'échelle que nous réalisons, avec 67 baisses de prix depuis notre lancement en 2006.

La maîtrise des dépenses passe également par la garantie de réversibilité et nous sommes convaincus que tout choix technologique doit être réversible. AWS facilite donc les migrations, dans un sens comme dans l'autre, grâce à une conception extrêmement modulaire, au support de nombreux standards du marché (langages de programmation, bases de données, ...), à une documentation très complète, et en produisant des livrables de réversibilité à

travers ses experts ou son réseau d'intégrateurs partenaires qui ont acquis depuis plusieurs années un savoir-faire avancé sur ce sujet.

Le faible investissement initial, la tarification avantageuse du modèle et la réversibilité sont donc des atouts importants pour se lancer dans le cloud. Le modèle financier du Cloud permet de ne plus craindre l'échec et donc de libérer l'innovation.

Accroître l'innovation

L'un des avantages les plus plébiscités du cloud est d'avoir accès instantanément aux dernières innovations et de pouvoir expérimenter à moindre coût.

En s'appuyant sur le cloud, les équipes informatiques peuvent tirer parti du rythme élevé d'innovations, nouveaux services ou fonctionnalités, mises à disposition chaque année (près de 1.500 en 2017), notamment en termes d'intelligence artificielle, d'analyse de données ou d'internet des objets. Aujourd'hui, nos capacités d'analyse d'images sont par exemple utilisés pour lutter contre les trafics humains; nos outils d'apprentissage profond (« deep learning ») pour la détection de fraude, ou pour de la prévision* (capacité de remboursement de crédits, risque de réadmission après sortie de l'hôpital, mesure de l'engagement client...); nos outils dédiés à l'internet des objets permettent à des industriels de piloter des millions de capteurs connectés et à les intégrer à leurs outils de production.

Les équipes informatiques bénéficient également de services simplifiant la mise en œuvre et la gestion d'infrastructures, le déploiement de code applicatif, l'automatisation des processus de publication des logiciels et le suivi des performances de l'application et de l'infrastructure pour mettre en place une organisation « DevOps », ce qui permet d'accélérer drastiquement le temps entre l'idée et sa réalisation.

Lorsqu'une organisation publique ou privée, qu'elle soit administration régalienne, grand groupe ou startup, migre vers le cloud, elle jette les bases d'une véritable innovation.

Le cloud est une opportunité

De nombreuses organisations publiques dans le monde sont déjà sur la voie de la transformation numérique qui remodèle la façon dont les Etats gèrent leurs services, servent et protègent leurs citoyens. Avec des dizaines de milliers de clients du secteur public utilisant le Cloud AWS dans le monde, nous comprenons les exigences des administrations pour équilibrer sécurité, conformité, fiabilité et agilité.

Aussi, nous sommes ravis que la France prenne ce chemin car nous voyons cette transition vers le cloud comme une réelle opportunité d'améliorer les services rendus aux Français. Comme ceux des autres nations, nos soldats méritent les solutions les plus innovantes et les plus sûres sur le plan tactique, que ce soit sur terre, dans l'air ou en mer.

La présence d'AWS en France :

Au cours des 12 dernières années, AWS n'a cessé d'étendre sa présence physique dans le pays avec l'ouverture de bureaux au sein du quartier de La Défense, à Paris (3) et Marseille (1). L'année dernière, AWS a aussi ouvert une Région de stockage et de traitement en région parisienne ce qui permet d'assurer aux clients que leurs applications et leurs données sont en France.



Erick Jan-Vareschard, Directeur secteur public AWS

Erick Jan-Vareschard bénéficie d'une quinzaine d'années d'expérience consacrées à l'accompagnement des acteurs publics dans leur transformation, successivement chez Cisco, Symantec puis Amazon Web Services (AWS) depuis 2016.

^{*} Ces services ne sont pas sans soulever des questions éthiques, NDLR

GÉNOMIQUE ET BIG DATA

UNE RÉVOLUTION DE LA MÉDECINE À NOTRE PORTE

Pierre Tambourin, X66, chercheur au CNRS est l'un des fondateurs du pôle français de génomique. Il nous livre sa vision des apports à attendre de la médecine personnalisée génétique, en plein développement.

La CAIA: Pourquoi parlet-on autant de génomique actuellement?

Pierre Tambourin: Le génome est le système d'information du vivant, présent dans toutes les cellules des êtres vivants y compris bactéries et virus et la génomique est la science qui se propose de comprendre la structure, l'évolution et le fonctionnement des génomes, autrement dit le fonctionnement du vivant.

Le génome est formé d'ADN, un copolymère géant constitué de 4 sous-unités, dénommées bases ou nucléotides, dont l'ordre précis détermine l'information codée dans la cellule. La découverte de ce rôle essentiel de l'ADN n'est pas très ancienne. Elle date des années 1940 et l'élucidation de sa structure en double hélice de l'année 1953, date considérée comme l'une des plus importantes de l'histoire de la biologie et de la médecine et peut être de la science.

A côté des études innombrables portant sur les propriétés de cette molécule singulièrement complexe (réplication, transcription, régulation de sa lecture ou expression, traduction en protéines, rôle princeps dans l'hérédité et donc dans nombres de maladies dont les maladies génétiques rares), on se rendit très vite compte que les applications dérivées de l'adn seraient très nombreuses en médecine et dans l'industrie.

C'est pourquoi dès le milieu des années 80, une réflexion se développa au niveau mondial sur le séquençage complet du génome humain. A l'époque, séquencer un morceau d'ADN de 104 bases (ou nucléotides), taille du génome de petits virus, représentait plusieurs mois ou années de travail. Or le génome de l'homme comptabilise 3x109 éléments. Cette ambition paraissait totalement hors de portée des laboratoires. De là le programme international, Human Genome Project, qui répartit le travail entre quelques très gros laboratoires dans le monde et qui. à grand renfort de robots et une informatisation très sophistiquée des procédés et du stockage des résultats, permit de finir ce travail en un peu plus de 10 ans. ! En 2003, cinquante ans après la découverte de sa structure, la molécule de l'ADN humain était quasi complètement connue. (seules quelques petites parties restaient à élucider). Coût total : 3 Mds \$.

L'effervescence actuelle autour de la génomique tient à trois facteurs :

- L'effondrement du coût du séquençage (1000 USD par génome complet) qui permet une large utilisation de ces méthodes et leur entrée dans la pratique hospitalière, bientôt quotidienne;
- l'accumulation de données sur le rôle de nombreux gènes dans toutes les maladies et dans les différences d'efficacité des médicaments, selon les individus;
- le développement de l'informatique sous toutes ses formes qui permet d'exploiter des bases de données gigantesques grâce aux méthodes du Big data et demain de l'IA

La CAIA : Quelles sont les initiatives en cours et les retombées attendues ?

PT: La lutte contre le cancer est le domaine où les efforts en génomique sont actuellement les plus intenses et les plus pertinents.



Pierre Tambourin, chercheur entrepreneur et ingénieur de l'armement atypique

Une tumeur ou une leucémie est toujours le résultat de lésions au sein de l'ADN d'une cellule qui se sont accumulées au cours du temps, lésions provoquées par des substances chimiques, des agents physiques tels que rayons X ou Ultraviolet ou encore par certains virus ou bactéries.

Depuis que l'on observe des tumeurs au microscope pour en identifier la nature, les médecins se posent la question redoutable suivante: pourquoi deux tumeurs qui semblent identiques au microscope donc composées de cellules apparemment identiques répondent elles si différemment à un médicament ? Pourquoi encore autant d'échecs à côté de succès, imprévisibles le plus souvent. Pourquoi certains types de cancers sont assez simples à traiter et guérissent dans 80 à 95 % des cas, pourquoi d'autres sont-ils si réfractaires a nos traitements? Comment passer dans ces cas d'un taux de guérison typiquement de 30-50% ou moins à 80-95%.

Nombreuses sont les raisons qui participent à ces différences comme le caractère précoce ou non de la détection de la tumeur, son tissu d'origine, etc. Mais l'une des raisons

« CIBLER LES MÉDICAMENTS EN CONNAISSANT LES LÉSIONS DE L'ADN DES TUMEURS CANCÉREUSES »

principales tient à la présence de lésions différentes dans l'ADN de chaque tumeur. Connaitre ces lésions pour chaque tumeur constitue donc une information essentielle pour le médecin d'autant que des médicaments agissent sur certaines lésions et pas sur d'autres. A une combinatoire de lésions correspondra, à terme, une combinatoire de médicaments.

Il devient donc indispensable de caractériser les très nombreuses mutations et altérations du génome dans son ensemble (de guelgues unes à des milliers) si l'on veut être efficace et en plus éviter des traitements lourds totalement inutiles. En résumé, il faut séquencer le génome des cellules de la tumeur, comparer cette séquence à celle des cellules normales du patient, identifier les anomalies puis choisir les bons médicaments, quand ils existent. Malheureusement, en effet, face à plusieurs centaines de mutations possibles nous ne disposons aujourd'hui que d'un peu plus d'une trentaine de médicaments dits ciblés. Ce nombre augmentera rapidement dans les années qui sont devant nous tant cette approche nouvelle nous parait devoir s'imposer.

Cette démarche, rendue possible du fait de la diminution des coûts du séquençage, est à l'origine de ce que l'on appelle la **médecine** personnalisée génétique ou génomique que l'on peut définir comme suit : la médecine personnalisée vise à définir le bon médicament, la bonne dose, le bon moment de la prise en fonction des caractéristiques biologiques, dans notre cas génomiques de chaque individu, associées dans le cas des cancers au génome de la tumeur.

Dans le cas des maladies rares d'origine génétique, cette analyse constitue l'élément essentiel du diagnostic et de la thérapeutique quand elle existe. Elle permettra d'éviter également ce qu'on appelle l'errance diagnostique, qui peut

durer jusqu'a 5 ans ou plus. Dans le cas du diabète, par exemple, la médecine personnalisée cherchera à adapter les prises d'insuline et les doses pour chaque patient.

Cette démarche contribue aussi à la médecine dite de précision qui se propose de combiner données génétiques, données biologiques, imagerie, bibliographie, etc, afin d'approfondir nos connaissances des maladies. Grace à un suivi tout au long de la vie, une nouvelle forme de médecine prédictive pourra parfois déceler les problèmes bien avant les premiers symptômes, et les prévenir. La puissance statistique d'un grand nombre d'échantillons provenant d'individus malades ou non, permettra de découvrir et valider plus vite de nouveaux traitements.

Dans cette optique, il faudra, cela va de soi, garantir un bon équilibre entre innovation, total respect des règles éthiques et juridiques, et efficacité économique.

Autant d'enjeux portés par le plan génomique 2025 (encadré ci-dessous). Pour revenir au cancer, première cible, avec les maladies rares, du plan, la comparaison des données individuelles avec des « signatures » répertoriées permet déjà, et permettra de mieux en mieux :

- d'évaluer les prédispositions de l'individu sain (et lui proposer des solutions visant à la réduire);
- de diagnostiquer le cancer à un stade très précoce (levier crucial pour réduire la mortalité);
- d'élaborer la meilleure stratégie de traitement en fonction des médicaments disponibles (notamment chirurgie et drogues¹), en exploitant notre connaissance (très incomplète) des interactions entre les drogues administrées, la tumeur et l'organisme;

Par agrégation de données individuelles et retour d'expérience, on pourra plus facilement cerner les sous-types de cancers, développer puis certifier de nouvelles droques, et valider des signatures.

La CAIA : Quelles sont à tes yeux les principales difficultés ?

PT: Je vois plusieurs défis de taille. Beaucoup concernent les projets de numérisation d'envergure, d'autres tiennent à la complexité de l'organisation médicale et à l'interaction forte nécessaire entre recherche et applications.

Le plan France Génomique

Le plan France génomique 2025 répond à la demande formulée en mai 2015 par Manuel Valls à l'alliance nationale pour les sciences de la vie et de la santé (AVIESAN) d'examiner la mise en place de l'accès, à l'hopital, au diagnostic génétique pour tous. Préparé notamment avec l'appui du Génopole d'Evry et l'Institut National du Cancer, un projet, proposé au Premier Ministre en juin 2016, prévoit la création de :

- un réseau national de 10 à 12 plateformes de séquençage à très haut débit :
- un Centre national d'Analyse de Données (CAD) pour collecter les analyses réalisées sur les plateformes ;
- un Centre d'expertise et veille technologique (CREFIX) pour harmoniser le fonctionnement du système et son évolution.

Ces trois points illustrent l'importance du numérique. La mise en œuvre est suivie par un comité stratégique interministériel présidé par le Premier ministre. Deux plateformes génomiques ont déjà été sélectionnées par appel d'offres, pour le Grand Paris et la région Rhône-Alpes Auvergne (parmi les 12 attendues en 5 ans).

^{1 :} La chimiothérapie et les irradiations, qui exploitaient le fait que les cellules tumorales se reproduisent très rapidement, apparaissent presque comme obsolètes

Le génopole d'Evry:

Premier cluster français entièrement dédié au développement des technologies et industries de biotechnologies, le Génopole est un GIP créé en 1998 sous l'impulsion de Pierre Tambourin. Il rassemble en un même lieu 19 laboratoires de recherche académique, 86 entreprises de biotech (C.A total de 200 M€ environ) et 25 plate-formes et structures mutualisées avec l'IRBA, le CEA, etc. Les thèmes vont de la médecine personnalisée et la biomathématique, en lien notamment avec le centre hospitalier sud-francilien, à la biologie pour la remédiation de sites pollués en passant par l'agronomie, la nutracétique et les carburants verts. Animant deux programmes d'accélération, le Shaker pour les entrepreneurs, et le Booster pour les startups, il vise à intégrer les 10 premiers bioclusters mondiaux en science du vivant en 2025.

Comme dans tout projet de numérisation d'envergure, il faut réorganiser le travail si l'on veut bien exploiter l'information. Au-delà de la nécessaire revue des rôles et des responsabilités que cela suppose, il faudra réasseoir le socle de gouvernance des données. Le plus tôt sera le mieux compte tenu de l'importance de faire les bons choix et de la diversité des enjeux. Il en va de la maîtrise de la dépense, de notre santé et de notre qualité de vie et de la marge d'autonomie nationale.

Les questions essentielles de stockage, structuration, qualité et partage des données sont cruciales. Le fait que la France soit passée pendant 25 ans à côté du projet de Dossier Médical Partagé, là où d'autres pays ont réussi (Europe du nord, Estonie par exemple), n'est pas du tout irrémédiable parce que la problématique de maîtrise du Biq Data se pose partout. Simplement, cette fois il ne faudra surtout pas louper le coche. La relative homogénéité de notre système de santé, structuré autour du socle solide de la CNAM. pourrait être un avantage comparatif important. D'autres pays que la France privilégient une approche mutualisée de la collecte et l'analyse de données : les pays nordiques, où la centralisation est culturellement bien acceptée, le Royaume-Uni, probablement aussi la Chine. Cette approche présente un grand intérêt en termes de puissance et de sécurité. Mais elle se heurte aux questions du respect de l'individu, très préanantes en France.

Les problématiques d'interprétation et exploitation des données sont également très lourdes. La notion de signature (ou pattern), qui permettra de dépasser les kits de tests actuels, appelle au





Quelques autres approches nationales

US: Precision medicine initiative (2015 - budget 215 MUSD). All of us (2016, budget 300 MUSD): vise à créer et étudier une cohorte de plus d'un million de personnes

Chine: China Precision Medicine Initiative (mars 2016, budget 9,2 MdUSD sur 15 ans). Un des objectifs est de cartographier le génome de tous les chinois d'ici à 2030 (parmi les industriels concernés: Huawei, BGI. Wuxi Nextcode. Novogene. Cloud-Health Genomics. etc.)

Royaume-Uni: 100 000 genomes project, 2012 - vise à propulser le RU parmi les leaders de la génomique et à préparer un déploiement en grandeur réelle, qui irriguera toute la profession médicale. 50% atteint en Q1 2018. Precision Medicine catapult - 2015 : plus de 1 Mdf: investi dans les infrastructures

Canada: National Initiative for the Clinical implementation of precision health (2018): vise les maladies rares. Genome strategic plan 2012-2017: concerne la médecine et d'autres domaines d'application comme l'agriculture, l'aquaculture, la remédiation environnementale et les biocarburants. Il vise à faire passer la biotech de 1,8% à 4% du PIB de 2012 à 2030

Le plan français privilégie le lien entre soin et recherche, par le biais des plateformes de séquençage dans les hôpitaux. Cette spécificité par rapport aux autres plans, qui mettent davantage l'accent sur la recherche, aura une influence sur l'architecture des projets à déployer.

renouvellement complet de l'arsenal mathématique et informatique actuel. Le principal défi est celui de la formation des spécialistes de santé, pour qu'ils puissent travailler efficacement avec ceux de l'intelligence artificielle et du big data. Heureusement, le rapport Villani rend bien compte de ce défi. Le Génopole développe une coopération forte avec le pôle Teratec.

Le plan France-médecine génomique 2025 permettra, je l'espère,

de regrouper les forces, les ressources et les compétences dans ces domaines, qui sont importantes en France, pour la propulser comme l'un des leader mondiaux. Toutefois, comment ne pas regretter l'absence d'acteurs européens tels que les américains Illumina, Agilent, Amazon Santé ou google Santé, ou le chinois BGI, qui emploie 7000 personnes ?

Propos recueillis par Frédéric Tatout. ICA @

UNIQUE SYSTÉMIER INTÉGRATEUR DE DÉFENSE TERRESTRE EN FRANCE, EST UNE RÉFÉRENCE MAJEURE DANS LES SYSTÈMES BLINDÉS DE COMBAT ET D'ARTILLERIE ET DANS LE DOMAINE MUNITIONNAIRE. NEXTER CONÇOIT DES SOLUTIONS INNOVANTES DANS LES COMPOSANTES TERRE, AIR ET MER, AFIN D'APPORTER AUX FORCES ARMÉES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES UN **AVANTAGE OPÉRATIONNEL DÉCISIF.**















ECONOMIE NOUVELLE... ET GRATUITE

QUELS SONT LES RESSORTS QUI PERMETTENT D'OFFRIR LES SER-VICES DONT NOUS PROFITONS TOUS ?

Fabrice Wilthien, Ingénieur Ensae 1998

Le digital n'a jamais été aussi présent et pesant que depuis 2-3 ans. Si le « deal » semblait clair ces dernières années sur ce qui profitait à qui, on a parfois l'impression aujourd'hui que l'étau se resserre autour de nous à chaque fois que nous souscrivons à un nouveau service ou une application bien utile ou simplement en surfant. Les publicités ciblées le font bien sentir, mais n'y aurait-il pas d'autres risques à venir ?

Netanswer

conseil en services internet qui héberge de nombreux sites d'associations ou d'anciens élèves, entre autres le site internet de la CAIA.



Quand cadre dans la banque, après être sorti de l'école, j'ai voulu me lancer dans le digital, j'ai d'abord été embauché dans une start up qui faisait du profiling (un ancêtre de Criteo, mais créé trop tôt, le marché n'étant pas prêt), puis j'ai créé NetAnswer pour développer l'annuaire en ligne que j'avais développé pour mon association des anciens à l'Ensae. J'avais l'idée que maîtriser la donnée allait permettre de développer son activité. Je ne pensais pas si bien dire...

Internet était alors un vaste monde qui offrait pleins d'opportunités, de facilités et qui fascinait et enthousiasmait. L'idée des entrepreneurs à l'époque, des premiers start-uppers était de permettre aux gens d'échanger, de leur faciliter la vie avec de nouveaux outils, de nouvelles solutions légères, simples et efficaces.

La bulle internet des années 2000 a ensuite permis aux gens de réaliser que ce réseau mondial n'était pas un éden merveilleux où toutes les idées étaient bonnes, mais que certaines devaient être jetées aux poubelles de l'histoire car sans lendemain.

Je pense qu'on va vivre prochainement une nouvelle bulle internet.

Internet gratuit ? Mythe ou réalité ?

Je ne pense pas que les internautes aient aujourd'hui réellement pris conscience de l'importance des données qu'ils laissent sur internet.

On est habitués depuis des années à avoir un internet gratuit...
On a des mails gratuitement, on a un calendrier, on peut déposer des photos ou vidéos en ligne, partager ces contenus avec des amis, donner son avis, tout çà sans dépenser un sou!...

C'est comme si demain, vous alliez chez votre boulanger et que au lieu de payer 1,10€, il vous disait : c'est gratuit! Vous allez au café à côté, le café est gratuit!

Vous trouveriez ça louche non? Rappelez vous avant l'été le scandale et les batailles qu'il y avait eu dans un centre commercial où le Nutella était bradé... Vous imaginez l'émeute si le même distributeur annonçait demain que le Nutella était gratuit?

Pourquoi ce qui est possible sur internet ne l'est pas dans le monde réel ? Tout simplement parce que la gratuité n'existe pas... C'est un argument marketing (excellent par ailleurs), mais qui est tout simplement faux. Rien n'est gratuit, c'est simplement que vous le payez autrement qu'en argent... C'est un troc. Dites-vous toujours que si un produit est gratuit « c'est que c'est vous le produit »....

Monétisation d'Internet

Quand Larry Page et Sergeï Brin ont créé Google, ils n'avaient pas idée du monstre qu'ils allaient créer. Ils ont inventé, sur les bancs du MIT, un algorithme puissant permettant de simplifier les recherches. Leur algorithme était tellement puissant qu'ils ont rapidement ridiculisé les moteurs qui existaient alors, Yahoo et Altavista...

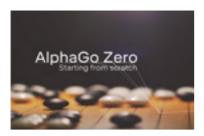
Et pour se rémunérer Google plaçait des publicités. Le deal était clair, et l'internaute prévenu, car il voyait clairement les publicités.

Là où ça devenait moins clair, c'est quand Google a inséré dans ses résultats des résultats sponsorisés, permettant à un site qui voulait avoir plus de visibilité de remonter dans les résultats par magie... Et là où ca s'est vraiment assombri, c'est quand Google, utilisant l'historique des critères de recherches utilisés et les résultats affichés et cliqués par les internautes, a pu prévoir pour un mot clé acheté combien il serait cliqué par les internautes sur une durée donnée, ce qui permettait alors de faire payer plus cher les mots clés sponsorisés...

Savez-vous par exemple que Google indexe le contenu des mails pour suggérer des publicités ciblées ?

Intelligence artificielle

Connaissez-vous le jeu de Go? C'est un jeu très simple, mais en même temps d'une puissance folle. Même quand les meilleurs jeux d'échecs sur ordinateur battaient régulièrement les Kasparov ou Karpov d'alors, car ils pouvaient prévoir le meilleur mouvement avec 50 ou 60 coups d'avance, au Go, le nombre de coups dépassait la



Un auto-apprentissage qui a créé un champion du monde : AlphaGo Zero

puissance de calcul de tout ordinateur... Cependant, en 2010, trois ingénieurs ont créé Deepmind. avec une technique appelée « l'apprentissage par renforcement », qui permet de s'enrichir lui-même d'actions et de l'observation de la conséquence de ces actions. Alphago, son jeu de Go, est vide par défaut et donc du niveau d'un joueur de Go qui n'a jamais joué... On lui donne les règles, puis il génère des parties et les observe. Et en tire des leçons sur les meilleurs coups. Il est en fait son propre professeur. Au bout de 3h d'apprentissage, il a appris les bases du Go et joue comme un débutant. Au bout de 19h il est d'un niveau de joueur national. Au bout de 3 jours d'apprentissage, AlphaGo Zero (la version d'AlphaGo de 2018) a sèchement battu 100 parties à 0, la version précédente d'AlphaGo qui avait elle même battu en 2016 Lee Sedol, le meilleur joueur au monde... Et après 21 jours d'entrainement, AlphaGo Zero a atteint le niveau d'AlphaGo Master, la version mise à jour d'AlphaGo de 2016 que les ingénieurs avaient continué à faire évoluer... et au bout de 40 jours il a affronté AlphaGo Master pour l'emporter 89 parties à 11.

« SI UN PRODUIT NUMÉRIQUE EST GRATUIT, DITES-VOUS QUE C'EST VOUS LE PRODUIT »

Puissance des données

Amazon, qui est maintenant un concurrent direct de tous les grands acteurs français de l'e-commerce s'est développé depuis 20 ans maintenant sur la vente croisée. C'était amusant en effet quand en 2000, si on achetait un DVD, on se faisait proposer d'autres DVD « achetés par ceux qui avaient acheté celui que vous aviez choisi »... Sauf que Amazon depuis 20 ans s'est développé de façon considérable. Elle a dû stocker de telles quantités de données sur tous ses acheteurs et leurs achats, qu'elle a développé une technologie hors pair de stockage de données. Une technologie qu'elle revend maintenant... Qui sait que c'est AWS (Amazon Web Service, son service de Cloud Computing) qui porte la rentabilité du groupe? En 2015 AWS fait 7% du CA du groupe Amazon pour 52% de sa rentabilité!

Et Amazon continue d'innover. Sans parler des drones qui livrent ou des Dash Button qui permettent de commander vos produits préférés d'une simple pression, Amazon teste aux US un supermarché ouvert où les acheteurs pourront aller, choisir les produits et sortir presque sans s'arrêter à la caisse. Comment est-ce possible ? Grâce à « rekognition », un puissant algorithme de reconnaissance faciale développé par... les ingénieurs d'Amazon. Accessoirement, Amazon collabore avec des services de police de l'Oregon, de l'Orlando..... pour les équiper de ce système de reconnaissance faciale. Voici un bon exemple de serendipité : faire une découverte en faisant des recherches sur un autre sujet... Qui aurait pensé que la vente de livres sur internet amènerait à aider la police à mieux nous observer?

Le point central de ces exemples, c'est toujours la donnée. Mieux vaut un mauvais algorithme avec beaucoup de données qu'un bon algorithme avec peu de données. Apple en a fait les frais en tentant de concurrencer Google Maps avec « Plans ». Essayez de chercher une rue ou un restaurant près de chez vous avec les deux solutions et vous verrez la puissance de l'expérience utilisateur de Google Maps.

Autre exemple, l'échec de Google + qui cherchait à concurrencer Facebook...

La guerre de la gratuité

La richesse des données n'est pas seulement une barrière à l'entrée pour tout nouvel acteur, elle est de surcroît une ouverture vers un univers des possibles inestimable en terme de réutilisation ou de revente, qui permet à un système en apparence gratuit de faire fructifier vos données pour gagner bien plus que ce que vous auriez payé pour avoir ce service.

Voilà bien pourquoi votre boulanger ne pourra jamais vous offrir gratuitement des croissants, et qu'il faut se méfier de ce qui est gratuit sur internet.

Réfléchissez à vos données

La mise en place du RGPD au printemps ne changera pas fondamentalement les choses. Les GAFA ont plus de données que tout acteur au monde et leur capitalisation boursière le démontre.

Il existe pour presque tous les besoins (moteur de recherche, email, stockage de données, vidéos en ligne...) des solutions françaises. Certaines gratuites, mais dont l'utilisation des données est très encadrée, et d'autres payantes. Il est aussi de notre devoir de citoyen d'utiliser ces solutions, et d'être prêt à payer pour cela.



Fabrice Wilthien, gérant fondateur de NetAnswer

D'abord directeur associé d'Optimind, société d'actuariat conseil dans le domaine de l'assurance et de la banque, puis directeur d'études chez Profile for you, la start up leader du profiling sur internet et risk manager à la Direction des Risques de Bnp Paribas. Fabrice a aussi été président des anciens élèves de l'Ensae, fondateur et gérant de Manageurs.com, plateforme d'offres d'emploi regroupant les associations d'écoles de 1er rang, ingénieurs et commerciales, françaises et étrangères, et Fondateur et trésorier de ParisTech

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EST-ELLE EN PASSE DE RÉVOLUTIONNER LA DÉTECTION DES CYBER-ATTAQUES ?

Pierre Ansel, Ingénieur en chef des Mines

Incontestablement, l'Intelligence Artificielle (IA) est devenue en quelques années l'axe d'innovation majeur des grands acteurs de l'Internet et des industriels de défense. En matière d'IA, on distingue trois grandes catégories : l'IA **symbolique** s'appuyant sur des systèmes à base de règles capables de conduire des raisonnements, l'IA **statistique** avec le Machine Learning (ML) et enfin l'IA **connexionniste** à base de réseaux de neurones. Si les algorithmes de l'IA n'ont pas fondamentalement changé en l'espace de plusieurs décennies, l'évolution significative des puissances de calcul et la prolifération des sources de données permettent désormais d'envisager de nombreuses applications du ML dans le domaine de la défense, en particulier en cyber...

En quelques décennies, le cyberespace est devenu un espace de combat à part entière où les grandes puissances sont confrontées non seulement à des cybercriminels motivés par des gains financiers mais également à des acteurs étatiques impliqués dans une guerre économique et informationnelle permanente.

Si l'IA peut être envisagée dans les domaines offensif et défensif, c'est principalement dans le domaine de la détection des attaques et de la *Threat Intelligence* qu'elle peut jouer un rôle clé.

« DÉTECTER... DES REQUÊTES HTTP SUR UN DOMAINE INHABITUEL... »

Les apports de l'IA en matière de détection des attaques

On peut envisager plusieurs champs d'application des algorithmes de l'IA.

D'abord dans le domaine des sondes de détection d'intrusion (IDS): de nouveaux types de sondes ou de modules d'analyse de journaux viennent désormais compléter les traditionnels systèmes à base de signatures et de règles de corrélation. Ils permettent d'une certaine façon de s'affranchir des difficultés liées à la gestion des signatures, principales causes d'échec des projets de supervision de la sécurité.

Lorsqu'il s'agit de détecter des changements de comportements dans des flux particulièrement prédictibles comme pour les systèmes industriels, l'IA s'avère particulièrement efficace.

Ensuite, l'IA peut être d'une aide précieuse dans les Security Operation Center (SOC) pour aider les analystes à identifier les faux positifs. On pourrait être tenté de penser qu'il suffit d'améliorer les règles de détection traditionnelles pour les rendre plus sélectives mais généralement, cette démarche conduit à augmenter le taux de faux négatifs. Si par le passé, on s'est concentré sur la recherche du meilleur compromis entre faux positifs (alertes remontées à tort) et faux négatifs (attaques avérées non détectées), on peut désormais envisager d'abaisser les seuils de détection et recourir à l'IA pour « filtrer » les faux

positifs remontés par les systèmes traditionnels.

L'IA peut également s'appliquer astucieusement dans le domaine de l'analyse de la menace (Cyber Threat Intelligence ou CTI). Cette discipline permet de constituer et d'exploiter une base de connaissances des modes opératoires d'attaque autour :

- Des outils d'attaque ;
- Des infrastructures permettant de délivrer les charges malveillantes ou de contrôler les codes malveillants déployés;
- Des catégories de victimes ciblées et leur secteur industriel ;
- De l'identité des attaquants.

De l'analyse de ces modes opératoires sont extraites des signatures destinées aux systèmes de détection traditionnels. Aujourd'hui, les activités de la CTI sont principalement réalisées sur un mode réactif. Les analystes prennent en compte les informations issues d'attaques observées pour en déduire des indicateurs de compromission pertinents. L'IA appliquée à la CTI peut permettre de passer d'un mode réactif à un mode proactif afin de détecter de manière précoce le déploiement progressif des infrastructures d'attaque. Cela passe par exemple par l'analyse automatisée de flux de données liés aux infrastructures de l'Internet (domaines DNS récemment enregistrés...).

L'IA et la détection des attaques : un mariage semé d'embûches

Dans le domaine de la détection des attaques, la problématique consiste souvent à détecter des anomalies dans des données d'entrée de différentes natures comme des journaux d'équipements réseau ou des alertes produites par des équipements de sécurité. A de rares exceptions près, les anomalies recherchées correspondent à des phénomènes peu fréquents : requêtes HTTP sur un domaine inhabituel, requêtes DNS sur des noms de domaines à forte entropie, présence d'une bibliothèque système sur un unique ordinateur d'un parc...

La détection de ce type d'anomalies peut traditionnellement se faire à l'aide de techniques de ML supervisées ou non supervisées.

On distingue deux types d'approches de détection d'anomalies par Machine Learning:

- L'approche supervisée s'appuie sur des jeux de données labellisés d'entraînement où chaque entrée, constituée d'un ensemble de variables ou « features », est associée à une classe. Les algorithmes supervisés conduisent à l'élaboration d'un classifieur utilisé pour labelliser des données :
- L'approche non-supervisée part de l'hypothèse que les anomalies recherchées sont peu fréquentes et se concentre donc sur la recherche d'éléments notablement différents des autres

En pratique, la déclinaison du ML à la détection des cyber-attaques se heurte à plusieurs difficultés.

D'abord, les algorithmes supervisés sont plus difficilement applicables car ils nécessitent un entraînement sur des données labellisées. Or si les données ne manquent pas, notamment dans les SOC, leur labellisation est déjà plus difficile à obtenir. On peut imaginer de s'appuyer sur les mécanismes de détection traditionnels à base de signatures ou de rèales de corrélation pour obtenir une labellisation mais l'algorithme supervisé apprendra souvent des phénomènes déjà connus et détectables par d'autres moyens. Pour ce qui est des attaques ciblées plus complexes, les jeux de données sont encore trop peu nombreux pour alimenter efficacement les algorithmes supervisés. Quant aux algorithmes de détection d'anomalies non supervisés, les phénomènes peu fréquents qu'ils permettent de mettre en évidence sont souvent des exceptions légitimes liées au cycle de vie d'un SI. Identifier les attaques parmi les nombreux phénomènes peu fréquents mis en exergue n'est donc pas une mince affaire. Et pour couronner le tout, le ML est souvent impuissant pour fournir à un analyste une explication rationnelle à une alerte remontée.

Enfin, la conception de modules performants de détection à base d'IA nécessite de constituer un terreau fertile rassemblant 3 éléments essentiels:

- Les data scientists, capables d'identifier les algorithmes les plus efficaces pour une problématique donnée;
- Les experts en détection d'intrusion et en *Threat Intelligence* dont la connaissance des modes opératoires d'attaque est incontournable;
- Des données opérationnelles représentatives du fonctionnement normal d'un SI et des attaques qu'il a déjà subies.

Or la collaboration entre data scientists et experts en sécurité nécessite une ouverture d'esprit toute particulière pour que les uns comprennent que des jeux de données parfaitement labellisées n'existent

pas et les autres que les algorithmes de ML ne s'appliquent pas pas tels quels sur leurs données.

Retour d'expérience de l'application de l'IA à la cyberdétection

Au rang des enseignements les plus significatifs, figure incontestablement l'importance de ce que l'on appelle communément le *Feature Engineering*. Ce dernier consiste à retravailler les variables qui caractérisent chaque donnée d'entrée pour en décliner des variables porteuses d'un signal fort. Il s'agit généralement de :

- transformer les variables (calcul d'une entropie...);
- ajouter des variables dérivées issues de bases d'informations contextuelles (localisation géographique...).

Un très bon Feature Engineering repose généralement sur une parfaite collaboration entre data scientists et experts en cybersécurité.

Par ailleurs, les expérimentations montrent que l'IA permet au mieux d'améliorer la qualité du travail des analystes mais en aucun cas de les remplacer pour pallier le déficit actuel d'experts en cybersécurité. Enfin, il ne faut pas oublier que le ML n'est qu'un sous-domaine de l'IA dans lequel les machines produisent un résultat qui n'est ni prouvable ni explicable. Ainsi, combiner ce type d'approche avec des systèmes à base d'IA symbolique est probablement une piste prometteuse à explorer.



Pierre Ansel, Ingénieur en chef des Mines Directeur conseil en cybersécurité chez Thales.

Diplômé de Télécom ParisTech en 2005 et Polytechnicien (X2000), Pierre Ansel a réalisé une partie de sa carrière au sein de l'ANSSI dans le domaine de la cyberdéfense et plus particulièrement de la détection des attaques avancées et de la *Threat Intelligence*. Il a rejoint le groupe Thales en 2016 en tant que directeur conseil en cybersécurité et directeur technique des produits de détection.

LES MÉTHODES AGILES, LE DEV-OPS

COMMENT FONCTIONNENT CES MÉTHODES, CE QUE L'ON PEUT FAIRE (ET LES LIMITES)

Thierry Fontaine, ICA

La transformation numérique, est partout dans le monde le sujet à l'ordre du jour : pas une administration sans son chantier de modernisation numérique, pas une entreprise sans sa stratégie digitale. Et c'est bien légitime tant les technologies du digital (applications mobiles, big data, machine learning, blockchain, internet des objets,...) changent profondément les offres de service et les modèles économiques. Face à la vague de projets issue de cette puissante dynamique, les méthodes de développement ont également fait leur révolution : l'Agile et le Devops semblent avoir relégué les méthodologies traditionnelles (cycle en V, itératif ou non, « waterfall ») dans les oubliettes du génie logiciel. Pas un DSI n'oserait aujourd'hui lancer un projet digital autrement qu'en mode Agile. Est-ce vraiment justifié ? La réponse est oui, nous essayons d'expliquer pourquoi dans la suite.

Les méthodes Agile sont nées dans les années 1990, elles sont devenues populaires après la bulle internet, en réaction à la tendance alors dominante : la réduction des coûts par le recours massif à l'offshore, encore mal maîtrisé à cette époque, avec pour conséquence des projets en l'occurrence peu agiles.

Il existe de multiples définitions du paradigme Agile. Leur point commun est la priorité donnée au développement d'un logiciel qui fonctionne plutôt qu'à l'exhaustivité de la documentation et à l'adaptation au changement plutôt qu'au suivi d'un plan. Scrum (« mêlée » en français¹), la méthodologie Agile la plus répandue, recommande :

- Des « sprints » de 2 à 4 semaines, le résultat de chaque sprint pouvant être mis en production pour prendre en compte les retours d'expérience dans un sprint suivant.
- Un « product owner », capable d'apporter son expertise fonctionnelle et constituer un

- « backlog » de « user stories », liste dans laquelle on sélectionnera les fonctionnalités du prochain sprint en fonction des priorités métier et de la capacité de production de l'équipe.
- L'engagement des développeurs : ce sont eux qui s'engagent sur leurs estimations et la faisabilité d'un sprint, et pas un chef de projet, qui n'existe d'ailleurs pas : ni le product owner, ni le « scrum master », l'orchestrateur du processus Agile, ne sont des chefs de projet.
- Le TDD (Test Driven Dévelopment): les tests sont automatiques et développés avant les fonctionnalités proprement dites.

L'objectif est de supprimer toutes les tâches non indispensables à la réalisation d'une application utilisable. En cela, l'Agile se rapproche du Lean de l'industrie automobile des années 1980. L'Agile emprunte d'ailleurs à Lean beaucoup de ses

rituels: les « cérémonies » Agile (les réunions cadençant l'avancement des développements) se déroulent selon un rythme soutenu, debout autour d'un Kanban.

Les outils de développement se sont adaptés à ces nouveaux processus, citons par exemple les outils d'intégration continue qui permettent de tester et générer un logiciel exécutable en continu, typiquement tous les jours.

Les avantages de l'Agile sont évidents : une mise en production (un « time to market ») plus rapide et un coût réduit grâce à la limitation des développements au strict nécessaire.

Ses inconvénients sont tout aussi réels :

- Les compétences: les membres de l'équipe Agile doivent maîtriser de nombreuses technologies et outils, et comprendre le besoin métier en profondeur. Ce sont des ressources rares (et chères). Le modèle Agile est par suite difficile à répliquer, à « scaler », dans l'organisation.
- Un projet Agile n'est pas compatible avec un cadre forfaitaire (un sprint entier peut être dédié à la refonte d'un sprint

« PLUSIEURS MISES EN PRODUCTION QUOTIDIENNES, CHOSE JUSQU'AI ORS IMPENSABI F »

^{1 :} L'article utilise beaucoup de mots anglais, nous avons jugé préférable de ne pas les traduire car ils sont employés couramment, dans la vie de tous les jours, par les praticiens de l'Agille et du Devops.

précédent suite aux retours du terrain, les contrats au forfait ne permettent guère de financer ces activités de refonte à fonctionnalités constantes). Les directions des achats ont du mal à accepter l'Agile du fait de cette impossibilité à forfaitiser.

 Certaines technologies et activités (les ERP, la maintenance avec un flot quotidien de « tickets » à traiter dans les 48h) sont difficiles, quoique non impossibles, à traiter en Agile.

Au-delà de ces difficultés, l'Agile doit également faire face à deux défis majeurs :

- L'Agile à l'échelle (« scaled agile »): l'Agile est adapté aux petites équipes (moins de 10 personnes), la situation se complique dans un programme où plusieurs équipes agiles doivent collaborer. Il faut alors passer à des méthodologies plus sophistiquées (« scaled agile framework » tels que SAFe) qui constituent un véritable challenge pour les équipes. En pratique, les équipes capables de maîtriser le scaled agile sont très peu nombreuses, même à l'échelle mondiale.
- L'Agile en mode distribué; par construction, l'Agile requiert l'unité de lieu pour raccourcir la durée des échanges au sein de l'équipe. C'est a priori en contradiction avec les modèles de développement distribué qui sont la norme aujourd'hui (avec des équipes offshore notamment). Bien que moins complexe que le problème du scaled agile, l'Agile distribué requiert du soin et des outils adaptés.

Le Devops est souvent vu comme la suite logique de l'Agile. Il consiste à fusionner au sein d'une même équipe les développeurs (dev), qui construisent l'application, et les administrateurs système qui la mettent en production et l'opèrent (ops). C'est un changement majeur : jusqu'à présent, les DSI étaient organisées en départements Etudes et Production, dans des mondes bien séparés, avec des profils bien différents (les geeks en basket dans le dev, les

ingénieurs système dans les salles climatisées des datacentres pour l'ops).

Dans le Devops, la mise en production devient une étape, la dernière, du développement. Très concrètement, il s'agit de développer (de coder) les scripts qui automatisent la mise en production, le déploiement, et l'administration des applications. On évite donc le passage de témoin entre études et production (qui occasionnait souvent des itérations improductives entre les deux camps) avec des avantages évidents sur le time to market et la capacité à faire évoluer l'application. C'est encore plus vrai si le Devops s'insère dans un cycle Agile; certains projets effectuent ainsi plusieurs mises en production quotidiennes, chose jusqu'alors impensable.

Le Devops permet également des économies significatives dans les équipes de production et d'administration système. Leur ampleur est encore sous-estimée, les promoteurs du Devops mettant l'accent aujourd'hui d'abord sur le time to market.

Les limites de ce Devops si prometteur sont d'ordre technique : l'automatisation de la production requiert des configurations simples, sans opérations manuelles, inévitables dans les datacentres classiques du fait de l'hétérogénéité des environnements. En pratique, le devops ne peut être déployé simplement que dans le cloud. Les obstacles au devops sont donc les obstacles au cloud :

- La souveraineté des données: beaucoup d'entreprises et d'administrations n'acceptent pas de ne pas savoir où leurs données sont stockées, ni que l'opérateur du cloud puisse y avoir accès,
- Les ressources capables de d'automatiser les mises en production et concevoir des architectures adaptées au cloud ne sont pas légion. Le modèle est, ici encore, peu scalable.
- Certaines technologies s'accommodent mal du cloud (les « vieux » systèmes d'exploitation par exemple).

Pour toutes ces raisons et malgré l'effet de mode, le Devops (au contraire de l'Agile déjà largement répandu) reste encore confidentiel.

Time to market réduit, coût de possession optimisé, flexibilité acquise par construction...L'Agile et le Devops sont très supérieurs aux méthodes traditionnelles; et ce sont de véritables révolutions pour les DSI, voire pour l'entreprise entière.

Les obstacles à leur généralisation tels que la rareté des ressources et les modes contractuels disparaissant graduellement, on peut faire le pari qu'ils deviendront rapidement la norme pour tous les nouveaux développements, tant leurs avantages sont évidents.

Il sera alors temps d'aborder l'étape suivante: la transition du mode proiet au développement de produits. Les logiciels applicatifs (l'application mobile, big data, la fonctionnalité d'un site web) seront considérés comme des produits, avec des architectures capables d'évoluer rapidement. Les « roadmaps » seront définies par les équipes produit en fonction des objectifs métier et marketing qui leurs sont assignés et non plus par des directions métier soumettant leur besoin à une DSI. Ces modes de fonctionnement ont prouvé leur efficacité chez les « pure players » du web (Spotify est la référence dans ce domaine), nul doute qu'ils seront adoptés prochainement par les en-



Thierry Fontaine,
ICA
Capgemini Directeur du
Delivery

Thierry Fontaine (X79-ENSTA) a commencé sa carrière au STEI dans les programmes SIC Interamées. Il a rejoint la société Capgemini en 1991 où il a alterné des fonctions de directeur de programme pour des grands clients français (SNCF) et des rôles de managers opérationnels dans différentes unités du Groupe Capgemini. Après une récente affectation à Hong-Kong comme responsable du Delivery (= de la bonne exécution des projets) dans la zone Asie-Pacifique, il est maintenant en charge du Delivery de la zone Amérique du Nord, Amérique Latine et Asie-Pacifique.

FAUT-IL AVOIR PEUR D'UNE IA?

INNOVATION DE RUPTURE OU ILLUSTRATION D'UNE PALINGÉNÈSE UNIVERSELLE DU MYTHE ESCHATOLOGIQUE ?

Dominique Luzeaux, IGA

Au-delà des effets de mode, quoi de neuf dans l'intelligence artificielle ? Apporte-t-elle de nouveaux moyens de prendre des décisions et lève-t-elle le « brouillard de la guerre » ? Est-elle une innovation continue ou est-elle disruptive ?

L'IA, et l'engouement qu'elle suscite dans les ouvrages de science-fiction auprès du public, relèvent du mythe millénaire de créer ab initio des êtres intelligents plus ou moins à notre image, et dont l'avènement conduirait soit à notre épanouissement, soit à notre destruction ultime. Sans vouloir minimiser les opportunités et les défis du vaste domaine que représente l'IA, nous voudrions ici établir un regard moins sensationnaliste, en retracant rapidement l'histoire de l'IA et inscrivant les résultats médiatiques récents dans leur dimension diachronique.

« Au regard du volume croissant d'articles, ouvrages, et vidéos nouveaux, mettant en exerque la révolution impulsée par l'IA, nous pourrions croire qu'il s'agit d'un domaine de recherche tout à fait récent. Il n'est est rien : le concept date des années 50 et une bonne partie des algorithmes que nous semblons (re)découvrir à l'œuvre aujourd'hui ont en réalité été produits dans les années 80. Ce qui constitue vraiment la révolution que nous connaissons depuis peu est le couplage désormais permis de ces algorithmes avec des données et une capacité de calcul qui n'étaient pas accessibles alors, ouvrant des perspectives dont on ne perçoit pas encore les limites. » (début de « La stratégie France I.A. », présentée le 21 mars 2017 en présence du Président de la République, avec déjà à l'époque en guest star Cédric Villani, sous l'égide du ministre de l'Economie et des Finances, du secrétaire d'Etat chargé de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, et du secrétaire d'Etat chargé de

l'Industrie, du Numérique et de l'Innovation.

« LES DÉSILLUSIONS SUIVENT LES ÂGES D'OR DE MANIÈRE CYCLIQUE »

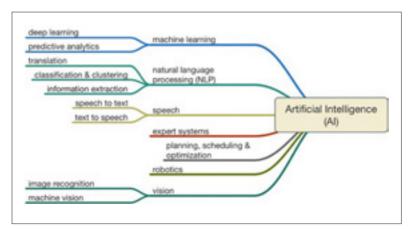
Survol historique

En effet, les décennies se succèdent et ne se ressemblent pas : les désillusions suivent les âges d'or de manière cyclique. Les années 50 et 60 voient les premiers engouements avec l'âge d'or du raisonnement symbolique, médiatisé par les démonstrateurs de théorèmes de géométrie (c'est la naissance des premiers logiciels de calcul formel!) et Eliza, programme informatique simulant l'entretien avec un thérapeute, véritable ancêtre d'un chatbot médical.

Les années 70 sont une première désillusion, avec mise en évidence des limitations des modèles utilisés précédemment (pour le spécialiste : limite théorique des perceptrons qui sont les premiers modèles de réseaux de neurones artificiels, limite des hypothèses de monde clos pour les algorithmes symboliques et explosion combinatoire face à des données bruitées).

Les années 80 voient un renouveau de l'IA, avec le projet japonais « Ordinateurs de 5° génération », l'explosion des systèmes experts et des langages logiques (Lisp, Prolog...) et évidemment les méthodes de rétropropagation du gradient qui améliorent un algorithme déjà connu et remettent sur le devant de la scène les réseaux de neurones artificiels.

Suit une nouvelle désillusion dans les années 90 et 2000, avec plus ou moins les mêmes critiques que vingt ans auparavant, même si vers la fin des années 2000 la croissance importante de la puissance de calcul et le développement des architectures distribuées à faible coût laissent entrevoir des possibilités calculatoires jusque-là inenvisageables.



Les grandes branches applicatives de l'intelligence artificielle

La décennie 2010 est le nouvel âge d'or, du fait des succès pratiques, notamment en vision par ordinateur et traitement automatique du langage, d'une classe d'algorithmes, dits de « deep learning ». Là encore, c'est une adaptation d'algorithmes des années 70-80 rendue possible par la puissance de calcul et conduisant à des résultats inespérés du fait de la capacité de pouvoir traiter un nombre très élevé de données d'apprentissage. Pour le spécialiste, il ne s'agit ni plus ni moins que de réseaux de neurones artificiels multicouches convolutifs acycliques avec rétropropagation et descente de gradient, et apprentissage par renforcement (ceux qui ont dû subir certaines de mes interventions à l'ENSTA le siècle dernier ne se souviennent peut-être pas de planches que ie présentais sur ces sujets...).

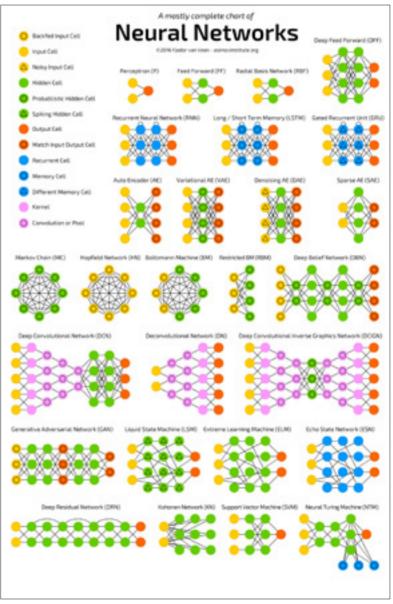
Faut-il craindre l'IA?

Soulignons d'abord la polysémie du terme. Pour le Larousse, l'IA est l'ensemble de théories et de techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence. Cependant certains aiment à parler d'une IA (et pas de l'IA) qui serait une machine raisonnant comme ou mieux qu'un humain, bref ce que les Anglo-saxons dénomment GPAI, pour General Purpose Artificial Intelligence. En gros on imaginerait alors un algorithme qui serait à lui seul capable de tout faire, en particulier de se paramétrer lui-même en fonction des problèmes ou situations à affronter.

Fantasme séduisant, mais a priori éloigné comme le pensent de nombreux scientifiques (mais de nombreux autres pensent le contraire... donc ce n'est pas vraiment une preuve!), ainsi que Gartner Inc. dans son rapport de 2017: « this is not to say it will never be possible to build a machine that approximates the cognitive capabilities of humans, but we are likely decades away from having completed the necessary research and engineering ». Évidemment certains objecteront les

succès d'AlphaGo qui a battu au go un joueur humain en 2015 puis a acquis un niveau surhumain en 2017, ainsi qu'aux échecs; et qui a gagné au poker en 2017; et qui a acquis des niveaux surhumains ou de première classe à un certain nombre de jeux Atari populaires dans les années 80.

Ceci dit, quand on y regarde de plus près, il y a quand même une certaine préparation (faite par un humain) de l'algorithme pour chaque nouvelle classe de jeux. Par ailleurs souvenons-nous qu'un autre algorithme (Watson d'IBM) a remporté le match humain-machine à Jeopardy (Questions pour un champion en France) en 2011. que d'autres en ont fait de même aux échecs en 1996, aux dames en 1994, à Othello dans les années 1980... Faut-il donc vraiment avoir peur parce que des ordinateurs jouent mieux qu'un humain à des jeux ? C'est tout au plus démoralisant pour les enfants... Et si I'on veut se rassurer, une machine peut aussi se tromper : il n'y a qu'à voir les accidents par exemple sur des Tesla pilotées automatiquement. Errare mechanicum est!



La diversité des réseaux de neurones

Réseaux de neurones artificiels pour le « Deep Learning »

Ils sont inspirés du cortex visuel du chat (travaux des années 60), qui est un arrangement complexe de cellules sensibles à de petites sous-régions du champ visuel, régions qui se tuilent pour couvrir tout le champ visuel. Ces cellules agissent comme des filtres locaux (apparentés à des détecteurs de contours) et leur agencement est bien adapté à l'exploitation de corrélations locales spatiales, avec en particulier une invariance locale par rapport à la position exacte du motif détecté dans le champ visuel.

Le modèle mathématique est une convolution discrète de l'image par un masque local (le noyau de convolution) : chaque point est successivement remplacé par la combinaison linéaire des points de son voisinage pondérés par les coefficients du masque. Il suffit de jouer sur la taille et les coefficients du masque, et sur l'échantillonnage de l'image, pour extraire divers invariants spatiaux et analyser leurs corrélations.

Une réponse plus théorique est que même les algorithmes les plus efficaces, comme l'apprentissage profond, souffrent de limitations propres aux réseaux de neurones, qui limitent la classe des problèmes susceptibles d'être résolus : il s'agit du surapprentissage (« overfitting »: le réseau correspond à une fonction d'approximation entre entrées et sorties du réseau qui colle trop aux données d'entrée et donc au bruit, et qui n'arrive plus à généraliser, ne reproduisant que bêtement les données fournies), de la disparition du gradient (« vanishing gradient »: en passant d'une couche à l'autre du réseau, le gradient propageant les erreurs tend vers zéro et l'algorithme de rétropropagation ne donne plus de résultats pertinents comme il devient de plus en plus sensibles aux erreurs de calcul), de la dimensionnalité (plus il y a de données multidimensionnelles, plus des corrélations vont être trouvées, mais elles ne sont pas exploitables ensuite: en fait une des capacités du raisonnement humain est d'abstraire les données pour ne voir que certains traits qui paraissent pertinents et semblent expliquer ces données).

La crainte majeure est en fait celle de l'inconnu : la plupart des gens ne comprend ni comment les algorithmes fonctionnent, ni comment ils évoluent en fonction des données traitées. D'où d'ailleurs un des axes du rapport de Cedric Villani rendu le 28 mars 2018 : favoriser un meilleur accès aux données. Mais ceci me semble une réponse illusoire à un

faux problème : pour qui un avion est-il complètement intelligible (à part nos camarades de l'aéronautique... éventuellement) ? ou une organisation complexe, comme le système éducatif ou celui de santé ? Êtes-vous capable de parfaitement comprendre les mécanismes d'apprentissage de l'ensemble des personnels œuvrant dans de telles organisations ? Et pourtant nous leur confions nos vies et les vies de ceux qui nous sont chers !

L'éthique et l'IA

Aujourd'hui l'IA apporte clairement un plus pour la défense et la sécurité, entre autres pour la représentation de la connaissance (modélisation de l'information, fouille de données), l'analyse de données (reconnaissance d'objets, indexation de flux vidéo), les interfaces homme-machines (chatbots, automatisation de fonctions de pilotage). Les applications à l'assistance au combattant et à l'aide à la décision sont donc d'actualité. De là à remplacer le combattant. le pas n'est pas encore franchi. À ce propos rappelons la doctrine, soulignée de nouveau par la Ministre des Armées au printemps 2018, qui affirme que la France ne s'engage pas dans les systèmes d'armes autonomes létaux (LAWS. « lethal autonomous weapons systems »), garde à tout moment un homme dans la boucle et est en pleine conformité avec les lois humanitaires internationales.

Ceci dit, on peut se poser la question de savoir si des IA (elles, pas

ils!) n'auraient pas éventuellement un comportement plus humain que les humains, dans la mesure où elles ne connaissent ni colère, ni frustration, ni instinct de préservation, ni sens du sacrifice, ce qui in fine pourrait réduire les infractions éthiques conduisant à une réduction des exactions et des victimes parmi les non-combattants ; voire les IA pourraient servir d'observateurs obiectifs et rapporter les infractions à des comportements éthiques. Cela repose cependant sur la capacité de modéliser et contrôler des comportements éthiques. C'est d'ailleurs un axe actuel de recherche, avec des approches à base de règles en logiques déontiques, des approches dites utilitaires...

Le problème d'une IA éthique, et/ ou d'une éthique de l'IA, est d'ailleurs l'un des quatre axes soulevés par le rapport Villani, et non le moindre ! ©

Jacques Pitrat est l'un des pionniers français de l'intelligence artificielle. Polytechnicien et ingénieur de l'armement, il a travaillé au laboratoire central de l'armement de 1959 à 1967. Après avoir soutenu sa thèse sur un démonstrateur de théorèmes, il a rejoint le CNRS en 1967. Il est toujours directeur de recherche émérite et a publié un article sur l'IA « forte » dans le centième bulletin de l'AFIA (Association Française pour l'Intelligence Artificielle) en juillet 2018!



Dominique Luzeaux, IGA Ingénieur général de l'armement Directeur adjoint Plans, EMA/DIRISI

Après une thèse dans le domaine de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique soutenue en 1991, puis un stage postdoctoral autour de cette problématique à l'Université de Californie à Berkeley, l'IGA D. Luzeaux a fait ensuite sa carrière au sein du Ministère des Armées. Auteur d'une dizaine d'ouvrages en français et en anglais sur l'ingénierie système, il est aussi rattaché à la chaire d'ingénierie des systèmes complexes de l'Ecole Polytechnique.



L'OPEN SOURCE AU CŒUR DE LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE

Alain Droniou, IPA

En quelques années, la philosophie de l'open source a gagné de très nombreux secteurs du numérique. Cela est particulièrement vrai pour les domaines du big data ou de l'intelligence artificielle : difficile de lire un article sur le sujet sans entendre parler, entre autres, de Hadoop ou Tensorflow. Comment naissent et grandissent de tels projets ? Quels sont les forces, les enjeux et les limites de l'open source ?

Popularisé auprès du grand public par les systèmes d'exploitation Linux, l'open source est souvent confondu avec la notion de gratuité. Mais n'y voir que cet aspect serait trop réducteur. Plus que la gratuité, ce sont les droits de lire, utiliser, modifier et redistribuer librement le code source d'un logiciel qui sont au cœur de la démarche et qui motivent la formation de larges communautés d'utilisateurs et de contributeurs. Au-delà du logiciel, cette philosophie de partage se développe aussi pour la production scientifigue, voire la mise à disposition de données.

Cette vague d'ouverture n'est pas étrangère aux développements fulgurants qu'a connus l'intelligence artificielle ces dernières années (voir encadré). Créant une forte émulation dans une communauté d'acteurs élargie, elle diminue les barrières à l'entrée tout en créant de nombreuses vocations. Dans un monde où une rente de situation historique peut être remise en cause par le développement d'outils concurrents open source, on peut penser à Matlab fortement chahuté par l'écosystème qui s'est constitué autour du langage python, l'innovation rapide devient la clé de la survie.

Un pour tous, tous pour un

Outre le développement de logiciels grand public, une des grandes forces de l'open source est le développement de bibliothèques qui outillent des fonctionnalités transverses. Une maxime le résume ainsi : « travailler tous ensemble pour créer des outils au profit de chacun ». Parmi ces outils, on peut penser à Numpy pour le calcul scientifique ou Scikit-learn pour l'apprentissage automatique, qui sont portés par une large communauté de contributeurs, mais aussi à Tensorflow, PyTorch ou encore CNTK pour le développement de réseaux de neurones, portés respectivement par les équipes de Google, Facebook et Microsoft avec la participation de nombreux autres contributeurs. Dans tous les cas ces développements open source favorisent l'apparition de standards interopérables et augmentent ainsi la réutilisabilité de tout investissement de développement. L'utilisation de logiciels open source permet également d'éviter de s'enfermer dans des logiques propriétaires qui rendent vulnérable à tout changement de politique commerciale, par exemple l'introduction de nouveaux modes de facturation qui peuvent faire exploser l'addition et rendre un système déployé difficilement soutenable financièrement.

Les bénéfices de l'open source

On l'a vu, de très grandes entreprises investissent massivement dans le développement d'outils open source. Quels sont donc les bénéfices que ces sociétés en retirent?

Le premier, c'est d'élargir très rapidement la communauté des utilisateurs : plus d'utilisateurs, c'est plus de retours d'expérience et

donc d'améliorations du produit, qui peuvent même être faites gratuitement par la communauté. En plus des économies associées. la société gagne surtout en réactivité pour s'adapter efficacement aux besoins du marché et, ce faisant, la solution proposée a plus de chances de devenir un standard de facto. Dans un monde où l'accès à des développeurs chevronnés peut se révéler être un challenge, pouvoir s'appuyer sur une communauté importante travaillant bénévolement est un avantage compétitif extraordinaire. En s'imposant comme un standard avec une très large base d'utilisateurs, la société peut alors monnayer ses services pour la mise en œuvre du logiciel dans des contextes industriels ou pour l'accès à des fonctionnalités connexes. Il lui est aussi beaucoup plus facile de recruter des gens parfaitement compétents sur ses produits, sans passer par une étape de formation longue et coû-

L'open source induit donc un profond changement du business, qui passe progressivement d'un paradigme orienté produit, rentabilisé par la vente de licences, à un paradigme orienté service, rentabilisé par la vente de prestations spécifiques à chaque client. Dit autrement, il ne s'agit plus aujourd'hui de développer une solution propriétaire à laquelle l'utilisateur doit s'adapter, mais plutôt de savoir assembler la connaissance disponible à l'instant t de la manière la plus pertinente pour un client donné.

De l'Open Source à l'Open Science

Alors que l'intelligence artificielle est longtemps restée confinée à un milieu d'experts, où la connaissance se très en vogue du deep learning. La reproduction des résultats est d'autant plus facile qu'il est devenu d'usage de distribuer le code associé à l'article de recherche sur des plateformes de partage de code source, la plus connue étant Github.

intellectuel que par la récompense pécuniaire.

Quelques limitations

L'open source n'est toutefois pas exempt de limites. Une limitation des projets portés majoritairement par la communauté, par opposition à ceux portés par une entreprise, est le fractionnement du travail bénévole parfois incompatible avec de lourdes refontes rendues nécessaires avec le temps. En effet. la coordination entre développeurs bénévoles répartis aux quatre coins du monde est complexe : 40 personnes travaillant 1h par semaine ne sont pas équivalentes à 1 personne travaillant 40h... Certains projets open source portent ainsi une « dette technique » historique qui peut complexifier la mise en œuvre de certaines fonctionnalités. Mais des solutions existent : l'université de Berkeley a notamment financé au cours des trois dernières années un poste d'ingénieur à plein temps chargé d'« améliorer l'écosystème Python pour les scientifiques », qui a permis de redynamiser les développements autour de bibliothèques très populaires comme Numpy ou Pip.

« BUSINESS MODEL ... SAVOIR ASSEMBLER I A CONNAISSANCE DISPONIBI F À L'INSTANT T »

D'autre part, il peut être compliqué de manager l'innovation



Quelques projets open source qui illustrent l'envergure et la variété des développements

ouverte et de maintenir la cohérence d'ensemble du produit avec une feuille de route claire. Cela suppose d'avoir une équipe « dirigeante » apte à accepter ou refuser les propositions soumises par toute la communauté. Cela permet de garantir à la fois la cohérence, mais également la qualité du code du produit final. En effet, si l'open source est parfois associé par certains à l'idée d'une mauvaise qualité de code, la société Coverity, spécialisée dans l'analyse de code, a publié en 2013 une étude montrant que sur plus de 900 millions de lignes de code C/C++ analysées, le taux de défauts était en moyenne inférieur dans le code open source que dans le code propriétaire. Réussir à gérer ces projets collaboratifs de manière décentralisée tout en assurant un consensus global est la motivation principale de certaines associations, à l'instar de la fondation Apache qui a porté depuis 1999 plusieurs dizaines de projets

avant eu un impact considérable l'exemple d'Hadoop devrait à lui seul convaincre le lecteur.

L'open source joue donc un rôle prépondérant dans la révolution numérique en cours. C'est une opportunité qu'il faut savoir saisir, aussi bien pour les entreprises que pour leurs clients, même si cela suppose parfois des changements



Alain Droniou, IPA Architecte Traitement de l'Information Multimodale à la DGA

mé du master Intelligence Artificielle et Aide à la Décision de Paris 6 et titulaire d'une thèse en intelligence artificielle passée à l'Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique. En poste à DGA MI depuis 2015, il contribue au projet ARTEMIS et au développement de l'activité intelligence artificielle à la DGA

LE CALCUL HAUTE PERFORMANCE (HPC), UN TOURNANT STRATÉGIQUE ET TECHNOLOGIQUE

DÉPASSER LES LIMITES PHYSIQUES ?

Jean-François Lavignon, IGA

Ce domaine en pointe des technologies de l'information élargit son utilité aux usages du big data. Il doit également s'ouvrir à de nouvelles pistes pour continuer à proposer plus de performances lorsque la nanoélectronique CMOS cessera de progresser.

permet à la fois de stocker et d'ac-

céder à ces données qui se multi-

Le calcul haute performance (HPC High Performance Computing) est un outil stratégique pour une nombre croissant d'applications aussi bien scientifiques qu'industrielles. Il s'ouvre également pour intégrer le traitement des données massives et contribuer au développement de l'intelligence artificielle.

plient à une vitesse pour l'instant exponentielle. L'exploitation de ces données et la valeur qui pourra en être extraite passe par l'utilisation du calcul intensif. Nous assistons à une convergence du « big data » et du HPC qui sert à traiter les données.

Des applications traditionnelles...

Pratiquement tous les domaines scientifiques s'appuient aujourd'hui sur le calcul intensif pour progresser. La simulation est un outil de compréhension indispensable et la croissance des puissances de calcul alliée à l'affinement des modèles fait progresser le savoir dans tous les domaines de la recherche. Elle constitue aussi un enjeu vital de la compétitivité de nos entreprises industrielles et de services, que ce soit par le maquettage virtuel, qui permet de concevoir de manière correcte et valide pratiquement sans prototypes des systèmes complexes (avions, automobiles...), ou pour découvrir des gisements de gaz ou synthétiser des molécules pharmaceutiques.

Cette convergence permettra en médecine l'adaptation du traitement à chaque patient grâce à l'exploitation d'importantes masses de données génomiques, d'imagerie médicale, de données physiologiques et de retours d'expériences. Des usages dans des réseaux de transport ou des smart grids pour l'électricité, sont également envisagés avec des retombées importantes. Par exemple on peut imaginer, à partir d'informations sur l'état du réseau d'une mégapole, d'événements passés et de modèles météorologiques et de pollution, optimiser les flux en pilotant les systèmes de contrôle de la circulation et en informant mieux les automobilistes.

...vers de nouveaux usages.

Au-delà de ces applications, un changement marquant est le couplage du HPC avec les données massives ou « Big data » générées par de nouveaux capteurs et objets connectés, qui nous renseignent sur les phénomènes physiques ou sur nos comportements. Le développement du « Cloud computing »

Pour faciliter l'émergence de ces nouveaux usages, les centres de calcul doivent ouvrir leurs superordinateurs jusqu'à présent exploités en silo fermé. Il faut les connecter avec les systèmes d'information et repenser leur mode d'exploitation pour permettre l'assimilation des données et leur traitement en continu. Ces évolutions passent également par l'adaptation des environnements logiciels pour supporter les nouvelles communautés utilisatrices qui n'emploient pas les

outils traditionnels du HPC et pour renforcer la sécurité informatique.

Comment continuer à offrir des superordinateurs toujours plus performants?

Le développement des usages s'accompagne d'une interrogation sur l'avenir. Comment continuer à proposer plus de performances? Jusqu'à présent la progression constante des superordinateurs avait comme moteurs les progrès des composants nanoélectroniques (CPU, GPU, mémoires, réseau d'interconnexion) et le recours à un parallélisme toujours plus important. Ces voies ont des limites qui sont clairement identifiées. La miniaturisation des technologies CMOS va s'arrêter et les composants qui en sont dérivés n'arriveront plus à accroitre leur performance à énergie donnée. Multiplier ces composants reviendra donc à multiplier l'énergie nécessaire pour faire fonctionner un superordinateur ce qui a une limite rapide à quelques dizaines de megawatts dont on est déjà très proche.

Il faut donc trouver des voies nouvelles si l'on veut disposer d'ordinateurs qui continueront de proposer plus de performances. Certains voient dans l'ordinateur quantique la solution à ce problème. Sans remettre en question l'intérêt des technologiques quantiques, il serait extrêmement risqué de se focaliser sur cette voie. D'abord parce qu'on a aucune certitude sur le temps qu'il faudra pour ou même sur la capacité à fabriquer

Anatomie d'un superordinateur :

Un superordinateur comprend d'abord plusieurs dizaines de milliers de processeurs (CPU : Central Processing Unit) souvent couplés à des accélérateurs de calcul dérivés des GPU (Graphics Processing Unit). Ces composants organisés en nœuds de calcul délivrent la puissance de calcul.

Ensuite des dispositifs pour manipuler et stocker les données utilisées par les applications qui se chiffrent en petacetets (10¹⁵ octets). Ce sont les mémoires et les caches proches des processeurs pour un accès rapide et les disques et les bandes pour un stockage à plus long terme des données.

Troisièmement un réseau très rapide qui permet à la fois l'échange des données entre nœuds de calcul lors du traitement et la lecture/écriture des données d'entrée/des résultats.

Une infrastructure pour alimenter en électricité et pour refroidir la chaleur dissipée pour les composants électroniques. Les ordinateurs les plus performants demandent une puissance de plusieurs mégawatts qu'ils transforment en chaleur évacuée par des dispositifs de refroidissement liquide.

Enfin, des logiciels qui permettent de faire fonctionner l'ensemble, de le piloter, d'en optimiser les performances et de le maintenir en condition opérationnelle.

Bien dimensionner ces différents éléments est la clé pour obtenir un superordinateur efficace qui permettra les premières scientifiques,



les innovations industrielles ou l'avancée des usages sociétaux.

Visite virtuelle d'un supercomputer https://www.tacc.utexas.edu/special-report/stampede/virtual-tour

Exemple de superordinateur : le système Yoccoz Tera1000-2 du CEA (photo propriété CEA)

Vous êtes intéressés par le Calcul Haute Performance (HPC)

Pour en apprendre plus : deux numéros de revues dédiées à ce domaine, et un écosystème :

et les trois liens à suivre

https://www.usine-digitale.fr/article/supplement-simulation-le-big-data-fait-son-big-bang.N323081

https://www.laiauneetlarouge.com/magazine/732

Pour participer, rejoignez un écosystème

Teratec (http://www.teratec.eu/) basé en France ou ETP4HPC, la plateforme européenne (http://www.etp4hpc.eu/)

des ordinateurs quantiques fiables. Ensuite si on franchit cette étape, les domaines d'usage de ces ordinateurs sont aujourd'hui limités à des algorithmes très spécifiques qui ne couvrent pas l'ensemble des applications souhaitées et l'on ne sait pas si l'on pourra les étendre.

Deux autres pistes semblent plus prioritaires : la recherche de voies alternatives au CMOS pour faire du traitement de l'information digitale avec un meilleur rendement énergétique et l'étude de nouvelles architectures plus innovantes que celles des CPU et GPU actuelles.

Le succès industriel du CMOS qui a vraiment été le moteur de la croissance du monde digital a anesthésié d'autres pistes de recherche visant à créer des dispositifs de traitement de l'information digitale. Il est nécessaire de les réanimer et d'étudier si d'autres technologies sont capables d'implanter les opérations logiques de base avec un meilleur rendement énergétique et/ ou une fréquence supérieure.

Le second axe concerne les architectures. Sans rentrer dans des détails techniques, il faut comprendre que les CPU et GPU actuels sont basés sur une architecture appelée Van Neumann qui impose un contrôle particulier des algorithmes et une dichotomie opération/donnée. Cela se traduit par une grande flexibilité mais impose aussi beaucoup de dispositifs consommateurs d'énergie qui ne sont pas optimaux pour tous les algorithmes. De nouvelles architectures pourraient épauler les processeurs standards. Hybridés avec des technologies optiques, on pourrait proposer des systèmes bien plus performants que les superordinateurs actuels.

La France leader européen du HPC

Pour conclure, il est important de signaler que grâce à l'impulsion du CEA la France est un pays en pointe dans le domaine du HPC. Cette action du CEA, par la mise en place d'un partenariat avec Bull puis Atos et d'une politique publique d'abord en France puis en Europe, a permis à la France d'être le leader européen du HPC. Cela nous donne de nombreux atouts pour relever les défis des nouveaux usages et des évolutions technologiques nécessaires pour continuer à tirer le meilleur parti de cet outil stratégique qu'est le HPC.



Jean-François Lavignon, IGA2, Président de Technology Strategy

Après différents postes à la DGA et la Présidence de la République, JF Lavignon a rejoint Bull (racheté par Atos en 2014) en 1998. Il y a créé l'activité calcul haute performance et œuvré pour le développement d'un écosystème performant en France et en Europe. Depuis 2016, il dirige Technology Strategy, société de conseil en stratégie dans le domaine des technologies de l'information.

MAÎTRISER PAR LE CALCUL MASSIF LE TSUNAMI DU NUMÉRIQUE

Laurence Bonnet, ICA & Didier Juvin, CEA/DAM

Une production exponentielle des données, indispensable à valoriser

L'augmentation fulgurante des flots de données générés par les grands instruments, les systèmes et les objets intelligents submerge notre environnement quotidien. A l'horizon 2020, ce seront au plan mondial plus de 50 milliards de systèmes connectés qui auront produit plus de 40 000 milliards de milliards de données, soit autant d'octets que d'étoiles dans l'univers. Cette masse inimaginable d'informations, largement hors de portée de l'analyse humaine, serait inutilisable si les technologies permettant d'analyser, de transformer et d'extraire les « pépites » de ces amas de données n'avaient progressé au même rythme.

L'accès instantané à l'information pertinente d'une organisation gouvernementale, d'une entreprise, voire du citoyen est devenu le moteur d'une compétition mondiale acharnée pour développer les technologies avancées du HPDA1, à la confluence du traitement massif des données et du calcul haute performance. Ces technologies sont essentielles pour favoriser la compétitivité des entreprises, à travers les gains de productivité permis par la simulation, leur capacité d'innovation et l'augmentation de la qualité des produits qu'elles permettent.

Enjeu de souveraineté pour un Etat et de compétitivité pour l'industrie, le développement du HPDA nécessite un effort soutenu et continu de Recherche et Développement, dans un paysage mondial où seuls les USA, la Chine, le Japon et la France sont



Le supercalculateur Cobalt d'ATOS-Bull (1.5 PFlops) destiné aux besoins de l'industrie et hébergé au TGCC

capables de concevoir et produire des supercalculateurs compétitifs, en maîtrisant les maillons essentiels de la chaîne de valeur.

Cette maîtrise nationale est primordiale pour trois raisons principales :

- Parer le risque permanent d'embargo sur les composants clés (en 2015, le congrès américain a décidé d'interdire l'export vers la Chine de composants dédiés au calcul intensif);
- Maîtriser la sécurité et éviter le risque de backdoors² sur les composants matériels ou logiciels
- Anticiper le développement de nouvelles applications capables d'exploiter efficacement les architectures de la génération de supercalculateur en cours de conception.

Les programmes nationaux menés aux USA, en Chine et au Japon sont globaux ; ils comportent à la fois de la R&D technologique, la conception et la réalisation de supercalculateurs pour les besoins publics, et le développement de l'écosystème applicatif associé.

En France, l'Etat a décidé de mettre en place une politique vo-Iontariste autour du numérique et de la donnée. A ce titre, il a multiplié les initiatives et mis en œuvre une stratégie de soutien au développement industriel en adéquation avec l'objectif : loi pour une République Numérique, Mission gouvernementale sur l'Intelligence Artificielle de Cédric Villani, mise en place d'une solution industrielle « Economie de la Donnée », Plan National Supercalculateur de la Nouvelle France Industrielle. Constatant que tous secteurs confondus, les applications utilisant les supercalculateurs sont devenus des moteurs indispensables de performance et de compétitivité des entreprises impactant de manière significative la croissance et l'emploi, il a fixé

^{1 :} HPDA : High Performance Data Analytics, peut se traduire par Analyse de données par le calcul haute performance

^{2 :} Porte dérobée, fonctionnalité d'un programme inconnue par l'utilisateur légitime qui procure un accès secret au système

^{3 : 1} ExaFlops, un milliard de milliards d'opérations flottantes double précision par seconde

comme objectif prioritaire la maîtrise nationale des technologies de l'exascale³ à l'horizon 2020.

Le CEA coordonne un écosystème pour le calcul haute-performance et le traitement massif des données

Le CEA est totalement impliqué dans la stratégie nationale et européenne du HPDA. Ainsi, pour garantir une offre industrielle compétitive, pérenne et souveraine dans ces domaines, il a bâti depuis plus de 10 ans un écosystème industriel et académique, reposant sur 3 piliers :

1 - les technologies matérielles et logicielles, qui incluent la R&D et la conception de supercalculateurs;
2 - les grandes infrastructures, qui comprennent les ordinateurs et les centres de calcul;

3 - les applications, qui englobent les projets de simulation, les développements applicatifs et les formations nécessaires pour utiliser ces machines

Ainsi, le CEA/DAM a initié avec un ensemble d'industriels la technopole européenne de compétence en simulation numérique Ter@ tec, chargée de promouvoir l'ensemble de la chaîne de valeur du Calcul Haute performance et de positionner la France comme un des principaux acteurs mondiaux dans ce domaine. Ter@tec est constituée d'un campus accueillant des entreprises et des laboratoires mixtes industrie-recherche situé à Bruvères-le-Châtel en Essonne (91), à proximité immédiate du centre DAM/IIe-de-France, et d'une association comprenant plus de 80 membres académiques et industriels.



Le supercalculateur Joliot-Curie financé via GENCI (9 PFlops) et destiné à la recherche

Le complexe de calcul scientifique du CEA/DAM lle-de-France est l'un des plus puissants au monde, au service de la Défense, de l'industrie et de la recherche. Il comprend tout d'abord la grande infrastructure de la DAM, réservée aux programmes de Défense qui héberge le supercalculateur TERA1000, de technologies ATOS/Bull, ainsi que deux grandes infrastructures au sein du Très Grand Centre de Calcul (TGCC) du CEA:

- La première, destinée aux besoins de la recherche académique, héberge la machine de 9 PFlops: Joliot-Curie d'ATOS/Bull accessible aux organismes de recherche nationaux et européens, via GENCI (Grand Equipement National de Calcul Intensif) et PRACE.
- La seconde, destinée essentiellement aux besoins de l'industrie, héberge la machine de 2 PFlops Cobalt d'ATOS/Bull au Centre de Calcul Recherche et Technologie (CCRT) du CEA. Elle hébergera prochainement un des simulateurs quantiques les plus performants au monde, développé par ATOS, l'ATOS QLM; ce simulateur permettra aux partenaires du CCRT d'expérimenter des technologies de rupture afin de mieux maitriser l'évolution de leurs applications et de relever les défis associés à la simulation numérique, le Big Data ou encore l'Intelligence artificielle et le « Machine Learning ».

Ter@tec et le CCRT fédèrent une expertise de haut niveau à travers des projets industriels dans des domaines variés (énergie, automobile, aéronautique, moteur, matériaux, cosmétique, santé...).

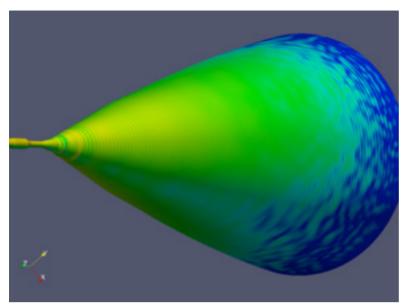
QLM, une plateforme de simulation quantique au meilleur niveau mondial hébergée au CCRT

Baptisé Atos Quantum Learning Machine (QLM), ce simulateur offre un moyen rapide et efficace de tester et valider des algorithmes en simulant notamment des bits quantiques (qubits) physiques ou logiques.

Cette initiative complète celle annoncée par Ter@tec de création d'un Centre de compétences en calcul quantique, pour créer un écosystème dynamique sur le même site de Bruyères-le-Châtel, fédérant industriels utilisateurs, et centres de recherche, afin de monter rapidement en compétences et développer l'expertise dans le domaine de l'informatique quantique.

Atos et le CEA ont par ailleurs lancé une chaire industrielle dans le but de développer la recherche et l'innovation en informatique quantique.





Simulation réalisée au CCRT du courant de surface sur un radôme de pointe avant d'avion de combat (courtesy from Thales).

Une démarche reconnue et stimulée au plus haut niveau de l'Etat

Fort du succès de cette démarche, le CEA a reçu de l'Etat la mission nationale de développer les technologies pour « disposer à l'horizon 2020 de la capacité industrielle de concevoir et réaliser des calculateurs de classe exaflopique de manière durablement compétitive ». Ce programme de co-design, mené par le CEA/DAM avec ATOS/Bull dans le cadre d'un partenariat de R&D, a pour ambition de porter l'industriel français dans le Top 3 mondial des fabricants de supercalculateurs.

« LE COMPLEXE DE
CALCUL SCIENTIFIQUE
DU CEA DAM
ILE-DE-FRANCE
EST L'UN DES PLUS
PUISSANTS
AU MONDF »

Ces technologies très performantes profitent directement à l'industrie et à l'ensemble des domaines de recherche du CEA: Défense, énergies nucléaire et renouvelable, recherche fondamentale et recherche technologique, en leur permettant d'être en première ligne pour les exploiter dans une boucle vertueuse de création de valeur allant de la recherche à l'industrie.

Le HPDA permet en effet de prédire le comportement de systèmes complexes à partir de l'observation et de l'analyse du passé. L'analyse massive de données disponibles permet d'élaborer des modèles simplifiés (boite noire) de processus ou de phénomènes complexes, construits par apprentissage automatique. Ces modèles, de par leur capacité à généraliser au-delà du domaine observé, ouvrent un potentiel considérable d'innovations. Cependant, de nombreux travaux sont encore nécessaires pour transformer cette perspective en véritable outil d'aide à la décision et notamment. pour expliciter les cheminements produisant les résultats obtenus à partir de modèles statistiques.

Dans ce cadre, le List, institut de CEA Tech, conçoit des algorithmes et des outils logiciels pour traiter et analyser une grande variété de données très volumineuses et complexes issues d'appareils de mesure (biologie, industrie agroalimentaire, contrôle de procédé...) ou de réseaux de capteurs (bâtiments, équipements industriels, véhicules...), basés sur l'apprentissage automatique de modèles statistiques, qui permettent de développer des outils d'analyse de résultats ou d'aide à la décision.

Ces nouvelles méthodes pourraient impacter les systèmes sociétaux entiers qui sauront en tirer profit. Citons par exemple la santé avec la possibilité de déployer à large échelle une médecine plus personnalisée et préventive, la conception et la gestion de systèmes urbains avec l'optimisation de la mobilité des biens et des personnes, l'optimisation de la consommation énergétique. Le prérequis à ces méthodes est un accroissement continu des capacités de calcul et de traitement de données. l'atteinte de l'exascale à l'horizon 2020 constituant une



Laurence Bonnet, ICA, Directrice scientifique du CEA/DAM

Laurence BONNET est Directrice scientifique au CEA/DAM depuis avril 2017. Dans le cadre du pilotage, de l'évaluation et de la promotion et de l'expertise scientifique et technique de la DAM, elle est notamment en charge de la coordination des partenariats et des collaborations scientifiques académiques en lien étroit avec les besoins et la stratégie des programmes.



Didier Juvin,Chef du projet
Simulation
Numérique au CEA/
DAM

Didier JUVIN, Chef du projet Simulation Numérique au CEA/DAM, est depuis 2015 en charge de la définition et mise en place des besoins en calcul haute performance pour la garantie des armes et de la stratégie de développement des codes pour le programme Simulation. Il était auparavant Directeur du Programme TIM (Traitement de l'Information Massif) au sein de la Direction Technique du Ministère de la Défense.



Excellence at your side*

NOTRE ENGAGEMENT POUR VOUS

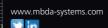
Les forces armées font face à des scénarios de combat de plus en plus complexes, dans lesquels il n'y a pas de place à l'erreur. Dans cet environnement ultra-exigeant, vous pouvez compter sur nos équipes d'experts qui s'engagent auprès de vous, afin de vous apporter des technologies à la pointe, éprouvées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











LES OBJETS CYBERPHYSIQUES : LA PUISSANCE DU NUMÉRIQUE AU SERVICE DU MONDE PHYSIQUE

Sébastien Dauvé, ICA

Dans les années à venir, l'immersion du numérique dans notre vie quotidienne au travers des objets dits cyberphysiques va bouleverser nos habitudes. De nombreux enjeux techniques sont au cœur de ces systèmes d'un nouveau type, alliant intelligence artificielle, bigdata, calculs numériques massifs, impératifs de sureté et de sécurité, fiabilité d'ensemble...

Le rapport Villani sur l'intelligence artificielle a créé un formidable engouement autour de cette thématique et a eu le mérite de l'explorer dans toutes ses dimensions : technique, sociétale, économique. Comme souligné dans le rapport, il ne s'agit pas tant d'une révolution technologique (les principes algorithmiques datent des années 1970/1980) que d'une révolution capacitaire du fait de la disponibilité presque illimitée de moyens de calculs (dans le cloud) et de données désormais disponibles. A ce titre, les start-up ont un rôle essentiel à jouer car elles apportent une réactivité et une créativité très grandes qui permettent d'explorer un champ d'applications infini avec un ticket d'entrée technologique relativement modeste. Parallèlement à ce mouvement, nous voyons depuis peu de grands enjeux technologiques revenir au-devant de la scène : on peut citer le véhicule autonome, les avions connectés dans le domaine de l'aéronautique (augmentation des services pour les usagers mais aussi optimisation de la maintenance), la modernisation du transport ferroviaire (connectivité croissante et autonomisation) et les « réseaux électriques intelligents » ou « smart grids ». Ces chantiers sont complexes et touchent des domaines déjà bien établis et optimisés pour lesquels de très gros investissements matériels ont déjà été consentis tant sur les produits que sur les chaînes de production. Par ailleurs, il s'agit dans ces différents cas d'apporter des évolutions significatives

qui impactent complètement le monde *physique*: le pilotage automatique des véhicules ou bien celui d'un réseau électrique multi-sources devra être parfaitement fiable et il bouleversera nécessairement nos routes, nos villes, nos habitations et évidemment nos usages.

Tous ces chantiers ont finalement un enjeu commun: celui de la maitrise de systèmes d'un type nouveau, appelés systèmes cyberphysiques (ou Cyber Physical Systems, CPS, aux Etats-Unis), le terme cyber faisant référence à leur puissance numérique, et le terme physique à leur emprise sur le monde réel. Ces systèmes se caractérisent en effet par la capture d'un énorme flux de données (« big data ») et d'une l'intelligence répartie de bout en bout avec des niveaux de connectivité interne et externe jamais atteints. De plus, ils ont une emprise directe, en temps réel, sur le monde physique et sur les humains. Les CPS vont nécessiter de faire appel à la fois à la puissance des outils de l'intelligence artificielle mais aussi à des technologies embarquées au sens large (capteurs, capacités de calcul, connectivité...) qui seront au plus proche des obiets et des infrastructures. On peut tenter de résumer en cinq points les défis techniques et technologiques posés par les CPS:

 la connectivité intensive des systèmes embarqués conduit à des systèmes de systèmes et implique de combiner deux types de liens : d'une part la

- connectivité des objets à l'intérieur d'un système qui impose de fortes contraintes de **sureté**, et d'autre part la connectivité du système avec le monde extérieur qui exige de fortes contraintes de **sécurité**;
- 2- la puissance de l'intelligence artificielle doit être embarquée dans les CPS mais elle doit répondre un jeu de contraintes supplémentaire par rapport à l'utilisation classique sur le cloud : fournir des données déterministes (pour répondre à des contraintes normatives notamment) et être très frugales en consommation d'énergie (les quantités d'énergie locales étant limitées)
- 3- les interactions avec le monde réel impliquent une réactivité importante et maitrisée pour prendre en compte les aspects dynamiques et évolutifs de l'environnement (il faudra typiquement garantir une prise de décision/action en un temps limité, voire en quasi temps réel, avec un temps de réponse de l'ordre de la milliseconde).
- 4- l'utilisation d'intelligence au cœur des systèmes peut être soumise à des contraintes environnementales fortes (température, humidité, environnement électromagnétique, etc.) qu'il faudra bien prendre en compte ;
- 5- Par ailleurs il s'agit de garantir dans certains cas des durées de vie conséquentes (typiquement 20 à 30 ans pour l'aéronautique).

Pour répondre à tous ces défis, il convient évidemment de tirer profit des avancées importantes faites dans les domaines de l'intelligence artificielle mais aussi dans celui de la micro et nano électronique au sens large (capteurs miniatures, composants électroniques de calcul ou de mémoire,...). Toutefois cela ne suffira pas: le couplage entre ces domaines étant aujourd'hui encore trop insuffisant. Pour y remédier, il convient de proposer des approches spécifiques aux problèmes posés pour les différentes fonctions concernées :

- Connectivité: les solutions actuelles et celles à venir de la 5G offrent des potentialités importantes, mais il faudra gérer les spécificités liées aux CPS et à leurs applications, tel que l'indispensable sécurisation des transmissions;
- Concernant les calculs il faudra développer des algorithmes spécifiques aux CPS et des portages efficaces sur des plateformes adaptées;
- Les interfaces avec le monde physique devront être particulièrement performantes étant donnée la criticité des applications considérées : sur le véhicule autonome typiquement, il faudra concevoir la bonne architecture de capteurs (imagerie, lidar, radar...) tout en prenant en compte les enjeux calculatoires et de connectivité. Il va de soi que la miniaturisation et le coût seront des facteurs primordiaux.



Des véhicules à pilotage automatique



Smart-grid : production / stockage décentralisés multi-sites, bidirectionnalité des réseaux

En complément, il est impératif de développer une approche système qui seule permettra de trouver les bons compromis. C'est toutefois un vrai challenge dans la mesure où traditionnellement les outils de conception système et les outils de conception des composants nanoélectroniques restent séparés. Il faudra donc développer une ingénierie globale de modélisation et de validation allant du logiciel au monde physique en passant par les composants matériels : celle-ci devra notamment permettre de qualifier les aspects sureté et cybersécurité qui sont des enjeux forts de ces futurs systèmes ultra connectés.



Nouveaux services pour les usagers et optimisation de la maintenance

Le CEA et en particulier ses instituts de recherche LIST (Laboratoire d'Intégration de Systèmes et des Technologies) et LETI (Laboratoire d'Electronique et des Technologies de l'Information) sont particulièrement bien positionnés pour soutenir l'industrie nationale et relever ces défis. Par leur maitrise des composants micro et nanoélectroniques, des architectures de calcul embarquées, des algorithmes d'intelligence

artificielle et enfin de l'outillage logiciel global de conception/validation, ils peuvent apporter des solutions adaptées aux défis des CPS.

Des actions sont d'ores et déjà en cours avec des industriels nationaux pour avancer au plus vite sur ces défis techniques. Au-delà de ces premières actions, il faudra pouvoir irriguer plus largement le tissu industriel et diffuser ces outils et savoir-faire à d'autres domaines applicatifs: santé connectée, industrie au sens large pour des fonctions de contrôle commande décentralisées, applications nécessitant des collaborations temps réel dans un système distribué.



Connectivité et automatisation ferroviaires

Si elle présente de vraies opportunités pour l'industrie française (les grands groupes mais également PME), l'ambition autour des CPS n'aura néanmoins du sens qu'au niveau européen; pour cette raison un plan d'actions plus large est en cours pour bénéficier du soutien de l'Europe.



Sébastien Dauvé, ICA Responsable du département Systèmes (DSYS) au LETI, CEA/DRT

Après un début de carrière à la DGA-MI dans le domaine du radar, Sébastien Dauvé a rejoint le CEA LETI en 2003. Après différents expériences de chefs de projets et de management dans le domaine des réseaux de capteurs, il dirige actuellement le département du LETI chargé de valoriser les technologies émergentes de l'électronique dans les domaines des capteurs, des télécommunications et de la cybersécurité.

¹ Le LIST, institut de CEA Tech, focalise ses recherches sur les systèmes numériques intelligents.

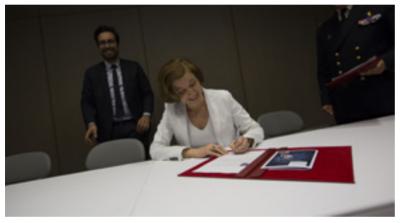
² Pionnier dans les domaines des micro et nano-technologies, le LETI est un institut de recherche technologique de CEA Tech.

DE LA DGSIC À LA DGNUM

RENFORCER LA GOUVERNANCE RENFORCÉE DES SIC ET ORCHESTRER LA TRANSFORMATION NUMÉRIQUE DU MINISTÈRE DES ARMÉES¹

Hervé Cicchéléro

Lancée en septembre 2017 par la ministre, la transformation numérique du ministère des Armées est une démarche volontariste visant à s'approprier au plus vite et dans les meilleures conditions les technologies émergentes, générant des ruptures dans les usages, et les modes de travail. Dans ce contexte, il revient à la Direction générale du Numérique et des systèmes d'information et de communication (DGNUM) de coordonner les actions de transformation numérique en étroite collaboration avec les grands subordonnées et leur DSI métier afin d'atteindre les objectifs définis par la ministre.



Lancement par la Ministre Florence Parly du plan « Défense Connect » de transformation numérique

Gouvernance renforcée de la fonction SIC

A l'instar du modèle de « Direction des systèmes d'information (DSI) » du secteur privé, la DGNUM dispose de responsabilités élargies quant à la cohérence globale du système d'information (SI) ministériel dans le cadre d'une gouvernance rénovée distinguant plus clairement les niveaux stratégique (ministre), exécutif et transverse (DGNUM) et opératif (grands subordonnés du ministre). L'exercice de cette responsabilité se traduit notamment par l'actualisation de manière collaborative de l'architecture technique générale (ATG) et du cadre de cohérence technique (CCT), supports d'un SI

ministériel interopérable et sécurisé. Autre novation, l'avis conforme du DGNUM comme étape préalable à la présentation d'un projet SIC en comité ministériel d'investissement².

Orchestrer la transformation numérique du ministère : trois défis structurants

Intimement liée à la première mission, l'orchestration de la transformation vise à fixer une direction commune et partagée au foisonnement des idées et des expérimentations lancées ces dernières années au sein du ministère. Cette démarche place l'usager au cœur de notre transformation, intégrant

les nouveaux modes de relations (plateforme, horizontalité). Dans cette perspective, trois défis structurent notre approche : le défi de la refondation d'un socle numérique sécurisé, ouvert et performant ; le défi de la donnée, dont la maîtrise et le traitement sont au cœur de la performance digitale; enfin, le défi des compétences et de l'acculturation, d'une part pour être en capacité de recruter les nouveaux métiers du numérique, d'autre part pour accompagner chaque agent du ministère dans ce changement culturel profond.

1 - Refonder le socle IT

Prérequis indispensable à la réalisation pérenne de la transformation numérique, la rénovation du socle IT vise à simplifier le SI ministériel et à l'adapter aux nouveaux usages numérique et besoins des utilisateurs/métiers : travailler en mobilité de manière sécurisée, disposer d'un accès internet permanent, échanger facilement des données, disposer de services numériques performants, etc. Ces travaux sont étroitement liés à ceux de la Mission de sécurisation et de refondation du réseau Intradef, menés conjointement par la DGA et la DIRISI. Ils portent notamment sur le renforcement de la sécurité et de la résilience des systèmes, la segmentation des hébergements et l'intégration des ressources et opportunités de l'internet.

^{1 :} L'auteur remercie M. Julien Canin pour sa collaboration sur cet article.

^{2 :} SI à fort enjeu ministériel ou dont le montant prévisionnel global est égal ou supérieur à 5 millions d'euros.

Commando Numérique : D'ici fin 2018, la DGNUM mettra à disposition des porteurs d'innovation numérique, des prestations à la carte basées sur la méthode agile facilitant le passage au *Minimum Viable Product* (MVP) : Coach agile, *product owner, UX designer, etc.*

Fabrique Numérique: Partie intégrante de l'Innovation Défense Lab (Agence de l'innovation de défense), cette initiative est portée par la DGNUM et mise en œuvre par la DIRISI. La Fabrique Numérique, armée en conséquence, vise à accélérer les projets numériques des métiers, avec pour objectif la réalisation de MVP et, pour certains, le passage à l'échelle.

La démarche d'ensemble Défense Plateforme participe à cette rénovation en profondeur. Conduite par la DGNUM, elle vise à faire évoluer la culture, les processus et les outils. En lien fort avec la DIRISI, Défense Plateforme expérimente et a pour but de mettre à disposition des architectes et des « métiers » un ensemble de briques fonctionnelles transverses : identité numérique, ouverture des données, sécurisation des échanges, hébergement sécurisé et flexible.

Cette refondation des outils est couplée à une réforme des méthodes et organisations, aboutissant à des solutions plus agiles et flexibles, plus en phase avec le rythme du numérique. Définir un processus global de l'innovation numérique, de l'idéation à la mise en service, piloté par les délais et la valeur, favorisera l'émergence, le passage à l'échelle puis l'industrialisation du projet (cf. encadré). C'est là tout l'objet du projet d'instruction ministérielle (IM) relative à la conduite agile des produits et services numériques, applicable d'ici la fin d'année.

2 - Ouvrir les données

Carburant de la nouvelle économie, la donnée est au cœur de la transformation numérique. Qu'elles soient structurées ou non, leur exploitation massive recouvre nombre de potentialités dans les domaines des opérations (réduction de l'incertitude, supériorité informationnelle, fusion du renseignement, etc.), du soutien (la maintenance dite cognitive, tenant compte du contexte et des conditions

d'emploi des systèmes), du service rendu à l'usager.

En tant qu'administrateur ministériel des données, le VAE Arnaud Coustillière (DG NUM) assure la mise en place d'une gouvernance reposant sur une double dynamique :

- Construire en commun un cadre de confiance permettant d'ouvrir et de partager les données de manière maitrisée et sécurisée :
- Aider à construire des solutions techniques sécurisées, proposer aux métiers des offres de service en matière de cartographie, de stockage, d'exposition, d'exploitation, de partage, etc.

La DGNUM mène les travaux de rédaction de l'IM relative à la gouvernance ministérielle des données. Elle fixera le cadre stratégique de cette gouvernance ministérielle des données en posant d'une part, les principes directeurs de gouvernance applicables à l'ensemble des acteurs du ministère, et d'autre part, les rôles et responsabilités à mettre en place pour maintenir ces principes et les décliner en règles communes.

3 - Relever le défi des compétences et de l'acculturation

Le ministère doit être en mesure de recruter les compétences numériques indispensables dans des domaines de niche ou autrefois inexistants. En tant que référent ministériel de la famille professionnelle SIC, la DGNUM, en lien avec la DRH-MD, dispose d'un mandat pour adapter le modèle RH SIC aux défis posés par le numérique.

Des actions d'acculturation sont prévues pour l'ensemble du ministère des Armées. Le Cercle Défense Connect, espace de réflexion constitué de responsables de l'écosystème civil, s'adresse aux plus hauts responsables du ministère; le Passeport Numérique, s'adressera à tous les agents, avec une mise en ligne sur Intradef avant la fin de l'année.

En lien avec la DRH-MD et les DRH d'armées, nous devons travailler à la diversification et à l'amélioration de la qualité de la formation initiale et continue de tous les membres du ministère des Armées. Le numérique ne doit laisser personne sur le bord de la route.

Premier bilan

La majorité des actions du Schéma directeur de la transformation numérique, baptisé Défense Connect et signé par la ministre le 19 avril 2018, a été initiée. Un premier bilan sera réalisé à la fin de l'année 2018.

D'autres pistes de travaux seront explorées, portant notamment sur les questions de souveraineté nationale, de Cloud, d'hébergement sécurisé, ou encore de confiance et de sécurité numérique.



Hervé Cicchéléro, IEF HC Sous-directeur de la transformation numérique au sein de la DGNUM du Ministère des Armées.

Après avoir démarré sa carrière dans les programmes « SIC nucléaire », et œuvré en tant qu'architecte d'ensemble (ACE, ACT) sur le programme Système d'information des armées (SIA) à la DGA, il rejoint la DGSIC/DGNUM en tant que sous-directeur poursuivant ainsi au niveau ministériel son action de mise en cohérence et de maîtrise de l'architecture d'ensemble SIC.

GUERRE ET NUMÉRIQUE

UN CHANGEMENT DE FRONTIÈRES

Colonel (T) Erwan Rolland

Dans son discours sur la transformation de la DGA du 5 juillet dernier, madame Parly reprenait la citation du président Kennedy, *The new frontier*: « une nouvelle frontière est là, que nous le voulions ou non. Au-delà de cette frontière se trouvent les domaines inexplorés de la science et de l'espace, les problèmes non résolus de la paix et de la guerre, les poches d'ignorance et de préjugés invaincus. »

La croissance rapide des nouvelles technologies de l'information et de la communication et l'innovation dans les systèmes numériques sont à l'origine d'une révolution qui ouvre de nouvelles perspectives à la création du savoir et la diffusion de l'information et qui bouleverse radicalement nos modes de pensée, de comportement, de communication et de travail.

La révolution numérique en marche va façonner durablement les nouvelles frontières de demain en ouvrant la voie à un environnement pervasif et ubiquitaire et un monde dans lequel les objets et les individus pourront communiquer et se localiser à tout moment et en tout lieu avec les autres éléments, quel que soit leur milieu de rattachement (terrestre, aérien, maritime et exo-atmosphérique). Un monde dans lequel la notion même de frontière tendra à s'estomper.

Pour mieux anticiper l'éclosion de ces nouvelles frontières et la disparition de certaines d'entre elles, les armées doivent passer par trois stades de transformation.

La transformation de notre état d'esprit (mindset)

La révolution numérique va apporter des ruptures technologiques qui vont bouleverser l'art de la guerre et les armées doivent saisir au plus tôt les opportunités que cela induit pour la préparation et la conduite des opérations. La combinaison entre l'intelligence artificielle (IA), la robotique, l'aide augmentée, la mise en réseau et l'interconnexion des systèmes, les nouveaux matériaux, les bio et nanotechnologies vont jouer un rôle central dans les systèmes de défense de demain et contribueront de façon significative à la supériorité opérationnelle. Dans ce nouveau contexte, et pour conserver durablement notre supériorité opérationnelle, les armées devront comprendre, raisonner, décider et conduire autrement les opérations avec la maîtrise du tout numérique.

« INNERVER LES FORCES ET LEURS EFFECTEURS JUSQU'AU PLUS BAS ÉCHELON »

La prise de conscience des défis qui doivent être relevés dès à présent passe donc par un travail important d'acculturation de nos décideurs et de nos chefs interarmes et interarmées sur les principaux enjeux de la révolution numérique.

Si les militaires de la génération Y (nés entre les années 80 et 2000) se sont approprié nativement les technologies de l'information et de communication et anticipent les game changer de demain, nos décideurs de la génération X (années 65-79) ou de celle des Baby boomers (années 46-64) font partie des générations charnières pour lesquelles la conduite du changement nécessite de s'appuyer sur

une démarche volontariste : comité exécutif du numérique, ambition numérique, feuille de route de l'IA, schéma directeur, colloques, articles, sont autant de leviers dont il faut user jusqu'à satiété pour innerver toutes les strates de notre hiérarchie militaire sur la nécessité de s'approprier dès à présent les enjeux et relever les défis de la révolution numérique.

La mise en place d'un officier général de transformation digitale des armées (OGTDA) auprès du major général des armées (MGA) et la création à venir d'une division numérique rattachée au MGA participe directement de cette prise de conscience et de la montée en gamme de nos états-majors.

La transformation de nos organisations

Si la révolution numérique doit être un vecteur fort de la transformation et de la modernisation du ministère, elle doit également être mise au service du succès des armes de la France et contribuer à accroître l'efficacité opérationnelle des armées tout autant que l'efficience et le fonctionnement courant du ministère. C'est donc bien la transformation de toutes nos structures de commandement opérationnel qui est en jeu.

Le volume de données qui sera généré dans le secteur de la défense sera exponentiel dans les années à venir. L'essor des applications tirant parti en flux tendu de ces données exigera des traitements extrêmement rapides et donc au plus près des utilisateurs. La numérisation offrira à terme les bénéfices escomptés à nos structures de commandement qui gagneront en agilité, en performance et en efficacité en surmontant le risque de saturation informationnelle.

Les armées numérisées de demain devront concourir à fluidifier le traitement de la donnée et de l'information et les rendre plus accessibles aux échelons stratégiques, opératifs et tactiques. Si les flux informationnels peuvent brouiller davantage la compréhension et l'appréciation de situation, l'automatisation du traitement des données et la croissance de la puissance de calcul permettront d'innerver les forces et leurs effecteurs jusqu'au plus bas échelon pour répondre au besoin tactique d'immédiateté et de précision.

Pour conforter notre supériorité opérationnelle, le modèle d'armées numérisées de demain devra reposer sur deux facteurs clés de succès : il devra d'une part renforcer la performance des structures de commandement et d'autre part décloisonner et fluidifier les liens entre tous les acteurs. C'est à cette condition que la veille et le combat collaboratifs info-valorisés prendront corps et deviendront réalité.

La transformation de nos processus

Plusieurs exemples témoignent du virage que les armées ont su prendre pour anticiper les défis posés par la révolution numérique : le concept de *Smart Base* sur la base aérienne 105 d'Evreux, l'*Intelligence campus* de la Direction du renseignement militaire, le Hackathon Marine, les défis divers, le DGA LAB... autant d'initiatives à encourager qui stimulent l'initiative individuelle et collective, favorisent

les échanges et la création et qui préfigurent ce que pourraient être une véritable « École 42 » ou les futurs incubateurs du MINARM qui appliquent les principes de l'économie collaborative à la formation et à l'innovation.

Au-delà de ces multiples initiatives, ce sont également les processus internes du MINARM en matière de développement, de conduite des projets et d'acquisition qu'il faut également transformer pour gagner en agilité.

L'agilité impose de la flexibilité et de la rapidité dans les processus décisionnels. Afin de pouvoir s'adapter de façon pragmatique aux changements rapides de situation (évolution des technologies et des besoins fonctionnels) il est nécessaire de raccourcir les délais de développement, de contractualisation et d'anticiper les inévitables évolutions à apporter à nos systèmes d'information et systèmes d'armes.

Nos méthodes de développement, notamment dans nos systèmes d'information, sont clairement challengées (Instruction 125/1516, besoins fonctionnels souvent maximalistes et sur-spécifiés). Il nous faut plus de flexibilité, de souplesse, d'évolutivité et d'approche incrémentale. L'heure est aux plateformes digitales pour réduire la durée de développement et rapprocher le développeur de l'administrateur et l'utilisateur. Le concept de DevOps, qui repose sur la mise en place d'une culture de la collaboration entre les équipes qui étaient historiquement cloisonnées, doit en partie répondre à cette nouvelle exigence.

L'agilité passe aussi par une meilleure acceptation du droit à l'erreur inhérent à la transformation numérique. L'échec doit être pris en compte et accepté. Les projets modestes, dimensionnés au plus juste, doivent être favorisés et valorisés pour un faible coût initial, avec une capacité d'amélioration incrémentale.

Conclusion

Cette inéluctable adaptation doit in fine permettre au chef d'état-major des armées de continuer à exercer pleinement ses responsabilités d'organisation générale des armées, de choix capacitaires, de préparation et d'emploi des forces. Elle doit également fixer les conditions qui permettront aux armées de conserver durablement leur supériorité opérationnelle.

La place que les armées prendront effectivement tout prochainement dans l'agence de l'innovation et le Défense Lab participera également à ce processus d'adaptation et de transformation en cours et à venir.

Ces trois étapes de notre transformation permettront enfin aux armées de faire écho à Antoine de Saint-Exupéry qui disait : « pour ce qui est de l'avenir, il ne s'agit pas de le prévoir mais de le rendre possible ».

§



Colonel (T) Erwan Rolland, OCO en charge des SI pour les opérations, EMA

Saint-cyrien, transmetteur en corps de troupe (Mont-de-Marsan, Fort-de-France, Senlis, Agen, Issoire) et en administration centrale (DGSIC, EMA, DI-RISI), le colonel Rolland est maintenant officier de cohérence opérationnelle en charge des systèmes d'information pour les opérations, après avoir été auditeur de le 66° session du CHEM et de la 69° session de l'IHEDN.



PROJET ARTEMIS

UNE INFOSTRUCTURE BIG DATA SOUVERAINE POUR LES ARMÉES

Bertrand Rondepierre, IA

L'avènement et la disponibilité en sources ouvertes des technologies de l'IA et du « big data » ont révolutionné la conception et l'usage des systèmes d'information ces dernières années. Pour faire face à cette révolution, la DGA a notifié fin 2017 le partenariat innovant ARTEMIS qui vise à élaborer de façon incrémentale une infostructure souveraine au profit des armées et des programmes qui auront recours au traitement de données en masse et à l'intelligence artificielle.

La dernière décennie a été témoin de l'accroissement exponentiel des volumes de données produites, en particulier avec l'internet des objets, la démultiplication des capteurs et la tendance générale à la connectivité arborée par tous les objets du quotidien. S'il s'agissait initialement de stocker et de restituer la donnée à la demande, les usages de cellesci ont drastiquement évolué avec d'abord de simples statistiques pour aller vers des traitements de plus en plus intelligents dont l'intelligence artificielle et la data-science sont le paroxysme.

« LES ARMÉES ONT MULTIPLIÉ LE NOMBRE DE CAPTEURS MIS EN SERVICE... »

Les géants du numérique ont été les premiers à connaître la nécessité de manipuler de tels volumes pour leurs propres besoins, ce qui les a conduit à créer tout l'ensemble des technologies nécessaires à cette tâche. Initialement, les résultats de ces développements restaient confidentiels tout en faisant l'objet d'articles de journaux scientifiques, permettant ainsi à la communauté de réimplémenter ces technologies propriétaires. Aujourd'hui l'open-source est devenue la norme, et les entreprises développant des logiciels complexes rendent la plupart du temps le fruit de leurs développements internes disponibles sur internet sous des licences extrêmement permissives. C'est bien cette ouverture qui est à l'origine de l'explosion du domaine puisque les outils nécessaires se

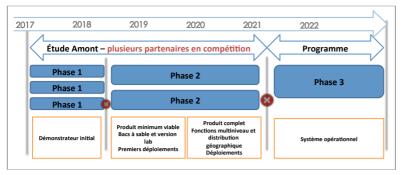
sont démocratisés, réduisant de ce fait la barrière à l'entrée qui existait pour la mise en place de démarches autour des problématiques de l'IA et du big data.

La maiorité des acteurs du domaine n'ont ni les moyens, ni les capacités de développer leurs propres technologies pour des besoins qui restent objectivement moindres. La course à la numérisation à laquelle on assiste aujourd'hui dans les organisations n'a donc pas pour objet, ou très rarement, d'élaborer de nouvelles technologies visant à répondre à leurs besoins, mais plutôt de parvenir à tirer parti de ce qui est disponible sur le marché pour l'adapter, et élaborer de nouveaux produits et services à partir de celles-ci. Dans la mesure où il ne semble aujourd'hui pas possible pour une organisation de penser une stratégie sans y inclure l'intelligence artificielle et le traitement de la donnée dans son acception la plus large, cette course ne peut que s'accélérer dans les prochaines années.

Le ministère des Armées ne fait pas exception: bien loin d'un utilisateur marginal, il est à n'en pas douter l'un des plus gros producteur et consommateur de données de l'ensemble de la sphère étatique. Au fil des ans, les armées ont multiplié le nombre de capteurs mis en service ainsi que la précision des données qu'il produisent, accroissant automatiquement le volume des données produites et donc à traiter pour en tirer les informations nécessaires à l'exécution des missions dont les armées ont la charge. Ces missions requièrent une intelligence croissante dans l'exploitation de ces

données, ne laissant ainsi aucun doute sur l'importance vitale que revêtiront les technologies de l'intelligence artificielle et du big data pour conserver notre ascendant sur nos ennemis. C'est dans ce contexte que la DGA a lancé le partenariat innovant ARTEMIS (ARchitecture de Traitement et d'Exploitation Massive de l'Information multi-Sources) qui vise à livrer au profit des programmes d'armement une infostructure souveraine et à l'état de l'art pour permettre le développement et l'intégration de l'IA et du big data dans l'ensemble de nos systèmes d'armes, et plus largement dans les systèmes du ministère.

A terme, la mise en service d'un tel système doit aboutir au décloisonnement des silos de données, facilitant ainsi le développement de nouvelles applications au profit des opérationnels des armées. Ce dernier objectif n'est pas des moindres : les systèmes d'informations ne sont plus développés aujourd'hui de façon monolithique sur des temps longs mais plutôt sur des démarches agiles avec des cycles courts. Pour outiller ce changement de paradigme, AR-TEMIS doit simplifier le développement d'applications métier en mettant à disposition des développeurs un socle et les outils nécessaires pour concevoir des modules directement utilisables par le système. Ces modules, eux, peuvent être développés dans des temps courts, ce qui ne serait pas envisageable pour le développement d'un système complet. Ce paradigme n'est pas nouveau et a déjà été embrassé par l'ensemble des entreprises mettant à disposition des offres de cloud ainsi que par ceux qui les utilisent. En



Un développement en trois phases compétitives calqué sur les partenariats d'innovation

répliquant un tel modèle, ARTEMIS offre non seulement la possibilité au ministère des Armées de disposer des dernières innovations en matière de traitement de données, mais également aux entreprises souhaitant travailler avec les armées les moyens de pouvoir le faire avec un investissement minime. Avec le double objectif d'initier les travaux sur ce modèle et d'éprouver l'infostructure développée sur des cas d'usage réalistes, ARTEMIS inclut la réalisation de produits minimum viables en matière de cas d'applications pour les armées, qui portent par exemple sur le renseignement, la cyberdéfense, la maintenance, la santé.

« DEUX SPÉCIFICITÉS, LA SÉCURITÉ MULTIDIMENSIONNELLE ET LA DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE / FMBARQUÉF »

Le marché civil offre pourtant de nombreuses solutions en la matière, souvent produites par des éditeurs étrangers. Aucune de celle-ci ne répond aux besoins du ministère des Armées et notamment à deux spécificités qu'il ne partage pas avec le reste du marché. La première spécificité est celle de la sécurité multidimensionnelle : le ministère est soumis à la gestion d'informations marquées par le secret de la défense, cela à des niveaux de sensibilités variables et avec des restrictions particulières dépendantes du type d'information manipulée par le système. La réglementation impose bien entendu une sécurisation spécifique qui n'est déjà pas

une problématique simple pour des technologies n'ayant pour la plupart pas intégré d'emblée cette dimension, mais également des mesures techniques spécifiques qui visent à garantir par exemple la tracabilité des actions effectuées. La gestion multidimensionnelle de la sécurité revêt une complexité particulière car elle s'oppose au principe de lac de données dans lequel les informations sont conservées avec peu de cloisonnement entre elles pour maximiser leur réutilisabilité. Il n'existe aujourd'hui sur le marché aucun système intégrant cette problématique et ARTEMIS a vocation à faire émerger une solution pérenne, compatible de nos contraintes de sécurité mais également libératrice pour les usages de nos armées.

La seconde particularité est celle de la distribution géographique et de l'embarquement. Contrairement au monde civil où les réseaux de communication à haut débit sont la règle, les sites sur lesquels les armées ont vocation à collecter, traiter et exploiter les données sont non seulement dispersés en métropole et hors métropole, mais de surcroit reliés par des liens de qualité et de nature variable. Le spectre peut aller de la configuration classique de datacenters reliés par des réseaux haut débit à des plateformes embarquées, parfois déconnectées, à bord de navires ou d'aéronefs. Pour assurer la fluidité de la circulation de l'information, il est impératif qu'AR-TEMIS soit capable de faire face à l'ensemble de ces scénarios.

Pour atteindre ses objectifs, AR-TEMIS s'est doté d'une structure contractuelle adaptée, calquée sur les partenariats d'innovation. L'objectif de cette structure contractuelle, est multiple : décomposée

en 3 phases indépendantes, elle permet de préciser le besoin au fur et à mesure de l'avancement de la procédure et permet de tenir compte de l'expérience accumulée au cours du développement des solutions industrielles. Il s'agit également d'une compétition, initialement pour l'entrée dans le partenariat, mais également tout au long de la procédure puisque trois partenaires sont retenus pour la phase 1 et réalisent les même travaux tout au long de celle-ci. A l'issue de la phase 1, les partenaires sont évalués sur la base de leurs propositions pour les phases suivantes et sur les résultats des travaux effectués au cours de la phase précédente, permettant ainsi à l'Administration de ne retenir que les deux meilleures solutions. Le même mécanisme est répété en fin de phase 2 pour ne garder qu'un seul industriel en phase 3. Cette saine émulation conservée tout au long de la procédure incite les industriels à l'innovation, critique lorsqu'il s'agit d'un tel domaine, et donne confiance en la capacité d'obtenir le meilleur produit possible à la fin du processus.

ARTEMIS est donc le symbole d'un ministère en pleine transformation, qui embrasse les technologies de la transformation numérique et l'écosystème qui les accompagne. Avec des résultats dès la fin 2018, des bacs-à-sable disponibles dès 2019 et de premiers déploiements qui suivront dans l'année, le projet devrait constituer une source de transformation et de modernisation durable qui a toujours été l'une des missions premières de la DGA.

§



Bertrand Rondepierre, IA Architecte ARTEMIS

En poste à la DGA depuis 2015 dans le domaine de l'IA et du « big data », Bertrand Rondepierre a travaillé sur des projets relatifs au renseignement et est également architecte du projet ARTEMIS. Il a également rejoint l'équipe de Cédric Villani dans le cadre la mission intelligence artificielle confiée par le gouvernement qui visait à élaborer une stratégie nationale en la matière.

SYSTÈME D'INFORMATION DES ARMÉES

DÉMARCHE ET OUTILS AU PROFIT DU COMMANDEMENT DES OPÉRATIONS

Philippe Warin, ICA & Patrick Collignon, IA

Les systèmes d'informations opérationnels répondent à un objectif à l'apparence simple : contribuer à la supériorité des forces en opérations par la maitrise de l'information, quelque que soient les conditions d'environnement et de sécurité. Pour atteindre cet objectif, les SIO doivent permettre aux opérationnels de traiter, valoriser et partager de nombreuses données d'origines et de standards divers, véhiculées sur des réseaux disparates, souvent contraints et de classifications différentes. Dans ce contexte exigeant, comment le développement des SIO peut tirer parti des formidables avancées technologiques civiles et surfer sur la déferlante de la transformation numérique ?

Dans le prolongement de l'objectif directeur des systèmes d'informations opérationnels du ministère de 2007, le programme de système d'information des armées, lancé en 2012, a pour ambition d'apporter un système de commandement et de conduite des opérations unique pour l'ensemble des armées et d'y intégrer nativement les informations de renseignement et de logistique.

Au-delà des objectifs de rationalisation, l'enjeu est de fournir au commandement de théâtre, de bases aériennes projetables ou des bâtiments de la marine l'ensemble des informations pertinentes (situation tactique et logistique, renseignement de théâtre, conditions d'environnement) pour éclairer ses choix, accélérer les boucles de décision et ainsi permettre aux forces françaises de gagner et conserver la supériorité opérationnelle.

Un système soumis à de multiples contraintes

Par essence, les systèmes d'informations opérationnels sont multiniveaux, transdomaines et exploitent de multiples systèmes de communications: réseaux tactiques de théâtre dédiés aux missions, réseau secret de la conduite des opérations, réseaux souverains classifiés, l'ensemble en lien avec la métropole, les partenaires et les alliés. Malgré cela, les données doivent circuler de manière fluide, être mises à disposition des bons utilisateurs, en toute sécurité et sans risque de fuite d'information.

Loin des réseaux d'entreprise statiques au frais dans leurs datacenters, le programme doit permettre aux forces projetées en opérations de déployer et reconfigurer au besoin leurs propres intranets locaux. sécurisés et en réseau avec le reste des forces. Cet objectif, très différent de la simple mise à disposition d'une application sur un smartphone, implique un effort de simplification et d'automatisation des tâches d'administration et d'exploitation, afin de permettre aux opérationnels de se concentrer sur leur métier : la conduite des opérations.

Enfin, le système d'information des armées se doit également d'être interopérable. Interopérable entre les niveaux tactique et opératif, interopérable entre les théâtres et la métropole, entre les trois armées, et également avec nos alliés. Concrètement, cette interopérabilité se concrétise par le respect des standards français (NC1) et otaniens (ADatP3, MIP...) foisonnants, chacun utilisant sa

propre sémantique, sa propre grammaire et ses propres protocoles d'échange.

Où en sommes-nous?

7 années après le lancement du programme, les systèmes de commandement historiques de l'armée de terre (SICF) et de la marine nationale (SIC21) ont été "virtualisés" sur des environnements matériels récents afin de réduire le risque d'obsolescence et de rupture capacitaire induite. Le socle des services communs du SIA a été mis en service sur les réseaux métropolitains. Afin de préparer l'arrivée des nouveaux outils métiers et d'amorcer la transition, une capacité minimum viable à base de composants sur étagère de l'OTAN va être déployée dans certains bâtiments et centres à terre de la marine nationale. Ces étapes sont essentielles pour éprouver les fondements du SIA et initier le changement chez les utilisateurs et exploitants.

Fruit d'une démarche incrémentale, les premières configurations cibles appelées « SIA-box » participeront aux prochaines évaluations opérationnelles de l'armée de terre et de la marine en 2019. A terme, ce sont plus de 1000 "SIA-box" qui seront livrées aux Forces



Exemple de déploiement de l'armée de Terre - Exercice FELDBERG 2018

d'ici à 2025. L'appropriation par les armées de ce nouveau système devra s'accompagner d'une formation initiale des utilisateurs et des exploitants qui soutiendront le système et bien sûr d'un vaste plan de conduite du changement par les états-majors eux-mêmes, facteur clé de la réussite du programme.

Une *SIA-box* est un ensemble de matériels (informatiques, électriques) et de logiciels, intégrés en baies ou en caissons selon le contexte.

La démarche incrémentale mise en place sur le SIA a pour but d'éviter l'effet tunnel. Les incréments se succèdent à un rythme soutenu, tous les quatre mois, apportant à chaque fois son lot de fonctionnalités supplémentaires et une phase de démonstration de maturité. Toutefois, un premier palier sera marqué afin de stabiliser le système entre les dernières évaluations opérationnelles début 2019 et les exercices conduits par les forces fin 2019. A l'issue de ces évaluations, de nouvelles marches pourront être gravies avant les exercices qualifiants de I'OTAN (CWIX, Steadfast Cobalt) en prévision de la prise de permanence opérationnelle (NRF 2021).

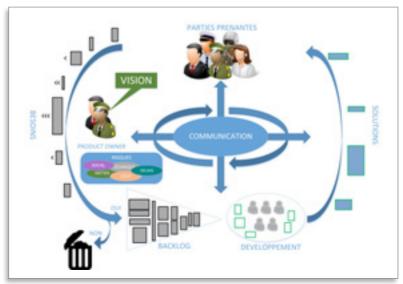
Concilier les contraintes du domaine, les jalons opérationnels et le développement agile

Peut-on alors se targuer d'être agile et prôner les meilleures pratiques de *DevSecOps* chères aux champions du numérique ? Force est de constater que les systèmes d'informations opérationnels, dont le SIA n'est qu'un exemple

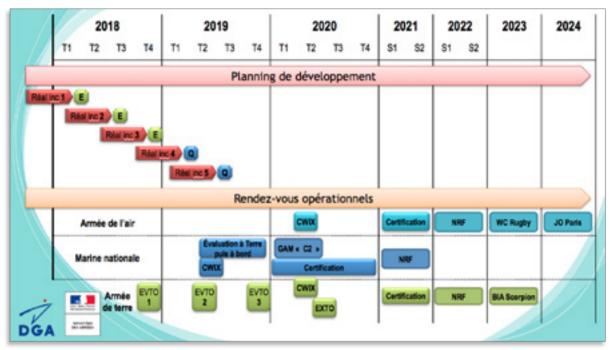
parmi d'autres, font face à de fortes contraintes qui sont autant de freins à cette agilité. Mais ces freins, ces barrières, ne sont pas insurmontables. Les contourner est possible à condition de conserver quelques garde-fous et la vision qui a prévalu au lancement du programme.

Compte tenu de l'étendue du déploiement du SIA et surtout de ses contextes opérationnels forts, l'enieu pour la communauté SIC porte sur l'amélioration des déploiements des mises à jour afin de minimiser les interruptions de service impactant le travail au quotidien des armées, directions et services, à l'instar de ce que vivent les utilisateurs de smartphones. Les mises à jour majeures devront faire l'objet d'un accompagnement et auront lieu maioritairement en métropole. A contrario, le système doit être suffisamment modulaire pour permettre les évolutions nécessaires apportant de nouvelles fonctionnalités, et donc plus de valeur en cours d'opération.

La nouvelle génération de SIO tend donc à être plus modulaire et évolutive pour répondre au mieux aux évolutions des besoins des utilisateurs. Dans le sillage des applications Internet, ils doivent évoluer vers des architectures orientées services, où les données sont valorisées et publiées en toute sécurité.



L'agilité : des boucles courtes où l'implication des parties prenantes est essentielle



Planning de développement et déploiement du système d'information des armées

Ce modèle ne peut fonctionner sans la présence d'un acteur clé : le *Product Owner*. Représentant des utilisateurs, ce dernier doit être fortement impliqué dans le projet car il a pour responsabilité de valider et prioriser les demandes d'évolution jusqu'à un niveau de granularité volontairement fin. Il doit donc avoir une connaissance précise des métiers et surtout avoir la légitimité pour arbitrer.

Qui dit architecture modulaire et micro évolutions implique également un déploiement rapide de ces évolutions aux utilisateurs. En l'absence d'une solution mature de Cloud sur des réseaux contraints, la virtualisation des environnements atteint ses limites et doit désormais évoluer vers des conteneurs, moins consommateurs de ressources, mais permettant le déploiement de modules applicatifs et de services à forte valeur ajoutée pour les utilisateurs.

Enfin, pour faciliter le traitement des problématiques d'interopérabilité à chaque évolution, il importe de permettre à chacun de se concentrer sur l'essence de son métier et d'adopter une sémantique et une grammaire compréhensible par tous les acteurs du domaine. Cela passe notamment par la mise en

place d'une ontologie et des règles facilement vérifiables par les utilisateurs, à l'inverse d'un langage informatique bien souvent abscond pour le néophyte. Une première capacité sera intégrée au SIA et évaluée en 2019 afin d'en mesurer le potentiel opérationnel et le retour sur investissement.

Vers l'avenir

Le SIA est en marche, les premières configurations cibles seront déployées l'année prochaine en exercice et doivent permettre aux forces de tenir leur rôle tout au long de la prochaine décennie. Il sera alors indispensable de tirer parti des enseignements de ces premières mises en situation pour consolider le système, le faire monter en maturité et y adjoindre de nouvelles fonctionnalités à forte valeur ajoutée pour les forces déployées et pour l'ensemble de la chaine de commandement.

Au-delà des aspects techniques, les deux prochaines années nécessitent plus que jamais un travail en lien étroit avec les utilisateurs et les opérateurs pour atteindre l'enjeu majeur du programme : poser cette première architecture modulaire sans laquelle l'agilité n'est pas possible.

Quantité prochaines années nécessites pour atteindre l'enjeu majeur du programme : poser cette première architecture modulaire sans laquelle l'agilité n'est pas possible.



Philippe Warin, ICA Architecte de cohérence technique (ACT) du Système d'information des Armées (SIA) à la

Philippe Warin, X97, a occupé des postes de directeur de projet et de manager en informatique scientifique et générale à DGA EP et au CTSI puis comme conseiller auprès du Préfet de la Région Ile-de-France. Chargé de la migration des applications informatiques à la DIRISI, il a ensuite dirigé un programme de renseignement avant de revenir à la DGA sur le système d'information des armées.



Patrick Collignon, IA Architecte système du Système d'information des Armées (SIA) à la

Patrick COLLIGNON a commencé sa carrière en travaillant sur les systèmes d'information opérationnels de l'armée de terre en équipe mixte armée de terre/DGA puis en tant qu'architecte. Il a ensuite occupé un poste à l'OTAN au sein du bureau programme défense anti-missile balistique. Depuis 2017, il occupe le poste d'architecte système du système d'information des armées.



Défier la complexité

Eiffage Métal est un concepteur industriel et un ensemblier, leader historique de la construction métallique clés en main.







LE BESOIN EN SÉCURISATION

QUELLES OPPORTUNITÉS DERRIÈRE UN APPARENT COÛT IMPOSÉ ?

Frédéric Valette, IGA

Que ce soit dans le domaine civil ou militaire, la multiplication des services numériques apporte de nouveaux risques qu'il convient de maitriser. Comment le ministère des armées s'organise-t-il pour faire face à ces nouvelles menaces qui pèsent sur l'ensemble de ses capacités militaires ? Le coût de la sécurisation de ces nouveaux systèmes peut sembler constituer un frein au développement du numérique. N'est-il pas possible d'y voir plutôt une véritable opportunité pour les acteurs français ou européens ?

Le 15 juillet 2017, Elon Musk, l'emblématique CEO de Tesla et SpaceX. déclare devant la National Governor Association, que l'avenir des véhicules autonomes est conditionné par la capacité à les sécuriser contre une attaque informatique massive. Rien de très surprenant quand on sait que quelques semaines auparavant, des chercheurs de la société chinoise Tencent ont réussi à prendre le contrôle à distance d'une Tesla modèle X par le biais d'une simple attaque informatique. Ces démonstrations de chercheurs ne viennent malheureusement que compléter les nombreuses menaces qui pèsent déjà sur les systèmes numériques que ce soit à des fins d'espionnage, de cybercriminalité, de déstabilisation ou de sabotage.

« Maitriser le risque lié à la numérisation »

Si les systèmes militaires comportent déjà de nombreux composants informatiques, les nouvelles capacités numériques et l'interconnexion croissante de ces systèmes vont augmenter significativement leur exposition au risque cyber. Les systèmes des industriels de l'armement ou de leurs sous-traitants, utilisés pour la conception et la maintenance de nos systèmes militaires représentent déjà une voie d'accès pour les attaquants qui voudraient atteindre nos capacités. La mise en place d'un cycle d'intégration quasi-continu, réalisée avec des techniques de développement comme les méthodes agiles ou le « devops », va là encore augmenter l'interconnexion de nos systèmes avec ceux des industriels et donc faciliter une attaque par ce biais.

Face à cette multiplication des systèmes et à leur imbrication croissante, le ministère des armées fait la promotion d'une approche par grande capacité militaire qui intègre non seulement les systèmes opérationnels qui participent à cette capacité mais aussi les systèmes des industriels qui servent à les concevoir et à les maintenir ou bien encore les systèmes de la DGA qui servent à les qualifier. Cette méthode, menée de concert avec la mise en œuvre des mesures de la loi de programmation militaire précédente sur la protection des systèmes d'importance vitale, permet ainsi de réaliser une analyse de risque homogène sur l'ensemble de la capacité, d'identifier les points de vulnérabilité potentiels et d'en déduire les axes d'efforts à réaliser. Ce travail permet aussi de décliner une stratégie de lutte informatique défensive sur l'ensemble de la capacité qui permettra, en cas d'attaque sur un de ses constituants, de connaitre les impacts potentiels pour mettre œuvre la stratégie de résilience de cette capacité.

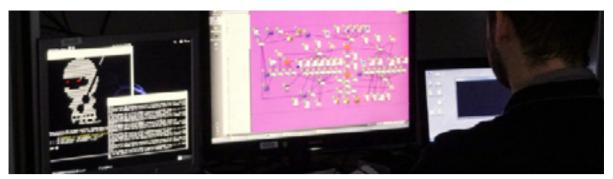
Le succès de cette nouvelle approche est conditionné par une implication forte des principaux maîtres d'œuvre industriels sur la sécurisation de leurs systèmes de conception, de développement

et de maintenance mais aussi sur la sécurisation de l'ensemble de leurs fournisseurs. Certains grands acteurs industriels européens sont déjà engagés dans cette démarche vis-à-vis de leurs sous-traitants que ce soit en leur proposant des solutions de sécurisation adaptées ou en leur imposant de respecter des critères de sécurité. Si cette démarche est aujourd'hui réduite à quelques secteurs industriels qui à l'image d'Elon Musk, ont pris conscience des risques liés à une attaque informatique, principalement en termes d'image ou d'impact systémique, il est certain que la plupart des secteurs vont évoluer dans cette direction.

« UNE APPROCHE PAR GRANDE CAPACITÉ MILITAIRE INTÉGRANT MAÎTRES D'OEUVRE ET SOUS-TRAITANTS »

« Vers une notation cyber généralisée »

La France n'est pas la seule à faire cette analyse, et de nombreux pays ou organisations internationales identifient le risque cyber comme une menace importante qui pèse sur les systèmes qu'ils veulent acquérir. S'ils comprennent parfaitement les nouvelles capacités offertes par le numérique, ils



Un expert cyber au travail

percoivent aussi les dangers d'une mauvaise sécurisation. Que ce soit dans le domaine militaire ou le domaine civil, les appels d'offre internationaux comportent ainsi de plus en plus d'exigences de cybersécurité à la fois sur les systèmes qui doivent être livrés bien sûr mais aussi sur les systèmes de développement ou de maintenance. Ainsi, le département de la défense américain impose à l'ensemble de ses fournisseurs, par le biais des « Defense Federal Acquisition Regulation Supplement », des exigences fortes sur le niveau de cybersécurité de leurs systèmes d'information et de ceux de leurs sous-traitants.

La mise en place de notations cyber des entreprises a connu une croissance particulièrement forte outre-Atlantique ces dernières années, sous l'impulsion des assureurs ou des agences d'analyse de risque financier. Ce phénomène se transpose aujourd'hui à de nombreux domaines comme celui du transport maritime. Bon nombre d'acteurs de cette filière tels que Bureau Veritas, Lloyd's Register ou bien encore la société norvégienne DNV GL ont mis en place leur propre système de notation cyber afin d'estimer le niveau de résistance d'un navire à une attaque informatique. Si ces systèmes de notation sont souvent plus qu'imparfaits car très superficiels, l'enjeu pour ces acteurs est d'abord de devenir une référence, quitte à pouvoir par la suite se faire financer pour des analyses plus approfondies, y compris par les notés eux-mêmes.

Tous ces exemples illustrent parfaitement que la capacité d'un industriel à maitriser sa cybersécurité et celles de ses produits deviendra bientôt un différentiateur si ce n'est un prérequis.

« La cyber, moteur de l'innovation numérique »

Les technologies développées pour la cybersécurité permettent certes de sécuriser des applications mais elles peuvent aussi être le déclencheur de nouvelles pratiques et de nouveaux modèles économiques.

C'est notamment le cas dans le domaine des moyens de paiements où l'apparition des cartes à puce sécurisées a permis de développer l'utilisation des cartes bancaire et fait de la société Gemalto un leader mondial. Les dérivés de ces technologies sont d'ailleurs encore utilisés aujourd'hui pour concevoir les équipements qui protègent les informations les plus sensibles du ministère des armées.

L'apparition de services sécurisé tels que Paypal, avec de nouvelles approches permettant à la fois de lutter contre la fraude, de rassurer les consommateurs et d'offrir une utilisation simplifiée ont fait exploser les paiements sur internet et permettent toujours à cette société de réaliser sur sa seule plateforme 80% des paiements en ligne. C'est encore le cas pour les technologies de « Blockchain », qui ont favorisé l'explosion de la monnaie électronique comme le Bitcoin et les autres crypto-monnaies. Ces techniques offrent en effet un système de régulation qui n'a pas besoin d'une autorité centralisée et qui s'appuie sur le collectif pour sécuriser les transactions. Elles sont déjà utilisées dans de nombreuses applications dans le domaine civil et pourraient s'avérer tout à fait pertinentes dans certaines applications militaires, comme la logistique, qui font intervenir de très nombreux acteurs dans des processus parfois difficiles à centraliser.

Tous ces exemples illustrent parfaitement que lorsque la cybersécurité n'est pas vue comme une fin en soi mais plutôt comme un moteur ou un facilitateur du numérique, elle peut être à l'origine de formidables développements économiques.

Enfin, il est difficile de ne pas mentionner l'impact qu'auront les différentes techniques d'intelligence artificielle, qui s'immiscent aujourd'hui dans l'ensemble des applications y compris la cybersécurité. De par leur caractère systémique, elles pourraient complètement bouleverser l'évolution de nos systèmes numériques selon qu'elles faciliteront leur sécurisation ou qu'au contraire elles seront mises à profit pour les pénétrer.



Frédéric Valette, IGA Chargé de mission cyberdéfense auprès du délégué général pour l'armement.

Après avoir occupé de nombreux postes d'expertise ou d'encadrement dans le domaine de la sécurité des systèmes d'information dont celui responsable du pôle SSI à la direction technique de la DGA, Frédéric Valette est actuellement chargé de mission cyberdéfense auprès du DGA. Il a par ailleurs participé à la revue stratégique de cyberdéfense en tant que rapporteur général.

NAVIGUER DANS LE NUMÉRIQUE

DE L'INTÉGRATION DES SYSTÈMES À BORD À L'INTÉGRATION DU NAVIRE DANS LE SYSTÈME DE SYSTÈMES DÉFENSE

Eric Bujon, IGA & Eric Papin, ICA

Déjà présent depuis de nombreuses années dans les systèmes de combat embarqués, le numérique devient omniprésent à bord, qu'il s'agisse de conduite de la plateforme navale ou de supervision de l'ensemble des composants du navire. Le navire armé serait-il désormais un composant de l'internet des objets (Internet Of Things IOT).



Un navire de plus en plus numérique dans un environnement de plus en plus connecté

Cette "colonisation" interne par le numérique se double d'une intégration croissante du navire armé dans la "mondialisation" des systèmes de défense : Grâce au numérique, il est désormais possible de proposer de nouvelles fonctions de combat "collaboratives", de contribuer au MCO depuis la terre et de renforcer la coopération avec les Forces terrestres et aériennes en interarmées et avec les marines étrangères en interalliés.

Revenons un peu en arrière à la genèse de cette transformation numérique :

Dès le début des années 80, l'intégration fonctionnelle des systèmes de combat à bord a tiré les premiers bénéfices du numérique pour d'une part fusionner les données des différents senseurs (radars, sonars, optronique et guerre électronique) et d'autre part apporter des aides au commandement pour l'évaluation de la menace ennemie et l'optimisation de l'engagement des armes. Ce recours au numérique s'est d'abord réalisé sur la base de systèmes américains (SENIT 1 à 4) puis, dès les frégates Cassard/ Jean-Bart ou FLF (SENIT6 et TA-VITAC) mais aussi SNA/SNLE,

sur des solutions issues du plan calcul français et enfin, à partir du porte-avions Charles de Gaulle, sur des produits informatiques du commerce (COTS). Dès le départ, les solutions OTAN de liaisons de données tactiques (L11 et L16) ont permis de partager la situation tactique entre bâtiments de surface, dans un tempo certes non temps réel mais offrant un outil précieux dans un contexte interalliés.

En parallèle de ces débuts de numérisation à bord, les premiers systèmes offrant des fonctions de niveau opératif et stratégique (préparation de mission, lien avec le commandement à terre) commencent à faire leur apparition : AIDCOMER ou SYCOM viennent ainsi commencer à relier le navire

armé à la terre, le faisant entrer progressivement dans un environnement numérique de combat plus large. Le numérique a ensuite progressivement investi les systèmes de conduite de la plateforme navale : la liaison avec la passerelle de navigation ne se fait plus à la voix! Qu'il s'agisse des manœuvres ou de la gestion de la propulsion, l'ensemble des fonctions de navigation est désormais informatisé et intégré dans les systèmes de management embarqués.

Plus récemment et progressivement, l'ensemble des systèmes embarqués, qu'ils soient électriques, mécaniques ou hydrauliques, par leur propre numérisation, deviennent capables de publier leur état en temps réel sous forme de données informatiques.

Le navire armé devient ainsi luimême un système de systèmes numériques sous maîtrise d'œuvre de Naval Group qui n'intègre pas seulement ces systèmes à la plateforme navale mais aussi ces systèmes entre eux.

Du fait de cette numérisation croissante, ce rôle de maître d'œuvre d'ensemble pour chaque navire

Naval Group déploie des Centres Opérationnels de Soutien Intégré Numérique (COSIN), véritables écosystèmes numériques autour de la Marine Nationale et du SSF permettant entre les bords et à terre :

- La maintenance prédictive pour les systèmes de plateforme et pour les systèmes de combat
- L'utilisation d'impression 3D pour produire des outillages ou des pièces à terre et à bord des navires.
- La téléassistance entre la terre et les navires par messagerie sécurisée,
- Le maintien en condition de cybersécurité

armé évolue vers un rôle d'architecte-intégrateur et de maître d'œuvre plus global au niveau tactique pour un ensemble de navires armés : c'est ainsi qu'est en train d'émerger la notion de Système de Combat de Force Navale avec des premières réalisations concrètes comme la tenue de situation multiplateformes qui permet d'établir une situation tactique optimisée en temps réel en mode collaboratif entre plusieurs navires armés : c'est la Veille Coopérative Navale. Dans le prolongement de la Veille Coopérative Navale sur le point d'être déployée, et en s'appuyant largement sur les innovations technologiques apportées par la numérisation, on peut désormais proposer des fonctionnalités multi navires nouvelles de niveau système de systèmes à haute valeur aioutée opérationnelle, dont voici quelques exemples:

- Evaluation de la menace et assignation des armes en mode collaboratif: grâce à la situation tactique globale et unifiée et à l'estimation des signatures des navires, il est désormais possible d'estimer la menace au niveau de la Force navale et de planifier l'affectation aux armes en mode collaboratif au niveau de la Force navale : par exemple, un bâtiment peut être mieux positionné ou mieux équipé qu'un autre pour traiter un ennemi, quand bien même il ne serait pas le plus menacé.
- Gestion dynamique de la qualité de service des télécommunications en fonction du contexte opérationnel et gestion spatio-temporelle du spectre électromagnétique:

 Les équipages et plus globalement les acteurs de la Force Navale doivent avoir la faculté d'affecter des priorités de manière cohérente aux différents moyens de transmission en fonction de la situation opérationnelle.
- Déclinaison de l'apport de l'intelligence artificielle au profit des systèmes navals : Qu'il s'agisse de maintenance prédictive des navires grâce au big data, d'algorithmes

avancés pour l'identification/ classification de la situation tactique, d'outils pour optimiser le paramétrage des systèmes embarqués, d'interfaces hommes/ machines innovantes, d'outils avancés pour l'aide à la décision ou d'améliorer les simulateurs d'entraînement tactiques.

- Intégration des drones aux systèmes embarqués: la contribution des drones n'est vraiment optimale que si elle est intégrée avec le système de combat de chaque navire mais aussi entre plusieurs navires qui peuvent se les partager.

Cette amélioration des capacités opérationnelles passe par des architectures numériques des navires armés et des systèmes de management des données, plus ouvertes et orientées « évolutions capacitaires & services », mutualisant, dans un cadre cybersécurisé, robuste et résilient, l'ensemble des fonctions transverses évoquées précédemment sur une architecture fonctionnelle commune (produits SETIS3.0 et SYCOBS3.0 pour les systèmes de combat surface et sous-marin).

Le numérique est aussi d'un précieux secours dans la conception même des navires. Dans ce cadre, Naval Group s'est engagé dans la mise en place d'un projet ambitieux de réalisation du jumeau numérique du système naval qui consiste, sous le nom de « Virtual Ship », à disposer :

- de moyens agiles de pré-dimensionnement des systèmes navals,
- de modélisations fonctionnelles et physiques du navire armé et de ses systèmes,
- d'outils qualifiés de prédiction des performances pour l'ensemble d'un navire armé ou d'un système de systèmes navals.

Cet environnement de production numérique vise à accélérer les cycles de conception/validation, à réduire le nombre et la durée des essais à la mer et matérialise la mise en application des technologies de l'usine 4.0 au domaine naval militaire : en s'appuyant sur le PLM 3DExperience de Dassault Systèmes, Naval Group vise à offrir la continuité numérique dans un environnement de travail collaboratif partagé entre la Marine, la DGA, elle-même et ses systémiers/équipementiers.

Ainsi il existe d'importantes opportunités dans cette intégration optimisée appliquée au niveau global Force navale. En fait, ces opportunités concrétisent l'apport de la révolution numérique au profit du combat naval et Naval Group est en capacité, en liaison avec ses partenaires équipementiers et systémiers de niveau opératif, de fédérer l'ensemble des avancées numériques au profit d'une efficacité opérationnelle renforcée, à même d'offrir la supériorité informationnelle, décisionnelle et d'action que les Marines modernes



Eric Bujon, IGA Directeur de la stratégie et du développement systèmes chez Naval Group

Eric Bujon a commencé sa carrière sur les systèmes de combat naval embarqués (SENIT). Il a ensuite progressivement élargi son champ de compétences à l'ensemble des systèmes navals, surface et sous-marins. Suite à son affectation aux USA après l'ICAF, il contribue à l'interopérabilité des systèmes FR/US. De retour à la DGA en tant que sous-directeur technique de DGA TN, puis responsable du métier simulation et du pôle SdS à la DGA, il a récemment rejoint Naval Group pour contribuer à son activité systèmes navals.



Eric Papin, ICA Directeur Technique et Qualité, Directeur de l'Innovation et de l'Expertise Technologique de Naval Group

Eric Papin a commencé sa carrière à DCN comme architecte propulsion des SNLE type Le Triomphant. Il a ensuite été l'architecte d'ensemble des sous-marins classiques pendant 10 ans, puis Chef du Département Sous-Marins et Directeur Architecture d'Ensemble et Dissuasion jusqu'en 2011. Il a occupé les fonctions de Directeur Industriel puis de Directeur du site d'Indret pendant 4 ans avant d'être nommé Directeur Technique de Naval Group en 2015.

LE VEHICULE AUGMENTE

L'INNOVATION NUMERIQUE AU SERVICE DE LA SUPERIORITE OPERATIONNELLE

Alexis Mabile

L'innovation, le numérique et l'intelligence artificielle : une réelle plus-value pour le chef tactique à condition de penser les produits et services au bénéfice de la supériorité opérationnelle et de ne pas en rester à l'effet de mode.

L'innovation numérique n'est pas une nouveauté pour Nexter. En effet, rappelons que le char Leclerc, conçu il y a plus de 30 ans, est fortement numérisé et donc en rupture technologique par rapport à ses illustres prédécesseurs. Il intègre le digibus qui était alors en cours de déploiement sur les avions de chasse et les navires. Sa conduite de tir sophistiquée, reposant sur des algorithmes développés par l'IGA Boussiron, constitue une assistance du tireur au pointage lui permettant d'atteindre sa cible fixe ou mobile, en roulant. La rénovation en cours du char Leclerc consiste, entre autres, à moderniser sa composante numérique (nouveau calculateur central, bus Ethernet aux côtés du digibus) pour lui conférer une meilleure capacité d'évolutions fonctionnelles et aussi pour lui permettre d'intégrer la force Scorpion.

L'innovation numérique est aujourd'hui un des axes majeurs de développement de Nexter et s'appuie sur sa capacité à maîtriser des systèmes complexes suivant une approche top-down et à proposer des solutions innovantes suivant une approche bottom-up, notamment via ses start-up internes Nexter Robotics et Nexter Training. L'innovation numérique n'est pas une fin en soi mais bien un moyen de proposer des produits et des services apportant une réelle plus-value opérationnelle.

Le véhicule augmenté présenté au dernier Eurosatory (cf encadré) illustre parfaitement cette approche : il s'agit d'intégrer dans un véhicule un module mission qui augmente ses capacités d'observation et d'action. Ce module mission repose sur une architecture ouverte et modulaire lui permettant d'être installé sur tout type de véhicule et dont les fonctionnalités peuvent être adaptées aux besoins des utilisateurs et des missions.

Maîtriser la charge opérateur

Le concept même de mission augmentée implique l'ajout de capteurs et d'effecteurs, qu'ils soient installés sur le véhicule lui-même ou sur des drones et des robots évoluant à proximité. Le risque de noyer l'opérateur sous un déluge d'informations est donc réel et il est indispensable de porter une attention particulière à l'interface homme-machine et au traitement des données.

L'interface homme-machine doit être conçue de manière à rendre l'utilisation des systèmes la plus intuitive possible garantissant ainsi une action efficace sous le stress du combat et limitant également au strict nécessaire les actions de formation.

Le traitement des données est un point clé dans la réussite des missions opérationnelles : choix et type des données à afficher, fréquences d'affichages, sauvegardes de ces données, ...



Le Titus augmenté par un module Mission qui décuple ses capacités d'observation et d'action

Le module mission augmentée est une solution complète et configuici sur un Titus®, peut être installé sur tout véhicule, sans modification profonde. Les capteurs/effecteurs (drones, robots, tourelleau) sont opérables depuis l'intérieur du véhicule via sa vétronique mais auscontinuité entre le combat embarqué et le combat débarqué est ainsi assurée. Enfin, le module mission augmentée peut être fourni avec un

Exemples de cas d'usages : Génie (ouverture d'itinéraire), Infanterie (auto-protection, reconnaissance), Artillerie (désignation d'objectif, évaluation des effets), NRBC (reconnaissance).

Le module présenté ici est constitué de :

- Deux drones, situés sur le toit du véhicule pouvant être déployés et
- Un tourelleau de 20 mm téléopéré. Ce tourelleau peut être téléopéré depuis l'extérieur via une tablette pour sa fonction observation Un système de détection automatique d'intrusion d'individu dans

relleau sont affichables sur les écrans multifonctions du véhicule mais également sur la tablette de l'opérateur lorsqu'il est débarqué. Ces

Pour être efficace, la phase de conception doit impliquer les forces, la DGA et l'industriel idéalement sur la base de proofs of concept, maguettes, prototypes qui sont de plus en plus numériques (CAVE, simulations, ...).

le robot est capable de la fonction « go home » qui lui permet de rentrer de manière autonome dans le coffre du véhicule. Cela décharge l'utilisateur de cette phase de pilotage du robot qui nécessite beaucoup d'attention et qui n'a aucun intérêt opérationnel.

« INDISPENSABLE DE PRÉVOIR DES MODES DÉGRADÉS »

Des innovations numériques comme l'intelligence artificielle permettent également de maîtriser la charge opérateur. Le déplacement autonome de drones et de robots en fait partie : le drone va décoller et atterrir automatiquement, voire se déplacer en suivant un plan de vol prédéfini. De la même manière,

Faciliter la prise de décision

Autre innovation, reposant sur la technologie du « deep learning », la capacité, via un logiciel qui analyse les images des caméras proximales du véhicule, de détecter l'intrusion d'un individu à l'intérieur d'un périmètre de sécurité préalablement défini autour du véhicule. Cette capacité décharge l'opérateur de la scrutation de l'écran sur lequel sont affichées les images filmées par les caméras. Il est prévenu dès que l'intrusion est détectée par le logiciel qui lui affiche simultanément l'image de l'individu. L'étape

suivante consistera à déterminer si l'individu a une attitude hostile ou pas, voire à identifier l'arme qui l'équipe. L'opérateur aura ainsi davantage de temps pour prendre la mesure appropriée en fonction des informations remontées automatiquement par le système.

Les futurs systèmes d'armes auront de plus en plus la capacité de proposer des ripostes adaptées aux menaces détectées par leurs propres capteurs aussi bien que par ceux d'autres systèmes d'armes. Les propositions pourront aller jusqu'à orienter automatiguement une tourelle ou un tourelleau vers la menace, l'engagement du tir restant sous la responsabilité de l'opérateur.

Une indispensable résilience

L'innovation numérique peut véritablement démultiplier l'efficacité opérationnelle. Cependant, un des freins au déploiement du numérique est le risque de ne plus être en mesure de remplir la mission en cas de défaillance matérielle ou logicielle. Alors même que la fiabilité des composants et des logiciels s'améliore continûment, il est indispensable de prévoir lors de la conception des systèmes, les modes dégradés qui permettent de poursuivre la mission malgré tout. En synthèse, l'innovation numérique, illustrée ici par le véhicule augmenté, peut véritablement apporter une supériorité opérationnelle à condition de l'intégrer de manière pertinente et agile dans les produits et les services.



Alexis Mabile Directeur d'Affaires Digital Global Solutions

Ingénieur et diplômé de l'IAE, il débute sa carrière chez Dassault Electronique (maintenant Thales) dans les systèmes de guerre électronique navals (France et export). En 1999, il rejoint Giat Industries devenu Nexter et occupe différents postes principalement autour du char Leclerc (études, hotline, contrat de MCO forfaitaire). Il prend la Direction de DGS en mars 2017.

INVESTIR DANS LES START UPS DU DIGITAL : UN MÉTIER

Anne-Sophie Carrese, ICA

Les vagues technologiques qui se succèdent font apparaitre des acteurs à forte dynamique. Comment les détecter et les accompagner du local vers le global ?

Des licornes dans un monde en mouvement

Certaines des start ups investies par les premières générations de fonds d'investissement en capital risque sont devenues des licornes, c'est à dire des sociétés dont la valorisation dépasse le milliard d'euros, avec une position de « game changer » d'envergure mondiale. C'est par exemple le cas de Criteo, fondé par Elaia partners en 2004, et numéro trois mondial de l'adtech, technologie de la publicité ciblée via Internet basée sur les cookies.

Si le déploiement massif de la première génération de solutions digitales a transformé les pépites en groupe multinationaux, ils doivent aujourd'hui innover pour traiter les nouveaux besoins du digital.

Parmi les nouveaux défis, on peut citer l'évolution des volumes de données à traiter sous des formats divers (les data set), l'arrivée de solutions et algorithmes plus efficaces intégrant de plus en plus d'intelligence artificielle, la question de la cybersecurité et de la cryptographie, la transformation digitale qui atteint tous les segments de l'économie, y compris les moins intuitifs comme l'immobilier ou la santé humaine, la nécessaire évolution des infrastructures du digital pour traiter le volume croissant...

En conséquence, nous observons tous les cinq ans une nouvelle génération de start up disruptives des solutions digitales, et pour cette raison, nous voyons une opportunité de marché, chez Elaia Partners, pour structurer tous les cinq ans un nouveau fonds d'investissement en capital risque digital, pour investir dans les nouvelles pépites prometteuses.

Une stratégie d'investissement en quatre piliers

La première étape de l'investisseur qui structure un nouveau fonds d'investissement consiste à définir sa stratégie d'investissement pour ce Fonds. Pour nous, il s'agit d'apporter la plus forte croissance et d'offrir de la performance à nos investisseurs.

Premier pillier: un Focus clair, à savoir des start ups Deeptech. BtoB, ambitieuses et disruptives. En d'autres termes, l'équipe de fondateurs comporte des chercheurs, apporte des solutions complexes à forte densité technologique, est capable de créer ou disrupter un marché. En outre, la start up est souvent liée à la recherche, avec une forte création de propriété intellectuelle (moins en digital où l'on voit surtout de l'innovation de savoir-faire), avec une innovation très différenciante. avec forte barrière à l'entrée, et un potentiel de forte croissance une fois franchie la barrière. Sont particulièrement appréciées les start ups locales, qui ont l'ambition et le potentiel de se développer globalement, car l'investissement dans des jeunes pousses est d'abord un métier de proximité, en raison de leur fragilité dans les premières années. En revanche, les technologies disruptives doivent viser l'international rapidement, car les marchés de l'innovation sont mondiaux, et les temps d'adoption par les clients (le « time to market ») dépend énormément du contexte.

Deuxième pillier: un investissement précoce: dès le stade du pré-amorçage, de l'amorçage, ou de la série A de capital risque. Il faut comprendre le risque technologique, identifier et capturer les meilleures opportunités, à prix raisonnable, en investissant si possible seul au premier tour, pour maximiser notre part de capital, en actionnaire minoritaire structurant.

Elaia Partners : Une équipe aux profils complémentaires, experte des sous-jacents

Elaia partners a été fondée par un X issu du conseil, puis de l'investissement dans l'automobile, et un agrégé de mathématiques ancien d'Ulm, Ph D d'algèbre, passé par la banque. Tous deux fondateurs sont eux-mêmes « serial entrepreneurs », puisqu'ils avaient créé plusieurs start ups du digital.

L'équipe des associés - ingénieurs et scientifiques, entrepreneurs, anciens de banques d'affaires, détient le capital de la société de gestion, ce qui permet des prises de décisions indépendantes, et la gouvernance permet des prises de décision collégiales. Ces profils variés apportent une bonne compréhension des start ups digitales, des évolutions du marché, ainsi que l'expérience de la structuration de fonds d'investissement, des cycles d'engouement pour les start ups de certains secteurs, voire de bulle, puis de crise.

Quelques succés : Sigfox, Mirakl, Criteo, Teads, adomik, Talent.io, Agriconomie, EasyRECrue, Shift Technology, tinyclues, Orchestra Networks, Agnitio Troisième pillier: la confiance, en étant Entrepreneur – friendly (proche de nos entrepreneurs) et investisseur actif dans les organes de gouvernance de la start up ensuite. Cette forte relation de confiance nous permet d'accéder à des informations stratégiques clefs pour accompagner la croissance de la start up.

Quatrième pilier : une gestion de portefeuille sophistiquée, avec un investissement initial dans les start ups pour constituer le portefeuille d'environ 20 start ups, en allouant un ticket initial d'un maximum d'un tiers du montant global prévu par ligne. Les réinvestissements suivants varient selon les start ups. en maximisant sur les start ups performantes qui réalisent leur croissance, et en minimisant sur les participations non concluantes, en incluant une stratégie de stop loss, pour limiter la sous performance des moins bonnes lignes du fonds. Cette stratégie partagée avec les entrepreneurs nous permet de concentrer l'exposition du fonds et le temps disponible de l'équipe de gestion sur les start ups de croissance et de réaliser sur l'ensemble portefeuille d'excellentes performances.

Créer et structurer un Fonds, lever des fonds : la pratique

Lorsque l'opportunité de structurer un nouveau fonds d'investissement se présente, les principales questions sont les suivantes :

Le Dealflow est-il suffisamment abondant pour justifier un Fonds d'investissement dédié? Le métier d'investisseur est d'abord un métier de sélection des meilleurs sociétés cibles à investir, et il est impératif de recevoir suffisamment de possibilités d'investissement en début du processus de filtre, pour pouvoir sélectionner uniquement les meilleures. Par exemple, il peut exister beaucoup de start up digitales en création, mais peu en phase rentable, si bien qu'un fonds dédié aux start ups digitales naissantes trouvera sans difficulté un dealflow abondant. mais un fond dédié aux start ups digitales rentables n'aura

- pas assez de deaflow et sera tenté d'investir tout ce qui se présente.
- Quelle taille du Fonds prévoir, en considérant le montant moyen à investir par start up : 50 MEUR, 150 MEUR, 300 MEUR?

Cette question reboucle avec la taille du delaflow, le nombre de sociétés cibles que l'on souhaite investir et la taille de l'équipe de gestion qu'il va falloir allouer pour gérer ledit nouveau fonds.

Le fonds PSL Innovation Fund, dédié aux starts ups issues de l'Université Paris Sciences et Lettres, dont j'ai assuré la création en 2017, a été doté de 40 MEUR

- Quelle valeur? Après avoir évalué le nombre de start ups à investir, il faut préciser la stratégie d'investissement et réinvestissement ligne à ligne, en élaborant le modèle de fonds avec les simulations de performance financière globale.
 - Actuellement, on observe une augmentation des valorisations des start ups du digital, qui nécessite de remettre en question les modèles de stratégies d'investissement, pour demeurer dans le jeu concurrentiel, tout en préservant les perspectives de rendement. Les levées de fonds dans le digital ont connu un regain d'intérêt, ce qui a rendu disponible un afflux de liquidités pour les start ups du digital, si bien que certains investisseurs peuvent être tentés d'accepter le jeu des surenchères de valorisation, pour réaliser leurs objectifs de nombre de start ups à investir. Ce contexte milite plus que jamais pour s'appuyer sur des équipes de gestion professionnelles et expérimentées.
- Quels investisseurs? Enfin, au vu de ces éléments de structuration du Fonds, l'équipe de gestion peut définir la typologie des investisseurs à solliciter pour souscrire dans le Fonds, et commencer les « roadshow » à savoir les demandes de rendez-vous pour levée de fonds. Certaines équipes de gestion font appel à une leveur de fonds. Chez Elaia

Partners, nous avons mobilisé des leveurs de fonds pour plusieurs de nos fonds, puis j'ai mené la levée de fonds de notre dernier fonds PSL Innovation Fund sans leveur de fonds, en mobilisant mes contacts personnels chez les investisseurs.

Conclusion: Exceller aux trois étapes: investir, gérer, vendre

Après avoir finalisé la levée de fonds et réussi l'étape de constitution du Fonds (le « Closing du Fonds »), l'équipe de gestion débute la période d'investissement en sélectionnant les premières start ups cibles.

Les clefs de la réussite ? Il faut être le meilleur aux trois étapes du métier :

- A l'investissement initial, être le meilleur sélectionneur des pépites les plus prometteuses, et bien négocier le prix;
- Exceller en période de gestion de portefeuille: notamment aider les start ups investies à recruter une équipe de pointe et à convaincre leurs premiers clients, les accompagner pour leurs levées des fonds aux étapes ultérieures, et appréhender avec lucidité les start ups dont le time to market n'est pas atteint pour adopter la tactique stop loss,
- Maximiser les cessions des start ups les meilleures.

La performance d'un Fonds (un facteur 3 au global chez Elaia Partners, net de frais) s'obtient en revendant avec un facteur 10 une poignée de start up réussies, plutôt qu'en obtenant un facteur 1,5 sur tout un portefeuille.

Que la performance d'un Fonds (un facteur 3 au global partners) s'un facteur 1,5 sur tout un portefeuille.



Anne-Sophie Carrese, ICA, associée chez ELAIA Partners

après le CEPr de Saclay, a exercé 18 ans en innovation technologique, finance et institutions publiques: Caisse des Dépôts, Bpifrance Investissement, conseils d'administration d'une vingtaine de sociétés technologiques. Elle est partner chez Elaia Partners en charge de l'activité d'investissement en amorçage technologique, dont elle a fait le lancement en 2017

UN IA DANS LE FONDS DEFINVEST

Entretien avec Nicolas Berdou, ICA, détaché auprès de BPI France pour le fonds Definvest, après une carrière de « rocket scientist » à DGA EP, puis comme architecte M88 et architecte de cohérence du Bafale.

DEFINVEST, facteur important du maintien du tissu de compétences stratégiques de la défense

La revue stratégique de défense et de sécurité nationale de 2017 France de disposer d'une base industrielle et technologique de défense (BITD) forte en pointant de cet écosystème est un enjeu logique exige que la BITD soit soutenue et entretenue à tous les niveaux : start-up, PME, ETI ments étrangers. L'article 222 de cette revue précise : « pour préporteuses de savoir-faire et de pépites technologiques faisant une nécessité. La création d'un fonds national d'investissement de défense, annoncée en mai 2017, y contribue, en complément d'une démarche globale de protection du potentiel scien-

La CAIA : La rédaction : pourquoi un fonds d'investissement dédié ?

Nicolas Berdou: L'initiative Definvest part du constat que le capital constitue un élément déterminant pour la croissance des entreprises sur lequel nous n'avions pas de levier direct. Definvest est donc un outil complémentaire pour améliorer l'efficacité de la politique de

soutien à l'industrie de la DGA. Par ailleurs, la France dispose d'un bon système de R&T suite aux politiques incitatives mises en place par différents gouvernements et à la levée de restrictions qui s'imposaient jusqu'au tournant du siècle aux chercheurs du secteur public pour créer une startup pour faire fructifier leurs recherches. Mais ces startups peinent en général à réaliser les tours de table indispensables pour leur croissance. C'est notamment le cas des startups porteuses de solutions de rupture particulièrement technologiques qualifiées de « Deep Tech », que le ministère affectionne particulièrement mais que les fonds, notamment ceux de nature institutionnelle ou animés par des équipes de purs financiers, ont plus de mal à appréhender.

D'où une faible valorisation des startups françaises et plus généralement européennes, comparativement aux Etats-Unis, ce qui explique que de nombreux groupes étrangers, voire même des fonds souverains ou affiliés, viennent en Europe faire de bonnes affaires.

La CAIA: La rédaction: pourtant la DGA a mis en place les dispositifs RAPID et ASTRID, précisément dans l'idée de soutenir les porteurs d'innovations de rupture dans les technologies duales...

NB: C'est exact et c'est effectivement une avancée décisive. Ces systèmes ont prouvé leur efficacité pour soutenir des projets allant du stade de la preuve de concept jusqu'au démonstrateur. Mais les dispositifs RAPID et ASTRID ne permettent pas de soutenir des projets parvenus à un stade de maturité plus avancé (industrialisation par exemple) et qui présentent

des besoins de financement bien plus conséquents. Faute de trouver un investisseur français voire européen pour les accompagner, des startups qui avaient pu déjà éprouver leurs inventions dans des contextes réels – y compris certaines qui ont bénéficié de financements RAPID ou ASTRID – n'ont pas eu d'autre choix que de se tourner vers l'étranger pour financer leur croissance, ou tout simplement pour ne pas mourir.

La CAIA: La rédaction: quel a donc été le déclencheur de la création d'un fonds dédié?

NB: L'idée d'un fonds dédié aux PME intéressant la Défense a germé progressivement au sein de la DGA comme outil indispensable pour un meilleur soutien de la BITD. En 2016, elle a été évoquée publiquement par le ministre de la défense dans le cadre du forum DGA Innovation. La généralisation des « fonds corporate » a pu faciliter l'émergence d'une vision partagée parmi les décisionnaires concernés. Un accord avec Bpifrance a été passé courant 2017.

La CAIA : Comment fonctionne-t-il ?

NB: Concrètement, la DGA a souscrit à hauteur de 50 M€ et la gestion du fonds a été confiée à Bpifrance Investissement.

Definvest n'a pas vocation à investir seul mais au contraire à créer un effet de levier en suscitant d'autres financements provenant de fonds classiques, corporate ou autres. Cela oblige à une certaine rigueur, ne serait-ce que pour trouver un point d'équilibre viable entre les souhaits de la DGA, porteuse des intérêts de souveraineté nationale,

et les règles de fonctionnement des autres investisseurs, dont la mission première les porte à privilégier la maîtrise du niveau risque et l'espérance de gain. Il est essentiel de porter et de faire partager entre tous les intervenants d'une levée de fonds, une capacité de projection dans le futur, en ménageant pour chacun des portes de sortie attractives, ou du moins honorables. Une des clés de la réussite du fonds sera de d'effectuer des sorties qui conviennent à tous en les anticipant suffisamment avec les bons acteurs pour conserver un effet de levier maximal à l'entrée. Dans cette optique, j'anime le fonds en binôme avec un expert doté d'un profil de pur financier. C'est extrêmement stimulant, sans compter la richesse et la variété des dossiers traités.

Cela étant dit, Definvest vise un panel très large d'opérations diverses concernant des entreprises stratégiques, porteuses d'une innovation disruptive ou critiques pour la supply-chain de défense. Il peut s'agir par exemple d'aide à l'amorçage, au développement, à la transmission de PME comme à l'internationalisation qui permet de réduire le niveau de dépendance à un client unique ou au secteur étroit de la défense. Le montant des tickets investis va typiquement de 500 k€ à 5 M€, ce qui permet en principe de réaliser un nombre conséquent d'opérations.

La CAIA: Peux-tu nous évoquer un dossier typique qui illustre l'action de Definvest?

NB: La première acquisition du fonds concerne Kalray, une spin-off du CEA devenue un acteur clé du numérique. Les puces qu'ils développent sont au cœur de systèmes très gourmands en puissance de calcul et critiques en termes de sécurité et sûreté, comme certains que l'on trouve déjà dans la défense et l'aéronautique, et d'autres qui émergent dans le civil, qu'ils soient embarqués comme la voiture autonome ou fixes comme des centres dédiés au traitement de données en masse.

En Europe, les intégrateurs de ce type de systèmes sont relativement au fait des enieux d'indépendance économique associés à un acteur comme Kalray. Mais vu que la maturation industrielle de ses produits est lente et très consommatrice de ressources financières, il s'agit d'un projet perçu par les investisseurs comme « early-stage » et dépensier, comparable, en ces termes, à des proiets de biotechnologies par exemple ... mais en électronique! C'est donc clairement un projet hors norme dont, malgré l'importance des enjeux et des perspectives de marché, les dernières étapes de maturation sortaient du champ d'action des fonds privés français.

Alors que la société paraissait en mauvaise posture et en voie d'être rachetée par des acteurs étrangers, nous nous sommes mobilisés pour apporter un premier ticket qui a permis d'attirer le fonds « corporate » de l'Alliance Renault Nissan Mitsubishi, crédibilisant les débouchés autour de la voiture autonome. Dans un second temps, fort de ces actionnaires de référence, Kalray a pu lever 47,7 M€ le 12 juin dernier, soit la somme la plus importante jamais levée pour une introduction sur l'Euronext Growth à Paris, dépassant de loin nos espérances! La société dispose à présent de plus de 24 mois de trésorerie pour finaliser le développement de sa prochaine puce « Coolidge » et accélérer sa commercialisation.

La CAIA: Quelles conclusions tires-tu de ta presque première année d'expérience avec Definyest?

NB: Animer un projet comme Definvest est extrêmement stimulant au jour le jour, et j'estime que c'est une chance d'être ainsi à l'interface entre les stratèges industriels de la DGA et les fonds privés.

Je suis également très fier de l'opération de recapitalisation de Kalray. Tout en restant modeste par rapport à l'ampleur de ce qui nous attend, j'espère qu'elle

constitue un premier test d'efficacité convaincant, par rapport à l'intérêt de continuer et pourquoi pas prolonger l'expérience avec d'autres acteurs au niveau européen.

Il me semble que je verrai sans doute d'autres dossiers de ce type, probablement dans le secteur du numérique mais aussi dans d'autres secteurs, même si je vois plus souvent au quotidien des dossiers de startups ou de PME plus classiques portant des projets plus ciblés en termes d'enjeux ou moins longs et complexes.

La pépite Kalray

Créé en 2008, Kalray développe et commercialise des microprocesseurs à cœurs multiples pour les data center et les systèmes embarqués. La technologie de « network on chip » fondée sur le partage rapide et déterministe des données permet d'atteindre un ratio performance/consommation extrêmement compétitif et d'exécuter un grand nombre de tâches ségrégées sur les différents cœurs. Elle supporte également les langages standards et systèmes ouverts de l'industrie. Elle repose sur une architecture alliant sécurité et sûreté de fonctionnement grâce aux partenariats avec de grands comptes de la Défense comme MBDA ou SAFRAN, qui sont également actionnaires aux côtés de Definvest. Les produits Kalray seront au cœur du hardware des futurs équipements qui nécessiteront des performances de haut niveau dans un environnement déterministe et sécurisé.



UNE LIBRE ENTRAVE AUX ÉVOLUTIONS NUMÉRIQUES, LA RÉGLEMENTATION ?

LES ASPECTS JURIDIQUES RÉGULENT, PLUS ENCORE QUE LA TECHNIQUE, LES ÉVOLUTIONS DU MONDE NUMÉRIQUE

Jean-Marie Desmartis, ICA

Cloud Act, RGPD, NIS, loi PACTE ... le droit applicable au domaine numérique est en constante évolution. Il est indispensable de le prendre en compte dans la stratégie d'entreprise ou de l'Etat.

La loi américaine Clarifying Lawfull Overseas Use of Data Act. dite Cloud Act. a été adoptée le 23 mars 2018. Elle permet notamment aux régulateurs et autorités judiciaires concernées de saisir, en dehors de procédures d'entraide judiciaire, des données partout dans le monde dès lors que celles-ci sont hébergées par un fournisseur américain. Cette loi permet donc potentiellement à des tiers d'accéder à des données des entreprises françaises et européennes, sans que les autorités compétentes ni que les entreprises visées soient informées en amont. Sont ainsi exposés à des yeux et des oreilles indiscrètes la stratégie d'une entreprise, ses secrets industriels ... ou même les mails d'une administration si ceux-ci sont hébergés par un fournisseur américain. Rappelons au passage que, même s'il est difficile de classer macroscopiquement les hébergeurs, les trois plus gros sont américains et représentent environ 70% du marché mondial. Il serait aisé pour les Etats-Unis de se servir de cette extraterritorialité de leur droit à des fins géopolitique ou de guerre économique. Mais entre alliés, cela ne saurait se produire ...

Comme toujours, la France résiste. Des conflits de droits sont créés, afin de rendre inopérant ce *Cloud Act*, du moins en droit. Il existe déjà la « loi de blocage » 1968-678, votée à l'origine uniquement pour le domaine maritime, qui interdit à une personne (physique ou morale) de se conformer à une loi étrangère si elle de nature à porter atteinte à la souveraineté,

aux intérêts économiques essentiels ou à la sécurité. Ainsi il faut choisir si on préfère être en infraction avec la législation française ou américaine, et quel marché on préfère se fermer ... Si cette loi de blocage fait l'objet de mise à jour (Sapin II, PACTE) pour la rendre plus opérante, il est évident que la solution ne peut-être qu'à l'échelle européenne.

« LA SOLUTION NE PEUT ÊTRE QU'EUROPÉENNE »

Le règlement général sur la protection des données (RGPD), adopté avant le Cloud Act, mais entré en vigueur le 25 mai 2018 donc après, permet de limiter la portée de celui-ci. En substance, le RGPD est une collection de règles de bon sens de gestion des données personnelles qui nous sont confiées. Et ces règles s'appliquent à l'échelle de l'Union europénne.

Les « gros » hébergeurs américains donnent l'illusion, en prétextant ce RGPD, d'une résistance au cloud Act pour leurs datacenters situés en Europe, mais aucune jurisprudence n'est encore venue trancher ce conflit de norme. Et de toute façon, le temps que celui-ci soit arbitré, il est fort probable que les évolutions technologiques et la difficulté de séparer les données privées des autres données rendent cet arbitrage caduc! Et

on peut complexifier le problème à volonté : quel sera le statut des données d'une entreprise française confiées à un hébergeur américain au Royaume-Uni après le Brexit ?

Il est donc nécessaire de faire des lois non adhérentes à la technique. Cela est difficile; je songe aux lois sur le renseignement de 2015 qui ne comportent aucun terme technique, mais dont l'application pose des difficultés quotidiennes : j'attends avec impatience qu'on me donne une définition universelle et non ambiguë des « intérêts fondamentaux de la Nation ». J'attends de la même façon qu'on me donne une liste des données « privatives »: l'adresse IP de votre box est, suivant le contexte. considérée comme « privée » ou « publique ». Quelque part on est déjà dans le quantique ...

Pour en revenir aux fondamentaux justement, la souveraineté en fait indubitativement partie. Mais si on veut pouvoir lutter à armes égales il faut qu'elle ait une expression à l'échelle européenne. La revue stratégique de cyberdéfense, remise en février au Premier ministre, ne dit pas autre chose : dans tous les domaines du numérique (juridique, technique...), la France doit être capable de classer les éléments en trois domaines : le premier, le plus important et sensible mais donc aussi le plus contenu, en purement national, le second à l'échelle européenne et le dernier, le moins sensible, à l'échelle mon-

La stratégie du Gouvernement

Règlement général sur la protection des données

. En vigueur depuis le 25 mai 2018, les principales mesures à retenir pour une personne sont les suivantes

Le consentement de l'internaute : Toute entité qui procède à la collecte et au traitement de données personnelles doit obtenir au préalable un accord écrit, clair et explicite de la personne concernée. L'autorisation des parents est requise pour les enfants (moins de 15 ans en France).

Portabilité des données : Un mécanisme de portabilité, qui offre la possibilité de passer d'un service à un autre en transférant ses données vers une plateforme concurrente est prévu.

Droit à l'effacement : Une personne peut demander la suppression des données la concernant sauf si leur conservation est nécessaire pour un motif légitime (raisons historiques, scientifiques, statistiques, de santé publique, d'exécution d'un contrat, judiciaires...).

Action de groupe : Des personnes pourront être défendues par des associations dans le cadre d'une action de groupe en vue de faire cesser la partie illicite d'un traitement de données.

Information en cas de piratage : Si une entreprise ou une organisation est victime d'un piratage de données de ses clients ou de tiers, elle devra immédiatement en informer l'autorité de protection des données nationale.

Guichet unique et coopération entre pays : Le RGPD prévoit un guichet unique par pays de l'union européenne et divers mécanismes de coopération et d'assistance mutuelle entre les autorités nationales.

Amendes : Les sanctions prévues en cas d'infraction sur la protection des données peuvent s'élever à 20 millions d'euros ou 4 % du chiffre d'affaires annuel mondial total de l'exercice précédent.

pour le Cloud, publiée en juillet, reprend exactement cette trilogie. Un cloud internalisé pour les besoins les plus sensibles où ceux des Armées figurent évidement en bonne place, un cloud dont l'architecture globale est donnée à des tiers mais dont le fonctionnement quotidien est réalisé par l'Etat, et enfin du cloud « sur étagère ».

La perception, y compris dans le domaine du numérique, est rarement universelle. Un exemple est frappant : la lutte contre le terrorisme. D'une part tout le monde n'a pas la même perception de ce qu'est le terrorisme, l'exemple ouighour vu à la lueur des valeurs françaises ou des chinoises est assez caricatural. Mettons que nous soyons d'accord sur la définition du terrorisme, est-ce qu'un contenu à caractère terroriste publié sur internet doit être effacé au nom de la lutte contre celui-ci ou au contraire doit-il être stocké au titre de l'histoire ? Accessible ou non-accessible? Enfin qui est le garant du respect de ces règles et engagements (de non accessibilité par exemple) à l'échelle mondiale?

Là encore il est probable que certaines pièces de théâtre soient mises en scène. Ainsi le refus d'Apple de donner accès à l'Iphone (5c donc technologiquement dépassé) d'un terroriste décédé au FBI pour les besoins de l'enquête, et pour contourner ce refus l'achat médiatisé d'une faille de sécurité à un prix bien supérieur à ceux de ce marché d'habitude si discret ... Les deux objectifs de racheter une belle étiquette comportementale à Apple, mise à mal aves les révélations Swnoden, et de morale sauve sont pleinement atteints. La mise en œuvre discrète d'un processus technique n'aurait pas permis d'atteindre le premier objectif.

Non seulement aucune règle n'est applicable aujourd'hui, mais les négociations internationales montrent des positions divergentes entre, notamment, les américains, les européens, les russes et les chinois. D'ailleurs partage-on tous le même objectif de paix pour l'espace numérique? Rien n'est moins sûr ...

La régulation mondiale de l'espace numérique étant -qu'elle soit souhaitable ou non- hautement improbable à moyen terme, et comme les électrons et le numérique ne connaissent pas les frontières géopolitiques, il est nécessaire de surveiller les réglementations nationales et internationales, qui évoluent finalement à la même vitesse que la technologie. Cette veille doit concerner tant ce qui nous impacte directement que ce qui concerne nos clients, prestataires, sous-traitants, relations... pour pouvoir décider de façon avisée de son usage du numérique et de sa stratégie globale. Et la réglementation numérique, c'est comme la sécurité informatique : vous n'en connaissez le vrai prix que lorsque vous vous êtes fait hacker... 🛭



Jean-Marie
Desmartis, ICA
Conseiller industrie
et numérique de la
Secrétaire générale
de la défense et de
la sécurité nationale

Après un premier poste aux essais en vol, l'auteur s'est orienté vers le renseignement technique. Il y a occupé différentes fonctions opérationnelles et de management, entrecoupées d'expériences de directeur de programme et dans le privé.

CHINE: COMMENT PROGRESSE L'ARABIE SAOUDITE DE LA DONNÉE?

Frédéric Tatout. ICA

Par cette formule frappante, The Economist signalait en juin 2017 la carte maîtresse de la Chine dans le numérique, que sont ses énormes bases de données. Cela ne fait pas tout pour gagner la bataille de l'IA. Pour cela la Chine déploie une stratégie dynamique et très complète, en reconnaissant les apports de ses entreprises et ses leaders internationaux (Baidu, Alibaba, Tencent, etc.). Le principal défi à relever sera celui de la compétence. Sur ce terrain, elle poursuit un parcours exceptionnel entamé il y a 70 ans en relevant le défi de l'instruction élémentaire.

La Chine en 2018, c'est 800 millions d'internautes, 5 milliards de formulaires électroniques échangés chaque mois entre citoyens et administration, 1.8 milliard d'utilisateurs réguliers cumulés pour WeChat et Baidu (Facebook tutoie les 2,2 milliards), et 9000 Md USD de paiements par smartphone en 2016 (112 aux Etats-Unis). Après avoir mis l'accent sur la maîtrise technologique du cloud et des données en masse depuis 2012, elle s'attaque aux problématiques de maturation de service et de gouvenance des données, notamment en machine-learning. Elle mise sur son immense marché et sur le dynamisme de ses usages et de ses acteurs pour accélérer, sur deux plans.

L'international tout d'abord : aux Etats-Unis comme chez nous, les leaders chinois du numérique débarquent, dans la foulée de ceux de l'électronique de grande consommation, avec des offres qui ont fait leurs preuves et une puissance financière considérable.

Par exemple Alipay projette d'engloutir une levée de fonds record de 14 Mds USD.

Au niveau national, l'objectif affiché est de détrôner les Etats-Unis en IA en 2030. On peut voir cela sous deux angles.

L'angle historique: après avoir relevé le défi de l'éducation et de la formation professionnelle (cf. figure ci-dessous), puis refondu au tournant du siècle le système universitaire pour inverser le braindrain vers les Etats-Unis, la Chine fait désormais pleuvoir un déluge de brevets (autant que l'Europe, l'Amérique et le Japon réunis), pour moitié dans le numérique.

Sous un angle plus stratégique: au-delà des chiffres évoqués ci-dessus, la Chine garde un appétit énorme pour les nouveaux usages et déroule un programme très complet. Au plus haut niveau, un plan de développement d'une nouvelle génération d'IA¹, publié en juillet 2017, approfondit celui de

septembre 2015 sur le Big Data. II promeut la complémentarité entre entités académiques, publiques et privées, fait une large place au développement des usages et aux leaders privés (pour mémoire, 78% des financmeents de R&D du pays proviennent du secteur privé), et aussi, prône la multidisciplinarité. Ce socle est complété par des centaines de réglementations promulguées par les ministères (agriculture, sécurité intérieure, santé, education, etc.) et au niveau central comme par exemple, des lignes directrices publiées fin 2017 sur la numérisation dans l'automobile, la robotique, la santé et d'autres secteurs. Les enjeux de rapidité, maximisation de valeur et sécurité intérieure priment sur la protection des données personnelles, qui font toutefois l'objet de travaux, notamment dans la santé.

Le pouvoir central a aussi lancé une dynamique forte au niveau provincial. Quelques uns des dispositifs présentés ci-dessous ont déjà été rejoints par des

Lieu	Initiative / domaine(s)	envergure	Budget annoncé
Hefei	China Speech Valley	200 entreprises	400 M€ d'ici 2020
Guiyang	Big Data Valley	400 entreprises	
Lingang (Shanghai)	smart manufacturing, blockchain	20	des centaines de M€
Mentougou (Pékin)		400 (objectif)	2,1 Md USD

Un risque de dictature numérique ?

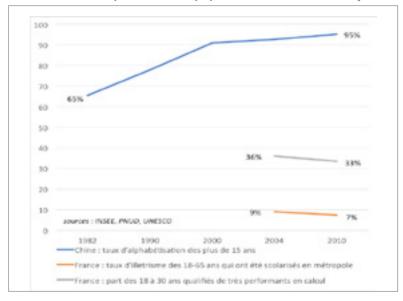
C'est en tout cas le titre d'un article récent dans Up Magazine, qui souligne les possibles dérives liées à la reconnaissance automatique des personnes. Dans une alerte de février dernier l'association Human Rights Watch, dénonçait l'utilisation par les autorités chinoises d'un algorithme conduisant à procéder à des arrestations préventives dans la région troublée du Xinjiang, dans l'extrême ouest du pays. Concept encore plus inquiétant, celui du score social affecté à chaque citoyen : doté à l'origine de 800 points, il varie en fonction de vos données fiscales, financières, juridiques, médicales, et selon votre comportement - et celui de votre famille - mesuré par les multiples caméras ou détecteurs. Vous tentez de traverser lorsque le feu est vert pour les véhicules ? Un haut parleur vous ordonne de reculer et vous perdez des points... Un bon score vous garantit une vie aisée, mais un mauvais vous ferme toutes les portes et vous êtes comme détenu à domicile. Apparemment, les chinois acceptent d'être surveillés sans broncher. Rentrerons-nous aussi dans ce monde

institutions publiques de premier plan. L'émulation est vive, ce qui aggrave le décalage entre les ambitions et le déficit de talents, qu'un brain-drain et un effort de formation même bien orchestrés, comme cela semble être le cas, peinent à combler.

Que font les Etats-Unis et l'Europe pour développer leurs talents et leurs forces d'innovation?

Tout d'abord, on peut constater que ces forces sont bien réelles et à l'oeuvre, y compris chez nous ; il n'y a donc pas lieu de céder à la panique. Si l'on considère par

Evolution des compétences des populations chinoise et française



exemple les multiples dénombrements, sources d'informations et études sur les startups en IA (Crunchbase, sources officielles nationales, publications par des V.C, etc.), au-delà de discordances parfois fortes, on peut toutefois estimer leur nombre entre 1000 et 2000 aux Etats-Unis, entre 500 et 1000 en Europe (au Royaume Uni au moins autant qu'en France et Allemagne réunies, ce qui pourrait reflèter le décalage entre les niveaux de financement), et entre 200 et 500 en Chine. On ne peut donc pas dire que le terrain européen ne reste pas propice, mais il convient absolument de le cultiver ; d'autant que la Chine semble dominer désormais nettement - en ces termes, tout au moins chaque pays européen pris isolément

Les Etats-Unis ont édicté en mai 2016 un plan fédéral sur la recherche en IA et ses applications. L'effort public portera sur des domaines distincts de ceux developpés par les GAFAM, censés poursuivre sur leur lancée.

L'Europe, quant à elle, avec 4 Mds USD d'investissements annuels, fait pâle figure face aux quelques 15 Mds USD investis en en R&D en 2017 de part de d'autre du Pacifique dans le Big Data et l'IA².

Peut-on espérer que France IA, la New Digital Strategy britannique et l'usine 4.0 impulsée par l'Allemagne, institut Fraünhoffer en tête, pallieront à l'absence de stratégie européenne? Certes, le volume de données allié a la puissance brute de calcul ne remplaceront jamais la qualité des algorithmes ni la créativité de nos mathématiciens. Il y a peut-être là une opportunité pour la France. Pour la saisir, il sera nécessaire de faire preuve de persistance dans l'effort et de discernement dans



Frédéric Tatout, ICA Fondateur, ANATASE S.A.S

X87, Docteur en mathématiques appliquées, il début sa carrière au CEA et à la DGA dans les communications sécurisées, puis passe 6 ans au ministère de l'industrie pour le développement d'usages et de technologies numériques. En 2006, il rejoint la DGA, aux affaires industrielles, puis dirige des projets transverses dont certains pour améliorer la maintenance aéronautique en termes de performance et d'empreinte environnementale. Depuis mi 2017 il participe à la structuration de projets de développement d'entreprise et d'innovation à forts enjeux et faisant appel largement au traitement de données.

^{2:} https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/dem/monitor/sites/default/files/DTM_Al%20USA-China-EU%20 plans%20for%20Al%20v5.pdf



MOT DU PRÉSIDENT

Chers et chères camarades.

Le thème du présent numéro 116 du Magazine des Ingénieurs de l'Armement, la numérisation, est certes d'une grande actualité, en particulier gouvernementale et sociétale. Cette technologie n'est toutefois pas vraiment une nouveauté puisqu'elle est prise en compte tant dans les produits que dans les organisations depuis de nombreuses années... Ce qui est nouveau, c'est probablement la prise de conscience collective que la numérisation est en train de révolutionner notre monde. Un grand merci à l'ICA Jérôme LEMAIRE d'avoir bien voulu accepter la tâche de rédacteur en chef délégué pour ce sujet qu'il connaît bien, lui qui a conduit pour la DGA une mission sur la poursuite de la numérisation et l'élaboration d'une feuille de route sur l'intelligence artificielle.

Le Gala du Cinquantenaire, le Vendredi 5 Octobre 2018 au Château de Versailles, en présence de la Ministre des Armées, est le grand évènement des Ingénieurs de l'armement pour le cinquantième anniversaire du Corps de l'Armement.

Autre grand événement, l'ouvrage collectif, lequel se veut illustratif des grandes réalisations passées assurées dans la majorité des cas par des ingénieurs militaires, maintenant des ingénieurs de l'armement. Le corps de l'armement est l'héritier d'une tradition française multiséculaire de compétences techniques très variées, de vision à long terme, d'anticipation, d'innovation, de réactivité... au service en particulier de l'autonomie stratégique de la France.

Il était donc difficile d'ignorer dans cet ouvrage que des programmes et des personnalités étaient entrés en scène avant la création du Corps de l'armement.

Cet ouvrage est aussi un plaidoyer pour que perdure ce Corps de l'armement, formidable atout pour la France en Europe et dans le Monde. Aux côtés du Conseil général de l'armement et de la Direction générale de l'armement, la Confédération amicale des ingénieurs de l'armement œuvrera encore et toujours pour que le Corps de l'armement soit de plus en plus attractif, de plus en plus dynamique, au service de l'état, au service de la nation.

Cette année, vingt polytechniciens, essentiellement de la promotion 2015, ont choisi le corps de l'armement ; cette année encore, en partenariat avec la DGA/DRH et le CGARM, la CAIA a été associée à l'accueil de ces nouveaux IA le mardi 4 septembre 2018 à Balard.

Le mardi 25 septembre 2018 a eu lieu l'annuelle et traditionnelle prise d'armes des officiers des corps de l'armement, au moment de leur prise de poste. Cette année encore, la CAIA a été associée à cet événement majeur dans la vie d'une promotion d'ingénieurs de l'armement. J'incite toujours nos jeunes camarades impétrants, à cette occasion, à rechercher un parrain ingénieur de l'armement de quelques années plus ancien. Je suis très heureux que, année après année, puisse ainsi se tisser un lien entre ingénieurs de l'armement proches en âge.

Je vous souhaite une excellente reprise et une bonne fin d'année 2018.

Bien amicalement

Philippe HERVE, IGA Président de la CAIA

PS: Rappel annuel pour la préparation de notre annuaire.

La qualité des informations de notre annuaire, qui sera envoyé à tous les membres cotisants avant la fin de l'année 2018, dépend de ce que vous voudrez bien y indiquer. Nous gérons la base de données dans le strict respect du RGPD, et ne pouvons deviner les changements que vous vivez. Merci de vous rendre sur notre site www.caia.net et d'y mettre à jour ce qui vous concerne. L'équipe de la CAIA, François Bihan et Frédérique Paganessi en tête, sont à votre disposition pour vous aider en cas de problème. webmaster@caia.net

UNE PÉRIODE D'OUVERTURE PROFITABLE POUR TOUS

Jérôme de Dinechin, ICA

Depuis longtemps, on souhaitait ouvrir davantage le corps de l'armement à d'autres horizons. C'est chose faite en 2018 avec la mise en œuvre d'une « période d'ouverture » pour les jeunes IA. Par instruction ministérielle, nos jeunes camarades sont désormais invités à rechercher au cours de leur premier tiers de carrière une mobilité de deux ans hors DGA. Et la mesure suscite de l'enthousiasme...

Dès mars 2014, le Ministre de la Défense avait souhaité lors d'une réunion du Conseil Général de l'Armement que l'on identifie les modalités d'une mise en œuvre d'une « mobilité obligatoire » pour développer l'acquisition de compétences critiques par les ingénieurs de l'armement en première partie de carrière. Après de nombreux débats, cette mesure a enfin trouvé son cadre dans un dispositif dit de « période d'ouverture » encourageant les IA à effectuer en début de carrière une affectation de deux ans hors de la DGA. Une instruction ministérielle en fixe les modalités et une dizaine de jeunes camarades se sont inscrits dans ce mouvement ces derniers mois.

La mobilité statutaire est une chose connue, inscrite dans certains statuts comme celui des administrateurs civils : on ne peut accéder au grade d'administrateur hors classe qu'après avoir servi dans un autre ministère autre que celui d'origine. Cependant, les corps de hauts fonctionnaires ne sont pas tous comparables ne serait-ce que par la différence entre un corps « institution » rattaché à un ministère et un corps « diaspora ». Pour Le corps de l'armement, le rattachement au ministère des Armées reste fondamental, la fusion des anciens corps ayant nourri la jeune DMA-DGA en vue de créer la Dissuasion. Le temps passant, la nécessité s'est faite de favoriser un rayonnement des IA vers les autres administrations, qu'elles soient en lien avec des guestions de défense ou simplement gestionnaires de grands projets. Il a aussi existé un rayonnement vers l'industrie de défense, mais autant pour la constituer que pour en profiter ! Ainsi, dès la fin des années 1980, on créait la mission Rayonnement, devenue plus tard la section carrières du CGARM. A ce jour, sur 1700 IA en âge de travailler, 550 sont à la DGA, 350 hors DGA, et 800 ont quitté le corps.

Le rayonnement intervient à tous les âges, mais plus spécialement après un nombre statutaire d'années de service (15 ans, 27 ans), lorsqu'on s'oriente vers une deuxième voire une troisième carrière. Pour le premier tiers de carrière, depuis une dizaine d'années, sur une promotion moyenne de vingtcinq IA toutes origines confondues, neuf effectuent une mobilité: trois en premier poste, selon un dispositif très apprécié de première affectation temporaire dans l'industrie

(MBDA, Naval Group, EDF, SNEC-MA, Airbus, ...) ou dans des organismes de défense (DRM, DGSE, SIAé, SSF, CEA, ...); trois partent en 2º poste, en élargissant un peu la cible au Trésor ou APE, et trois en troisième poste, en y ajoutant l'international (OCCAR, OTAN), l'interministériel ou en préparant un virage professionnel.

Ce rayonnement jeune est particulièrement porteur, comme en témoigne le parcours de Stéphane Cueille, l'un des premiers à avoir eu une affectation de premier poste chez SNECMA (voir plus haut dans nos pages).

La « période d'ouverture » vise à étendre ce dispositif à la majorité, voire la totalité des IA. Tout le monde y est gagnant.



Dans quels organismes les jeunes IA aimeraient-ils faire leur période d'ouverture...

- La DGA souhaite la favoriser dans la mesure où ses dimensions actuelles ne lui permettent plus de garantir la maîtrise de la quarantaine de technologies-clefs intervenant dans les grands systèmes de défense. Il s'agit aussi de permettre à ces jeunes ingénieurs d'accroître leur ouverture d'esprit - y-compris hors de la sphère défense – et de développer leur potentiel et leur employabilité dans la perspective de l'exercice de responsabilités importantes, notamment à la DGA. Et pour y inciter, la période d'ouverture sera considérée comme un préalable à la nomination sur un poste de responsabilité à la DGA.
- Les IA eux-mêmes, à qui il est offert une opportunité d'exercer durant deux ans le métier qu'ils ont toujours rêvé de faire, dans le respect de leur vocation dans le corps de l'armement. Ils peuvent y approfondir un domaine technique, être immergé dans une culture d'entreprise différente, vivre une expérience professionnelle tout en sachant qu'ils sont attendus au retour.
- Les organismes d'accueil, dont on aurait pu craindre une timidité devant une durée limitée et un coût significatif, mais qui en définitive se montrent très intéressés par une ressource rare et efficace, sans conflit d'intérêt ni d'ambition interne, à qui ils peuvent confier toute mission requérant une capacité de compréhension et de résolution de problématiques complexes à forte profondeur scientifique ou technique. De plus par les liens de long terme qu'ils nouent avec lui et la DGA, ils entrent dans une compréhension mutuelle et une efficacité dans le respect strict des règles de déontologie - avec le monde de la défense.

Pour lancer la mesure, la DRH DGA et le CGARM ont animé une journée d'information le 17 mai 2018, à laquelle avaient été convoqués les 100 lA concernés, à savoir ceux n'ayant pas encore



Atelier relecture de CV et présentation de projet en « live »

le grade d'ingénieur principal au 31/12/2016. Cela a été l'occasion de présenter le contexte, les objectifs, l'intérêt, et surtout ce qui était attendu de chacun. Un vote en ligne a permis de dessiner en direct qui étaient les employeurs les plus attractifs, vus de l'extérieur... Durant l'après-midi, le CGARM a animé un atelier de raffinement du projet de mobilité et de relecture de CV.

L'initiateur de cette période d'ouverture est le jeune lui-même, qui peut prospecter auprès d'une administration de l'Etat, un établissement public, une collectivité territoriale, une organisation internationale, une PME ou un grand groupe, une association, une mutuelle... Il doit faire valider son projet pour vérifier qu'il correspond bien aux objectifs du service de l'Etat, et se trouve placé en situation d'affectation temporaire, avec convention de remboursement par l'organisme d'accueil.

Le CGARM aura un rôle particulier pour l'aider à identifier son propre projet de mobilité, à établir son CV, à prendre des contacts vers les entreprises visées tout en prenant en compte la cohérence du parcours et les souhaits de la DGA.

La DGA assurera une expression de ses besoins en interne, notamment techniques, mettra sur pied la commission de validation des périodes d'ouverture, et, *last but not least*, suivra les IA à l'extérieur et anticipera le retour de mobilité en proposant un poste correspondant à l'expérience acquise au

moins six mois à l'avance.

La mesure connaît d'ores et déjà un succès important. Alors qu'on avait pressenti une montée en puissance graduelle de l'ordre de 4 par an, déjà plus de 10 IA en plus du flux habituel se sont engagés vers une période d'ouverture dès cette année. On trouve du grand groupe avec Safran Tech ou Dassault, de la PME avec Sodern, des organismes comme l'ONERA ou l'ANSSI et même Google. La mesure a également recoupé l'initiative présidentielle d'ouverture des corps de hauts fonctionnaires vers des missions prioritaires dans les ministères, et un IA va être chargé de la politique muséale au ministère de la Culture! Nous vous laissons voir qui dans le carnet pro...

Tout en restant profondément attachés au service de la nation, pour « rendre à l'Etat ce qu'ils ont reçu » selon les termes du sondage déjà cité, les jeunes ingénieurs de l'armement témoignent de leur envie d'effectuer des missions de haut niveau - et avant du sens - correspondant à leur bagage technique et à leur capacités. La période d'ouverture qui leur est proposée constitue une opportunité exceptionnelle de découvrir d'autres environnements techniques ou humains au bénéfice de l'ensemble des parties, DGA, organismes, personnes, sans oublier les forces qui justifient l'existence de l'armement. Espérons que les premiers retours, dans deux ans, confirmeront le mot « ouverture » de ce dis-

FORMATIONS INSTITUTIONNELLES

Les ingénieurs de l'armement seront une nouvelle fois bien représentés (par 8 ICA) dans la session nationale « armement et économie de défense » (AED) de l'institut des hautes études de défense nationale (IHEDN), session qui - rappelons-le une dernière fois pour le lecteur distrait - a remplacé le défunt CHEAr, tout en conservant la numérotation des sessions. La 2018-2019 sera donc la 55° session nationale AED. Deux autres ICA ont été retenus pour des sessions nationales de l'IHEDN, l'un pour la 71° session « politique de défense » qu'il suivra en parallèle du CHEM, et l'autre pour la 4e session « enjeux et stratégies maritimes ». Il est à noter que l'IHEDN ajoute cette année à son catalogue une quatrième session nationale sur la souveraineté numérique et la cyber sécurité, organisée en partenariat avec l'institut des hautes études

de la sécurité et de la justice (INHESJ). Les officiers des corps de l'armement ne seront pas absents de sa première promotion, puisqu'un ICETA a été retenu.

D'autres grands cycles d'études interministériels méritent également d'être mentionnés, qui offrent à la fois aux IA l'occasion d'être des ambassadeurs du corps et de la DGA, et une ouverture large sur des thèmes et des réseaux d'un grand intérêt: ainsi, les IA seront représentés dans les prochains cycles nationaux de l'institut des hautes études pour la science et la technologie (IHEST), de l'INHESJ (sessions « sécurité et justice » et « intelligence économique »), et des hautes études européennes (CHEE, organisé par l'ENA).

par Bruno Bellier, ICA

La CAIA félicite pour leur inscription dans ces grands cycles de formation nationale 2018-2019 :

IHEDN / AED	ICA Laurent Boniort	IHEDN / POLDEF + CHEM	ICA Christophe Debaert
IHEDN / AED	ICA Frédéric Dodet	IHEDN / ESM	ICA Nicolas Drogi
IHEDN / AED	ICA Raphaël Jammes	IHEDN / ESM	ICETA Stéphane Accard
IHEDN / AED	ICA Thomas Lorne	IHEDN-INHESJ/Cyber	ICETA Patrice Pondaven
IHEDN / AED	ICA Yannick Morel	IHEST	ICA Jean Meyrat
IHEDN / AED	ICA Eva Portier	INHESJ / SJ	ICA Laurence Gabouleaud
IHEDN / AED	ICA Olivier Simon	INHESJ / IE	ICA Walter Arnaud
IHEDN / AED	ICA Bernard Soulé	CHEE	ICA Emeric Wininger
IHEDN / AED	ICETA François Moysan		



ATTEINDRE LES SOMMETS DE L'HIMALAY-IA

Pierre Caldairou, Lilian Darracq & Pierre Ly

Balard, 1er septembre 2016, journée d'accueil pour les IA 2016 marquant notre entrée dans le Corps de l'Armement. Au cours du petit-déjeuner organisé par la CAIA, nous avons le plaisir de rencontrer Louis Le Pivain. Lilian et moi ayant effectué nos stages militaires à l'X au sein des troupes de montagnes, la conversation bascule rapidement sur l'alpinisme. Louis nous raconte alors ses voyages dans l'Himalaya, notamment son ascension de l'Everest par la face Nord en 1991. La description passionnée de ses aventures nous a convaincu: il faut absolument que nous allions côtoyer le toit du monde à notre tour.

Nous en reparlons à plusieurs reprises au cours de notre année en école d'application à Supaéro, puis nous nous décidons enfin à aller sur les traces de nos prédécesseurs ingénieurs de l'armement alpinistes d'expédition (voir encadré).



Louis Le Pivain dans la face nord de l'Everest (Tibet chinois)

L'alpinisme d'expédition chez les IA, c'est une longue histoire commencée avant même la création du corps

Les précurseurs

Deux de nos grands anciens ont joué un rôle de premier plan dans les expéditions himalayennes du Club Alpin Français des années 1950 : Jean Couzy (X42) et André Vialatte (X36). Alpinistes complets, grimpeurs familiers des rochers de Fontainebleau, ils étaient ingénieurs militaires de l'air – un statut qui sera fusionné dans le corps des ingénieurs de l'armement en 1968.

Jean Couzy se distingue sur les plus difficiles parois de l'époque, puis il participe en 1950 à la retentissante conquête de l'Annapurna (8078 m) dans l'équipe de Maurice Herzog.

Il dirige ensuite la première tentative française au Makalu (8463 m) en 1954. Inventeur autant qu'alpiniste, il met au point des inhalateurs à oxygène. Le Makalu n'est pas atteint, mais Couzy et Terray réussissent la première ascension d'un sommet tibétain, le Chomo Lönzo (7796 m). Couzy reviendra au Makalu en 1955, signant cette fois la première ascension et le deuxième succès français sur un 8000, en compagnie d'André Vialatte.

Ce dernier poursuivra une brillante carrière dans l'armement, notamment comme directeur du Service Technique de l'Aéronautique ; il fut l'un des architectes du développement de l'industrie motoriste .

En 1958 Jean Couzy est tué par une chute de pierres lors d'une ascension dans le massif du Dévoluy. L'IGA André Vialatte est décédé en 2007.

Et plus récemment,

L'IGA Louis Le Pivain (X72) a dirigé en 1985 une ascension au Gasherbrum (8035m). Il a atteint le sommet sans oxygène avec les 4 membres de son expédition ; ils sont parmi les 65 premiers Français à avoir gravi un 8000. Il participe en 1991 à une expédition à la Face nord de l'Everest (8848m). A Noël 2017 il était au sommet de l'Aconcagua (6962m)

L'ICA Vincent Ginabat (X90) et l'ICA Christian Franot (X90) ont organisé en 1992 une expédition au Ruwenzori, mythique sommet africain de 5119m où, 14 ans auparavant, Louis Le Pivain avait ouvert une nouvelle voie. Vincent Ginabat a aussi monté plusieurs expéditions en Bolivie er 1994 et en 1997 sur des sommets andins dont le superbe Condorir (5648m) et l'Illimani (6462m).

S'il est clair que nous n'avons ni l'expérience, ni le matériel, encore moins les finances nécessaires à l'ascension de l'Everest, il reste néanmoins la possibilité de rejoindre le camp de base sur un trek relativement plus accessible (le EBC — Everest Base Camp trek). Les treks dans l'Himalaya sont généralement réalisés au printemps à la fonte des neiges, ou à l'automne après les intenses

moussons de l'été népalais. Nous choisissons donc le mois d'octobre 2017, période idéale en terme de météo car la saison des pluies étant passée, il ne demeure en haute montagne que soleil et ciel dégagé.

Nous finalisons tous les préparatifs en septembre, puis nous prenons l'avion le 11 octobre pour Kathmandou. Nous passons quatre



Les auteurs à 5500 mètres au camp de base de l'Everest (Népal)



Louis Le Pivain à 6700 mètres, ascension du Gasherbrum II (Pakistan)

jours dans la capitale où nous rencontrons notre guide de 23 ans, Sajan, qui nous accompagnera tout au long de notre trek. L'agence que nous avons sollicitée pour l'occasion est une agence népalaise, bien plus souple qu'une grosse agence européenne, avec laquelle nous avons pu personnaliser intégralement notre itinéraire: au lieu d'un aller retour classique jusqu'au

camp de base, nous avons considérablement élargi la boucle afin de passer plus de temps en montagne, tant pour l'acclimatation que pour la possibilité de crapahuter un peu plus longtemps sur les sommets. Suivant les recommandations de l'agence, nous avons également un porteur afin d'alléger nos sacs de jour pour cette première expérience.

Notre trek s'est articulé ainsi : le 15 octobre, nous embarguons dans un hélicoptère pour atteindre Lukla, le plus haut aéroport de l'Himalaya posté à 2860m d'altitude, où nous commençons notre périple. En une dizaine de jours (qui comprend des journées d'acclimatation), nous atteignons Gorak Shep (5160m), un des plus hauts villages qui se situe au pied du Kala Patthar (5550m) et au plus proche du camp de base. Pour y arriver, nous sommes successivement passés par Phakding (2610m), Namche Bazar (3440m), Thame (3750m), Lumde (4260m), Renjo La Pass (5360m), Gokyo (4750m), Dragnag (4700m), Cho La Pass (5420m), et enfin Dzongla (4830m), Depuis Gorak Shep, nous gravissons d'abord le Kala Patthar qui constitue le point culminant de notre trek, en restant tout de même une sorte de « grosse colline » sur laquelle on grimpe assez linéairement. Et pourtant, à cette altitude, les 400 mètres de dénivelé pour 2 kilomètres de projection

paraissent interminables: c'est dans ce genre de moment que le manque d'oxygène se fait plus particulièrement sentir, lorsqu'on se retrouve à devoir reprendre son souffle après avoir enjambé un gros rocher, ou à supporter un léger mal de crâne à chaque mouvement un peu brusque. L'essoufflement rapide est une sensation assez étrange, surtout au regard de l'exercice qu'on réalise alors, puisque c'est finalement une randonnée plutôt basique. Forcément, ce serait bien plus simple au niveau de la mer.

Depuis le sommet, on aperçoit très distinctement le Mont Everest (8848m) qui se trouve à un peu moins de 10 bornes à vol d'oiseau. Devant lui trônent fièrement Nuptse (7861m) et son jumeau Lhotse (8516m) un peu plus au sud. Le plus surprenant devant ce magnifique panorama, c'est de réaliser qu'on se trouve toujours 3 kilomètres en-dessous de ces pointes imposantes, et pourtant quasiment 1 kilomètre au-dessus des 4810m qui nous sont si familiers en France (vous reconnaîtrez bien entendu notre cher Mont Blanc). Le lendemain, nous nous levons aux aurores pour rejoindre le camp de base, complètement désert à

cette époque : nous sommes relativement surpris de trouver une moraine ravinée où il semble absolument impossible de poser même une seule tente, en sachant pourtant que chaque printemps, un millier d'alpinistes viennent v installer leur campement pendant près de deux mois pour tenter l'ascension. L'endroit possède un charme presque mystique : cette fois-ci nous v sommes, nous nous trouvons véritablement au pied du toit du monde. Un an après cette conversation avec Louis, nous avons rempli notre objectif. Nous ne nous doutions pas que presque au même moment, et 30 ans après ses grands sommets, Louis tutovait de nouveau les 7000m avec son fils sur l'Aconcagua en Araentine.

Nous redescendons en cinq jours, ce qui nous aura permis de passer quasiment trois semaines en haute altitude. La montagne est un monde incroyable, on s'y sent tellement insignifiant face à l'immensité rocheuse, et l'ascension est un peu un défi qu'on se lance. Dans notre cas, le trek du camp de base était une très belle première expérience que nous recommandons vivement : c'est un trek vraiment accessible, aux paysages à couper le souffle.

Finalement, l'EBC fut pour nous une superbe entrée dans le monde de l'alpinisme qui a accompagné notre entrée dans le Corps, où nous attend dorénavant une montagne de défis.

Quantité pour nous une superpour nous le montagne de défis.

Pierre Caldairou, Lilian Darracq & Pierre Ly



Louis Le Pivain à l'Aconcagua, Noël 2017



Les auteurs avec leur guide depuis le Gokyo Ri (5360m) ; au fond l'Everest

102° MARCHE DE NIMÈGUE

À QUAND UNF ÉQUIPF « ARMEMENT » ?

Christophe Raymond, IA, en poste à la DRM



Un ouf ! et une médaille bien mérités après 160 km

Ce mardi 17 juillet a marqué le démarrage de la 102° marche de 4 jours de Nimègue qui a rassemblé pas moins de 50 000 participants. Cette marche était initialement pensée par l'infanterie Néerlandaise comme un entrainement à la rusticité et à la capacité à marcher longtemps en étant chargé. En effet, les militaires participants sont lestés de 10kg de sable, hors nourriture et eau, pour les 160km qu'ils ont à parcourir en quatre jours.

Cette année, j'y ai participé dans le contingent militaire français. Nous avons été stationnés sur le camp de Heumensoord. Bien que spartiate, la vie sur le camp fut propice aux rencontres et échanges avec les militaires des autres nations. Cette mixité culturelle fut un réel moteur tout au long de cette expérience.

Au-delà du côté historique de l'événement, j'ai été particulièrement impressionné par l'engagement de toute la population. Pour les Néerlandais, la marche est une institution. Les routes étaient bondées de marcheurs. Dans les villages, la seule vue du drapeau français entrainait acclamations et applaudissements.

Pour ceux désireux de participer, il s'agit d'une véritable épreuve sportive d'endurance. Une bonne condition physique et mentale est de mise. Avis aux amateurs, il ne faut que 11 PAX pour monter une équipe autonome. Une équipe Armement y aurait toute sa place.





Ambiance sur le camp de Heumensoord

PILOTE CORPS TECHNIQUE, DE LA RÉALITÉ AU RÊVE!

Benoît Darrasse, IA en poste à l'AIA de Clermont-Ferrand

Au moment de choisir le corps de l'armement à la sortie de l'X, un des arguments qui m'ont été présentés était la possibilité de devenir pilote des Corps Techniques en parallèle de son métier d'ingénieur. Pilote des Corps Technique, qu'est-ce que c'est? C'est tout simplement piloter des avions légers, dans le cadre professionnel. Trop beau pour le passionné d'aviation que j'étais! Et en même temps pas trop sûr d'y croire, ne voulant en tous cas pas en faire le motif de choix du corps.

Et pourtant... après SupAéro, j'ai vu se préciser ce rêve. D'abord, passer la licence théorique, une expérience intéressante, riche en enseignements sur la mécanique du vol, la réglementation aéronautique ou la connaissance des phénomènes météo; puis l'aptitude médicale, avec son incertitude de savoir ce qu'on va y découvrir; et finalement, apprendre qu'on est retenu pour le stage! Quelle joie incroyable!

Devenir pilote des corps techniques. c'est suivre quatre mois de formation passionnante à Biscarrosse, au centre de l'ENAC (Ecole Nationale de l'Aviation Civile), pour la formation de 1er degré, le pilotage en vol à vue ou VFR (Visual Flight Rules). Chaque jour, nous avions l'opportunité de voler en élargissant notre spectre de connaissances et notre aisance. Chaque iour, de nouvelles conditions météo nous attendaient, de plus en plus exigeantes au fur et à mesure que l'hiver s'installait. Lors des 80 heures de vol sur TB20, nous restions dans les limites du VFR, mais la formation de 10h en simulateur a été un bon complément bon complément de même qu'une initiation à l'IFR (Instruments Flight Rules). Grâce à l'apprentissage d'une méthode rigoureuse de préparation des vols, avec les briefings, l'analyse des NOTAMs(Notice to AirMen) ou de la météo, nous réalisions de longues navigations

toujours nouvelles. Une expérience passionnante! Je me souviens avec émotion de ma première navigation en solo où, longeant la côte atlantique, de Biscarrosse à Biarritz dans une météo incertaine, j'ai goûté à la fois la joie de la liberté et une certaine sensation de vulnérabilité, comme jamais auparavant!

A la sortie du stage, j'ai eu la chance de rejoindre l'AlA (Atelier Industriel de l'Aéronautique) de Clermont-Ferrand, un établissement du SIAé (Service Industriel de l'Aéronautique), en charge de la maintenance d'avions et hélicoptères militaires. En parallèle de mon premier poste de chef de projets de modifications prototypes sur divers aéronefs, j'y ai appris une pratique professionnelle du pilotage Corps Technique. L'établissement loue un Cirrus SR22 affichant des performances à faire rêver n'importe quel autre avion de sa catégorie : un affichage tout numérique, avec le Garmin G1000, et une vitesse de croisière à 160 nœuds, sans parler du pilotage automatique. Il est utilisé chaque jour par les quelques pilotes Corps Technique de l'AlA CF pour des missions aux quatre coins de la France : emmener des personnes ou des pièces d'un bout de la France à l'autre, pour des réunions, des dépannages, ou prendre en charge les pilotes qui réalisent des essais sur les machines entretenues à l'AIA CF. Avoir son avion

et ses pilotes est un réel avantage pour l'AIA CF, en lien avec des unités réparties aussi bien en Normandie qu'en Lorraine ou dans le Var. Dans mon métier, j'en retire une connaissance vécue des divers aspects du monde aéronautique, qui m'aide à prendre de la hauteur et à peser l'importance des diverses exigences du monde aéronautique militaire. C'est encore un complément fécond à la riche formation humaine et technique recue dans le travail quotidien à l'AIA CF. En effet, piloter un avion, malgré sa complexité, m'a paru parfois facile, en comparaison du défi de gérer la maintenance d'aéronefs d'ancienne génération! Le vol a été alors comme un ressourcement, où j'ai pu reprendre confiance en moi avant de redescendre dans l'arène Plus d'une fois, je me suis rappelé de la classification des priorités lors d'une panne en vol : « Pilotage, trajectoire, communication ». Une classification qui gagne à être appliquée dans d'autres circonstances professionnelles! Etre pilote m'apporte enfin de l'aisance dans le dialogue avec les pilotes d'essais de nos machines en entretien à l'AIA CF: un pilote Corps Technique est l'un des leurs. la confiance est facile à créer.

Bref, vous l'aurez compris, depuis 3 ans, j'ai la chance de vivre cette passion de l'aéronautique de l'intérieur et par en haut. Et maintenant, cap sur l'IFR! ©



Prendre de la hauteur pour mieux hiérarchiser les problèmes : pilotage, trajectoire, communication,... et comprendre les opérationnels

VERS DES PROGRAMMES D'ARMEMENT PLUS AGILES ET RÉCEPTIFS À L'INNOVATION

RÉFLEXIONS SUR LA CONCILIATION ENTRE L'INNOVATION, LA PRISE DE RISQUES, ET LES CONTRAINTES INHÉRENTES AUX PROJETS D'ARMEMENT

Bruno Bellier, ICA & Emmanuel Rousseau, ICA

En septembre 2017, l'IHEDN a assigné à un des comités¹ de la 54° SNAED le sujet suivant : « Innovation : comment concilier droit à l'erreur et gestion du risque avec les impératifs liés à la conception et au management de projets en matière d'armement ? ». Le présent article rend compte des enseignements des nombreux entretiens et du très large parangonnage dans l'univers des projets complexes réalisés pour les besoins de l'étude², avec l'ambition d'apporter un éclairage utile aux réformes en cours concernant cette problématique.

La revue stratégique de défense et de sécurité nationale met en exergue une exigence d'innovation et d'agilité accrues pour répondre aux besoins des armées. Dans ce contexte sont réapparus par ailleurs des reproches faits aux projets d'armement concernant leur coût, leur délai et une inadéquation à l'évolution des menaces et des technologies. Les grands chefs militaires évoquent l'absence d'intégration de certaines innovations pourtant pertinentes et un délai de renouvellement des capacités souvent trop important. Le défaut d'agilité des projets d'armement apparaît ainsi patent et la difficulté à mettre en œuvre certaines dispositions clé du pacte défense PME relatives à l'acquisition de la R&T ou aux expérimentations réactives en atteste pour ce qui est des projets « amont ».

Une partie des critiques formulées à l'encontre des opérations paraît cependant peu objectivée voire excessive. La supériorité technologique des armées est ainsi indéniable dans leurs interventions. Le succès de nos exportations d'armements serait-il par ailleurs possible sans un excellent niveau d'innovation?

De plus, les modèles mis en avant semblent parfois négliger les enjeux d'intégration, de pérennité et de passage à l'échelle. Ainsi, l'action exemplaire des forces spéciales, dont les conditions d'intervention et le format permettent une stratégie d'équipement parfois heuristique, n'est pas pleinement transposable aux armées en général.

Ne pas tomber du Charybde du conservatisme dans le Scylla d'une perte d'acquis essentiels

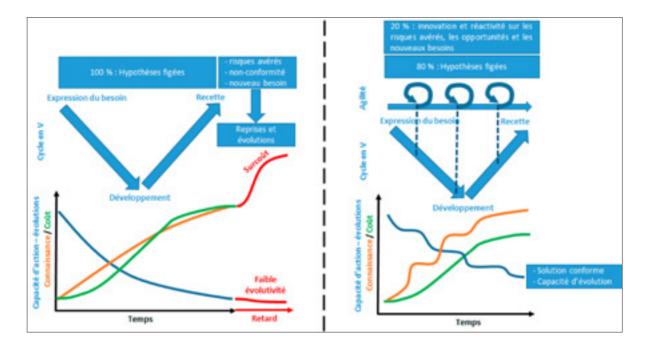
Il existe un écueil important que les évolutions à venir dans la conduite des projets d'armement (tant amont qu'aval) devront éviter : celui de compromettre les forces du système actuel, qui ont conduit à disposer d'un ensemble cohérent de capacités fréquemment assorties de la supériorité technologique, et d'une base industrielle compétitive, conférant à notre défense un degré élevé d'autonomie stratégique. Un autre écueil tout aussi important serait une approche exagérément conservatrice, méconnaissant certains éléments clés fondant les reproches aujourd'hui faits à la DGA. Une des caractéristiques d'une telle approche est une gestion des risques orientée presque exclusivement vers leur minimisation et de facto réfractaire à l'opportunité ou aux paris. La crainte des erreurs (surtout des échecs) est d'ailleurs l'une des premières causes avancées pour justifier la rigidité des méthodes de conduite de projet dès l'expression du besoin, et le contrôle exercé sur les projets d'armement devra évoluer en tenant compte de cet état de fait.

Il ne peut s'agir de se reposer sur ses lauriers : mieux s'adapter à l'évolution de plus en plus rapide et incertaine des menaces et des technologies est au contraire une réalité qui constitue un enjeu majeur. Réussir cette mutation nécessite :

- d'une part, de bien distinguer la finalité des projets – satisfaction et supériorité capacitaire des forces armées – de moyens comme la mobilisation de l'innovation, la prise de risque, le droit à l'erreur et l'agilité;
- d'autre part, d'accepter à tous les niveaux la remise en cause de contraintes qui font obstacle aux évolutions nécessaires
 tout en admettant que certaines contraintes demeurent encore intangibles et réduisent en conséquence les ambitions d'une transformation.

^{1 :} Ce comité « Kairos » auquel nous appartenons comptait également des auditeurs issus de l'industrie (CEA, Safran) et du Ministère (Marine, SSA, DGA, ...).

^{2 :} Le rapport complet de l'étude est accessible via le lien http://olibou75.net/ih/



Si la conduite des projets était un système physique...

La conduite des projets d'armement constitue en fait un système gouverné par de nombreuses équations, à qui l'on demande d'évoluer pour prendre en compte une nouvelle exigence. Cette nouvelle optimisation entraîne inévitablement un besoin d' « énergie » (pour sortir de l'optimum actuel) et d'accepter une remise en cause des paramètres actuels.

L'examen de projets complexes montre que d'autres acteurs, dans des cadres parfois très différents, ont été confrontés à des problématiques similaires et ont développé des approches pour mieux prendre en compte ces paramètres - approches qui sont parfois des redécouvertes des stratégies mises en œuvre avant que la conduite de programme ne s'engage dans une évolution normative qui apparaît rétrospectivement comme réductrice³. Au sein même de la DGA, des initiatives (encore trop locales) montrent qu'une gestion plus ouverte de l'incertain dans les projets d'armement (de

l'expression du besoin à la réalisation) est possible, que la réglementation en matière de marchés publics de défense ne fait pas obstacle à des marchés flexibles et réactifs.

L'innovation étant partie intégrante de l'ADN de la DGA, il ne peut être pris à la légère qu'il lui soit reproché de ne pas y être assez réceptive. Ce paradoxe apparent ne surprendra pas ceux qui sont familiers de la vie trépidante des programmes d'armement. Matière malléable à sa naissance, le programme acquiert en effet rapidement la rigidité du monolithe : immuable, intangible, atemporel. Un tel objet répond parfaitement aux objectifs d'un système depuis longtemps rodé qui abhorre l'incertain et n'entrevoit l'évolution que comme négative : risque ou nécessité de s'adapter à une contrainte financière. Ce simple constat fournit une voie de réflexion pour répondre à notre problématique. Examinons ce qui concerne la conduite des programmes pour aborder ensuite ce qui relève de leur environnement.

Ouvrir des espaces d'innovation dans les programmes

Les programmes sont en général structurés selon un « cycle en V », dont la principale vertu est celle d'une convergence maîtrisée mais dont le prix à payer est la grande difficulté à remettre en cause les choix antérieurs. L'innovation n'y peut donc être en principe que dirigée et partie intégrante du programme4. Il s'agit d'un véritable effet tunnel capturant à la fois besoin et réponse technique. Il est vital de retrouver le moyen de pouvoir penser l'évolutivité des programmes, quitte à faire le choix du périmètre concerné. La figure ci-dessus illustre les bénéfices d'une telle approche.

Les programmes sont la résultante d'une segmentation de besoins exprimés en termes de capacités. Il en résulte une rigidité intrinsèque à cette décomposition : tout programme devient le point d'accrétion de besoins multiples⁵ et n'est piloté qu'en fonction de ses objectifs propres. Elargir le périmètre au niveau d'une capacité et de

^{3 :} Le lecteur intéressé pourra consulter avec profit la bibliographie du Pr. Sylvain Lenfle, professeur de management de l'innovation au CNAM et chercheur associé à l'X, notamment « Lost Roots : How Project Management Came to Emphasize Control Over Flexibility and Novelty »

^{4 :} Hormis les opérations transverses, qui ne sont pas assimilées sans difficulté dans cette logique.

^{5 :} Ceci peut aboutir à des expressions de besoin redoutablement incantatoires, le programme étant souvent vu comme le seul créneau d'opportunité pour obtenir de nouvelles capacités.

celui du cycle de vie des systèmes d'armes paraît tout à la fois permettre d'échapper à cette rigidité, et ouvrir de nouveaux espaces d'innovation. Ouvrir un programme à un contexte plus large permettrait en particulier d'en adapter le contenu et les objectifs de manière dynamique. Un directeur de programme ne doit plus être soumis à un aléa moral le conduisant à préférer la conformité à une référence initiale à l'efficacité.

Les marges d'adaptation : une cible trop facile – et inappropriée ! - pour le rabot financier

S'il est clair que toute mesure conservatoire ou prédisposition à l'évolution a un coût, est-il raisonnable d'en faire l'économie puis de regretter l'abandon de toute marge de manœuvre? Un programme qui accède au graal du stade de réalisation reproduit fréquemment un schéma de renoncement pour faire « rentrer l'édredon dans la valise » conduisant à sacrifier les provisions. Bénéficier au mieux de l'innovation impose de préserver des conditions favorables, ce qui pose en premier lieu la question de la programmation physico-financière. Celle-ci repose sur une méthode quasiment prescriptive qui ne laisse qu'une portion congrue à l'imprévu. Pour ouvrir le champ des possibles, il est nécessaire de repenser cette structuration. Cela est possible sans obérer la riqueur de la gestion : l'évolutivité doit être un besoin reconnu et il doit être admis qu'une part d'incertain (inhérente à des projets tels que les opérations d'armement) coexiste avec l'approche prescriptive.

Cette opportunité ne prend sens que si les systèmes d'armes sont en mesure d'intégrer l'innovation opportune, qui a concentré les efforts du ministère ces dernières années. Leur architecture doit donc être conçue pour une évolutivité choisie et assumée, complément indispensable pour que l'innovation non prescrite puisse y fructifier.

La déclinaison de ce premier axe d'effort doit permettre de passer d'un modèle « balistique » de conduite de projets, caractérisée par un besoin figé et une conduite peu agile, à un modèle piloté permettant de s'ajuster durant le projet aux évolutions du besoin ainsi qu'aux nouvelles opportunités. Il en découle que les méthodes de conduite devront être davantage personnalisées en fonction des caractéristiques propres à chaque projet.

Pas d'évolution possible sans adaptation des modes de contrôle et de pilotage

Le deuxième axe d'effort concerne l'environnement des programmes. Il s'agit tout d'abord de partager des règles du jeu adaptées aux objectifs visés; les ambitions d'agilité et d'ouverture à l'innovation exigent en effet une évolution des modes de contrôle et de pilotage, qui verrouillent par le sommet les processus. Sans nier la nécessité d'une saine gestion, force est de constater que le contrôle des opérations d'armement a pris une ampleur inégalée et qu'il correspond plus à une logique de moyens qu'à une logique de responsabilisation. Ceci relève d'une quête de certitudes : conformité au besoin exprimé pour les états-majors, orthodoxie budgétaire pour les financiers, absence de dérive du périmètre pour la DGA, visibilité industrielle... Est-il plus important de suivre rigoureusement une prévision initiale et des procédures figées ou bien de s'adapter au mieux aux circonstances?

Des évolutions organisationnelles et réglementaires sont par ailleurs nécessaires afin de donner plus de sécurité juridique aux acteurs acceptant des prises de risque maîtrisés et dont l'exposition personnelle est aujourd'hui un frein majeur⁶. Ouvrir des espaces d'expérimentation, si nécessaire par la dérogation aux normes existantes, reste indispensable à l'exploration de ruptures technologiques.

Enfin, les changements attendus ne deviendront profonds et durables qu'au prix d'un effort important d'accompagnement et d'apprentissage organisationnel; cela peut débuter par une capitalisation et une diffusion des nombreuses expériences (réussies ou non) déjà réalisées au sein même du ministère et par une ouverture beaucoup plus grande au monde des proiets civils complexes et à la sphère académique : en cela, la conduite de projets doit être considérée comme une expertise au même titre que les domaines techniques d'intervention de la DGA. 🙊



Bruno Bellier,

Bruno a servi de 2006 à 2015 à la direction des opérations de la DGA comme directeur de programme, puis adjoint au directeur, coordinateur de l'activité de R&T. Il était auditeur de la 54° session nationale Armement et Economie de Défense de l'IHEDN.



Emmanuel Rousseau, ICA

Emmanuel, après un premier poste à l'ex-DCN, a navigué pendant l'essentiel de sa carrière entre la dissuasion océanique et la sphère financière, cumulant une quinzaine d'année d'expérience de management de projets. Il était auditeur de la 54° session nationale Armement et Economie de Défense de l'IHEDN.

^{6 :} L'approche anglo-saxonne de ces questions est très pragmatique et pourrait constituer une source d'inspiration salutaire.

DGA, 50 ANS DE RECETTES OUBLIÉES

Denis Plane, IGA

La Ministre des Armées a présenté le 5 juillet à Balard plusieurs axes de transformation de la DGA, portant sur la préparation du futur, la conduite des programmes et la maîtrise des coûts.

50 ans après la création du corps de l'armement, je suis frappé par l'effet de répétition.

Plus exactement, chacun des points soulevés a été ou est encore couvert par une organisation, des directives ou des pratiques, il est vrai pas toujours complètement mises en œuvre.

Le défaut de stratégie d'innovation sur le long terme et de pistage des idées innovantes, éventuellement chez les "startup" ?

Les orientations de la DRET, puis la politique technique de 1999 dont j'étais chargé comportaient explicitement par domaine technique une vision à long terme envisageant les ruptures possibles, au-delà même de ce que décrivait le plan pluriannuel à 30 ans. Le frein était plutôt la taille du collège d'observateurs orientant in fine les décisions, dont les membres portaient des préoccupations diverses ... quelques uns ayant tendance à privilégier systématiquement le rendement à court terme à leur profit. La pluralité des financements. chacun avec leur décideur, compliquait encore le tri.

La lourdeur et la rigidité du formalisme de la conduite des programmes d'armement ? (Passons sur le fait que nous sommes plutôt les bons élèves de la classe européenne dans ce domaine, et que comme je le l'observais ici il y a quelques années, notre "cimetière" est petit). Nous avons porté des efforts incessants de développement agile ou par étapes, réagi devant des besoins militaires trop détaillés , et cherché l'implication des utilisateurs finaux.

Une mise sous tension des prix et des délais par le calendrier des paiements ?

Nous l'avons tous recherchée, et même tendu à modifier les conditions d'application du code des marchés publics qui suit une logique de paiement à l'avancement.

La promesse d'un financement qui ne sera pas revu ?

Sans revenir sur l'évolution des "cibles", c'est-à-dire des quantités produites et de leur calendrier, et des conséquences sur les coûts unitaires, n'oublions pas trois suiets connexes : Le bourrage initial, qui fait croire que tout le financement des opérations listées est intégralement assuré, et donc qu'un supplément de ressources permettra de faire plus de choses ; la préparation d'un futur industriel gage de souveraineté (et non pas d'emplois...); l'évidence souvent oubliée que ce que nous n'avons pas prévu chez l'adversaire potentiel n'est pas non plus prévu en ressources pour s'en défendre.

Le juste prix?

Les enquêtes de coût a priori sont un vieux sujet, qui se heurte depuis touiours à la difficulté d'estimer le coût de ce qui est nouveau : on peut estimer le coût d'un matériel qui ressemble peu ou prou à ce existe déjà. Ceci a largement été utilisé jusqu'à ce qu'ingénieurs et enquêteurs soient obligés de s'appuyer excessivement sur les données des industriels, placés alors en situation de conflit d'intérêt. Or ce qui est nouveau - et de surcroît rapide - se calcule très différemment, y compris chez les industriels. Une approche combinant développement par étapes, incitation sur les prix et contrôle a posteriori serait sans doute plus sage, combinée à une formation technique et industrielle renforcée.

Commissaire du gouvernement de sociétés de défense, j'ai pu observer l'écart-type parfois faramineux des calculs de coût a priori de prestations incertaines ou innovantes.

La DGA a par ailleurs fait un effort conséquent pour développer des outils d'analyse par analogie, qui se révèlent fort utiles même s'ils butent sur les limites évoquées ci-dessus, liées à la nouveauté.

Un partage du développement pour tenir compte des exportations probables ou réelles ?

Les développements partagés délicats (Rafale, FASF) conduisaient souvent à des négociations trop complexes pour leur mise en œuvre réelle. Il reste la simple lecture du code des marchés, qui prévoit très clairement les redevances.

Ce qui reste implicitement, et 50 ans du corps en témoignent, c'est la négociation a posteriori. Très souvent celleci est loin de se situer uniquement dans les services de la DGA. La liste est longue des clauses très contraignantes de marchés qui ont été violées "à haut niveau", qu'il s'agisse de pénalités de retard, de prix, de performances ou d'exportation. Refuser absolument que cela ne se reproduise enlèverait à ce "haut niveau" un pouvoir qu'il n'est pas sûr de vouloir perdre.

Des souhaits personnels? Une plus grande proximité des IA avec l'industrie, par des parcours professionnels et techniques; une possibilité d'échouer parfois dans le développement de percées techniques pour gagner globalement beaucoup; une compréhension de l'utilisateur final par des contacts plus fréquents avec les forces, faute de quoi la DGA continuera à être incomprise; une immersion dans l'innovation par des méthodes ouvertes comme le red teaming.

En conclusion, ce qui est nouveau depuis 50 ans, c'est la simultanéité des actions. Gageons que l'efficacité ne sera pas obérée par une centralisation qui serait incompatible avec l'agilité et avec la venue des technologies en réseau, et par un sérieux des prévisions qui oublierait la mission même de la défense, faire face à l'imprévu.

§

INTERVIEW DE HUGUES DU PLESSIS D'ARGENTRÉ

DIRECTEUR GÉNÉRAL DE LA SOGENA ET D'EURONAVAL



La CAIA: Vous êtes le directeur du salon EURONAVAL qui se tiendra du 23 au 26 octobre 2018 à Paris- le-Bourget. Ce salon est organisé par la SOGENA, filiale commerciale du GICAN. Pouvez-vous tout d'abord nous présenter le GICAN?

Hugues du Plessis d'Argentré: Le GICAN - Groupement des Industries de Construction et Activités Navales - est le syndicat professionnel francais qui regroupe et fédère l'ensemble des entreprises impliquées dans la construction, la conception. l'entretien et la réparation des navires civils et militaires ainsi que des installations maritimes (plateforme, éolienne, hydrolienne...). Le GICAN est l'interlocuteur privilégié du gouvernement et des institutions françaises et européennes sur les sujets de l'industrie navale. Il représente près de 200 entreprises françaises ou produisant en France.

Le GICAN a pour missions principales de défendre les intérêts de l'industrie navale et maritime française, de promouvoir l'expertise technologique et industrielle maritime française et de soutenir le développement harmonieux et la compétitivité de la filière navale.

Le GICAN confie à sa filiale commerciale, la SOGENA, le soin d'organiser les deux salons EURONA-VAL et EUROMARITIME (le salon professionnel de la « croissance bleue » centré sur l'industrie maritime civile. Ce salon appartient au Groupe OUEST-FRANCE et est organisé en partenariat avec le magazine « Le Marin ». La prochaine édition d'EUROMARITIME se tiendra du 4 au 6 février 2020 à Marseille).

La SOGENA organise également les « Pavillons France » sur les salons navals ou multi domaines qui existent un peu partout dans le monde (Brésil, Inde, Malaisie, Qatar, Japon, Chili, Singapour...)

La CAIA: A quelques jours de l'ouverture d'EURONAVAL 2018, pouvez-vous nous présenter le salon?

HDPA: EURONAVAL est actuellement le salon du naval de défense le plus important au monde. Il accueillera près de 470 entreprises exposantes (+15% par rapport à 2016) d'une trentaine de nationalités.

Plus d'une centaine de pays maritimes enverront cette année à EU-RONAVAL des délégations officielles de haut niveau qui seront au cœur de la vie et des objectifs du salon

La CAIA : Quelles seront les particularités de l'édition 2018 ?

HDPA: **SEAnnovation** sera notre nouvel espace dédié à l'accueil d'une trentaine de start-up françaises et étrangères qui présenteront leurs innovations.

Un « Navire des métiers » présentera aux visiteurs et aux jeunes étudiants les formations et les métiers de la construction navale.

Une conférence internationale est organisée le lundi 22 octobre, veille du salon, à la Maison de la Chimie à Paris. Elle verra intervenir des personnalités importantes du naval de défense et en particulier Joël Barre, le DGA, Christophe Prazuck, le chefs d'états-majors de la Marine nationale et Hervé Guillou le président du GICAN et de Naval-Group.

Le Symposium du golfe de Guinée, organisé à Paris la veille d'EU-RONAVAL sera également l'occasion d'accueillir cette année sur le salon un nombre exceptionnel de chef d'état-major de marines africaines.

Cette année, EURONAVAL fête 50 années d'innovation (1968-2018). Une grande fresque rétrospective illustrera les principales ruptures technologiques qui ont marqué ces cinquante dernières années. Pour animer et marquer cet anniversaire, nous prévoyons également chaque jour sur le salon un évènement convivial.

Enfin, une grande soirée de gala viendra marquer brillamment notre jubilé dans les magnifiques salons de l'Hôtel de Ville de Paris, ville marraine du porte-avions Charles de Gaulle.

EURONAVAL 2018 sera un grand cru ! J'invite les lecteurs du Magazine des Ingénieurs de l'Armement à visiter le salon du 23 au 26 octobre à Paris-le-Bourget et à assister à la conférence internationale du lundi 22 octobre à la maison de la Chimie.

§



Entrée gratuite, inscription en ligne obligatoire sur le site www.euronaval.fr avec le code CAIAEN18.

REMISE DU 45° PRIX « AAT - INGÉNIEUR GÉNÉRAL CHANSON »

Bruno Chatenet, IGA, président du jury du prix AAT-Ingénieur Général Chanson

Le 12 juin 2018, le général d'armée Jean-Pierre Bosser, chef d'état-major de l'armée de Terre, a remis le 45° Prix AAT – Ingénieur général Chanson, décerné par l'Association de l'Armement Terrestre, à Messieurs Georges Lamy au Rousseau (société STARNAV) et Thomas Parias (société SOMINEX) pour leurs travaux sur le « Système de simbleautage numérique RAPACE »



Organisateurs et récipiendaires en compagnie du CEMAT, le Général Jean-Pierre Bosser

L'ingénieur général Paul Chanson, polytechnicien, docteur ès sciences, d'abord officier du Génie, décoré de la Croix de Guerre 1939-1945, puis ingénieur des Télécommunications d'armement, fut également l'un des pères de l'armement nucléaire français. L'Association de l'Armement Terrestre perpétue son souvenir sous la forme d'un prix scientifique et technique. Le prix « AAT - ingénieur général Chanson », décerné chaque année, récompense des

travaux ayant fait progresser le domaine de l'armement terrestre, comportant une part certaine d'innovation, mais suffisamment concrets pour être susceptibles d'applications pratiques.

Le jury a retenu pour 2018 les travaux des équipes menées par Messieurs Georges Lamy au Rousseau (société STARNAV) et Thomas Parias (société SOMINEX) sur le système de simbleautage numérique RAPACE.

Ce système apporte une solution pertinente et opérationnelle au problème du réglage des armes en opération, réglage propre à chaque association arme-munition-tireur. Le réglage de l'arme est une composante intégrale des actes du combattant. Il constitue une opération délicate et chronophage en unité. Il comporte deux volets : le réglage initial et la vérification du réglage sur le terrain. Ces deux actes sont capitaux pour la confiance du combattant et sa performance au tir.

RAPACE assure les trois fonctions suivantes :

- placer les tirs en cible lors de la première utilisation de l'arme et/ou de son optique de visée;
- mémoriser le réglage effectué classiquement par le tir d'une série de cartouches; ce réglage est associé au type d'arme, au numéro de l'arme, au type et au lot de munition, à la présence éventuelle d'un réducteur de son, à l'identité du tireur;
- réglage ultérieur de l'arme sur le terrain: il suffit alors de fixer l'arme sur RAPACE, de rechercher dans la mémoire de RA-PACE les paramètres arme-munition-tireur. On peut alors régler le dispositif de visée de l'arme sur un réticule affiché automatiquement par RAPACE face à l'organe de visée. L'opération ne nécessite pas de tir, est discrète, rapide, tient compte des paramètres propres à l'arme, au tireur et à la munition.

L'originalité technologique de RA-PACE réside dans la mesure de la référence géométrique du tube de l'arme par des moyens optiques et par l'emploi d'un objectif de grande qualité renvoyant à l'infini



Le dispositif optique RAPACE permet de régler une arme très rapidement en fonction du tireur

l'image du réticule de visée, ce qui supprime les contraintes d'alignement optique arme-caméra de référencement géométrique du tube et organe de visée de l'arme-objectif de collimation-afficheur du réticule

RAPACE donne confiance au tireur sur le réglage de son arme. Ce réglage est réalisé en 30 secondes, discrètement et avec précision. Chaque tireur peut retrouver son réglage individuel sur une arme passant de main en main.

En réduisant en métropole les tirs de réglage, RAPACE permet également d'alléger le recours aux champs de tir souvent saturés.

RAPACE pourra être déployé comme un système collectif au sein des armées, tant pour les forces spéciales que dans le cadre du programme FELIN. RAPACE intéresse également les forces de sécurité confrontées au même problème du réglage des armes et organes de visée.

Développé avec le soutien de la Direction générale de l'armement (DGA), dans le cadre d'un dispositif d'aide à l'innovation duale RAPID, RAPACE équipe déjà certaines unités des armées françaises depuis 2017. STARNAV est une PME spécialiste de l'extraction de données géométriques à partir d'images et SOMINEX est une PME spécialiste du développement de projets globaux pluridisciplinaires à forte valeur ajoutée.

Le prix « AAT-Ingénieur général Chanson » est remis alternativement par le DGA, le CEMAT et le président du GICAT. Il a été remis cette année par le général d'armée Jean-Pierre Bosser, chef d'état-major de l'armée de Terre, sur le pavillon du ministère des Armées au salon Eurosatory.

Quantification par le président de l'armée de Terre, sur le pavillon du ministère des Armées au salon Eurosatory.



HOMMAGE À HENRI MARTRE

(1928 - 2018)



Henri Martre est né en 1928 à Bélesta dans l'Ariège. Polytechnicien de la promotion 1947, il a choisi le corps des Télécommunications d'armement et obtenu le diplôme de l'École Nationale Supérieure des Télécommunications.

Affecté à la Section d'Études et de Fabrication des Télécommunications (SEFT) à Issy les Moulineaux, en 1952, il y restera jusqu'en 1959 avant de rejoindre la Direction des études et fabrications d'armement, puis en 1964 le Service central des télécommunications et de l'informatique. En 1966 il est affecté à la direction des programmes et des affaires industrielles de l'armement dont il prend la direction de 1971 à 1974 avant de devenir l'adjoint du délégué ministériel pour l'armement Jean-Laurens Delpech et de lui succéder en 1977.

A la tête de la DGA, il s'investira fortement pour défendre la dissuasion nucléaire au moment de l'arrivée du Président François Mitterrand en 1981. Son action sera déterminante pour la force océanique stratégique en assurant la présence à la mer de trois sous-marins nucléaires

lanceurs d'engins équipés de M4, mais aussi pour les Forces aériennes stratégiques avec le couple Mirage 2000 N et missile ASMP et pour le SSBS S3 terrestre. Les programmes conventionnels ne seront pas oubliés avec, en particulier le Mirage 2000 C et le lancement du programme de nouveau char qui prendra le nom de Leclerc en 1986. Sous son autorité, le management des programmes d'armement bénéficie de deux atouts majeurs – une conduite rigoureuse de la programmation et le phasage (faisabilité, définition, développement production) – qui favorisent l'anticipation et permettent d'éviter les perturbations catastrophiques liées au tarissement brutal des moyens financiers. Enfin il sera très actif pour soutenir l'exportation d'armement qui culmine à 61 GF en 1984. On peut notamment évoquer le contrat Sawari 1, conclu avec l'Arabie saoudite pour un montant record de 12 250 MF.

En 1983 il est nommé Président directeur général de l'Aérospatiale. Il y décidera, en particulier, le lancement du programme de l'Airbus A320, qui rencontrera le succès commercial que nous connaissons. Après avoir quitté la présidence de l'Aérospatiale en 1992, il continuera à s'investir pour la défense de l'industrie française de défense, d'électronique et d'aéronautique en prenant des responsabilités très diverses : GIFAS, AFNOR, Association européenne des constructeurs de matériels aéronautiques, Conseil consultatif de la Banque de France, Académie d'Intelligence économique après son rapport sur le sujet, administrateur de plusieurs sociétés, etc.

Il fut aussi le premier vice-président du Conseil général de l'armement, créé par André Giraud en 1988, en s'inspirant du Conseil général des Mines, contre l'avis de la DGA de l'époque, il faudra donc toute la pugnacité d'Henri Martre pour obtenir d'Alain Joxe un rôle effectif de ce conseil afin qu'il puisse mettre en œuvre les idées qu'il avait pour donner au corps de l'armement la place qu'il mérite dans notre pays.

Il fut à la fois un grand serviteur de l'État et un grand patron industriel, attaché à la défense des intérêts de son pays. Grand-croix de la Légion d'Honneur, Commandeur de l'Ordre national du Mérite, il était aussi honoré par de nombreuses décorations étrangères.

Il fut un des grands architectes de l'industrie européenne et un des pères de la pensée française en matière d'intelligence économique.

Nombre d'entre nous purent admirer son immense capacité de travail et apprécier son indéfectible et souriante courtoisie.

Il nous a quittés le 3 juillet 2018.

Jean-Paul Gillyboeuf et Claude Liévens

« LES ARMES DE LA GRANDE GUERRE »

Le Conseil Général de l'Armement a décidé, fin 2014, de réaliser un ouvrage sur « les armes de la Grande Guerre » et d'apporter ainsi sa contribution aux célébrations du centenaire de la Première Guerre.

Il est très vite apparu que l'étendue du champ à traiter et la volonté de donner la parole à l'ensemble des pays protagonistes conduisaient à faire un ouvrage collectif, fruit de la coopération d'historiens, d'ingénieurs, de pharmaciens civils ou militaires.

La mission du centenaire a rapidement donné son label au projet soutenu par les ministres de la défense successifs. La DGA a décidé de cofinancer le projet, charge à l'éditeur Pierre de Taillac d'apporter l'autre moitié. Après quelques péripéties sur la façon de contractualiser (marché classique, coproduction d'une œuvre d'art, contrat d'armement, achat d'ouvrages...) et l'aide du Service Parisien de Soutien à l'Administration Centrale (SPAC) et de la Direction des Affaires Juridiques, le projet a pu aboutir.

C'est ainsi qu'une trentaine d'auteurs et une dizaine de rédacteurs d'encarts, ont joint leurs contributions. L'objectif était double : d'une part donner envie au citoyen peu informé des questions d'armement de parcourir et de découvrir cet ouvrage, d'où le recours à de nombreux encarts ou illustrations, et d'autre part permettre au spécialiste de compléter ses connaissances.

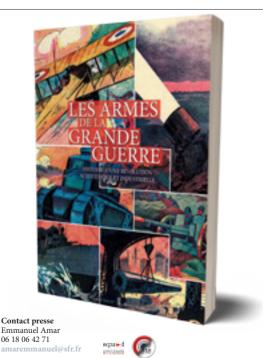
Une fois l'ensemble des projets à traiter et le volume alloué arrêtés, l'équipe en charge du projet a proposé aux meilleurs spécialistes qu'elle connaissait de bien vouloir développer un chapitre ou un encart ; les musées et détenteurs d'archives ont été mis à contribution pour illustrer richement l'ouvrage. Nous avons été agréablement surpris de voir la quasi-totalité des auteurs sollicités répondre favorablement et avec enthousiasme.

Pour décrire le contenu de l'ouvrage, laissons la plume à l'éditeur : « De tous les artisans de la Victoire, le scientifique et l'industriel sont les plus méconnus. La mobilisation de ces hommes et de ces femmes qui conçurent et produisirent les armes de la Grande Guerre, est largement ignorée. Pourtant, leurs innovations vont bouleverser le champ de bataille : parachute, tank, bombardier, porte-avions, canon à longue portée, lance-flammes, gaz de combats... Autant d'interventions qui vont marquer les esprits et, pour certaines d'entre elles, peser sur l'issue du conflit.

Et c'est le paradoxe : après le soldat, peu contribuèrent autant à la Victoire que les scientifiques et les industriels. Mais cette contribution décisive a été occultée par l'hommage légitime rendu au combattant : le poilu qui s'était sacrifié durant quatre ans dans les tranchées.

Le centenaire offre l'occasion de découvrir l'incroyable histoire de ces soldats de l'intérieur : savants, inventeurs, ingénieurs, entrepreneurs, ouvriers... » @

Alain Jouanjus, IGA



Le Conseil général de l'armement et Les Éditions Pierre de Taillac présentent

LES ARMES DE LA GRANDE GUERRE

HISTOIRE D'UNE RÉVOLUTION SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE

Sortie: juin 2018

De tous les artisans de la Victoire, le scientifique et l'industriel sont les plus méconnus.

La mobilisation de ces hommes et de ces femmes qui conçurent et produisirent les armes de la Grande Guerre, est largement ignorée. Pourtant, leurs innovations vont bouleverser le champ de bataille : parachute, tank, bombardier, porte-avions, canon à longue portée, lance-flammes, gaz de combats...

Autant d'inventions qui vont marquer les esprits et, pour certaines d'entre elles, peser sur l'issue du conflit.

Et c'est le paradoxe : après le soldat, peu contribuèrent autant à la Victoire que les scientifiques et les industriels.

Mais cette contribution décisive a été occultée par l'hommage légitime rendu au combattant : le poilu qui s'était sacrifié durant quatre ans dans les tranchées.

Le Centenaire offre l'occasion de découvrir l'incroyable histoire de ces soldats de l'intérieur : savants, inventeurs, ingénieurs, entrepreneurs, ouvriers

Prix: 49,90 euros / Format: 24 x 33 cm / 352 pages

Pour la première fois, 40 spécialistes de toute l'europe dressent un tableau complet de la mobilisation industrielle et scientifique en 14-18.



« LE CORPS DE L'ARMEMENT, UN ATOUT POUR LA FRANCE », tirage spécial gala du cinquantenaire

À l'occasion des cinquante ans du corps de l'armement, ces miscellanées sont un épais ouvrage (700 pages) réalisé et imprimé spécialement par la CAIA grâce aux contributions de nombreux anciens et de personnalités prestigieuses, avec notamment une préface du président de la République et un avant-propos de la ministre des Armées.

Organisé en trois parties, cet ouvrage revient d'abord sur la genèse du corps des ingénieurs de l'armement, puis retrace des réalisations emblématiques avant de dresser les perspectives pour les cinquante prochaines années.

À travers cet ouvrage, anciens comme jeunes pourront découvrir ou redécouvrir notre histoire commune au travers d'éclairages sur les corps militaires préexistants et sur les motivations de la création du corps des ingénieurs de l'armement, par exemple à travers des extraits du conseil de défense du 22 juillet 1966. Cet ouvrage est également l'occasion de revenir avec curiosité, comme avait pu le faire le magazine dans le passé, sur des réalisations emblématiques d'ingénieurs de l'armement au cours de cette longue période.

Jocelyn Escourrou, IPA





« L'ARTILLERIE DE TERRE EN FRANCE PENDANT UN SIÈCLE. HISTOIRE TECHNIQUE (1816-1919) », DU GÉNÉRAL CHALLÉAT (X1888), livre en deux volumes téléchargeables gratuitement sur le site Gallica de la BNF https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k64632169.textelmage https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6447033t.textelmage

Officier d'artillerie à partir de 1890 et Inspecteur des études et expériences techniques de l'artillerie de 1925 à 1929, le général Challéat était particulièrement bien placé pour rédiger cet historique fouillé et critique de la fonction armement du ministère de la Guerre entre la fin des guerres napoléoniennes et la Première Guerre mondiale.

L'attitude des décideurs face aux considérables possibilités permises par la première révolution industrielle connait une forte césure avec la surprise de la victoire prussienne de Sadowa en 1866 puis, surtout, la défaite de 1870-71. Au conservatisme plus ou moins nonchalant, voire à la routine, succède alors un effort anxieux d'être à la page des progrès techniques. Trois grandes

voies y concourent : suivre les avancées technologiques du monde civil (notamment de la métallurgie, de la mécanique et de la chimie), mener une recherche appliquée sur des domaines spécifiquement militaires (la balistique, par exemple) et faire de la veille sur les réalisations à l'étranger dans le domaine de l'armement. Par ailleurs, il est mis fin au monopole public de la production d'armements afin d'associer l'industrie privée à cet effort d'innovation : cette mesure structurante doit diminuer durablement le risque d'un engourdissement intellectuel une fois estompé dans les esprits le souvenir du choc de 1870.

Philippe Pujes

« PARIS, TOURS, BORDEAUX : SOUVENIRS DE LA GUERRE DE 1870-1871 », DU GÉNÉRAL THOUMAS (X1839), livre téléchargeable gratuitement sur le site gallica de la BNF https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k37316g

En charge de l'armement au sein du ministère de la Guerre de 1867 à 1871, le général Thoumas apporte dans ce livre un témoignage des plus éclairés et instructifs sur les conditions dans lesquelles l'Armée s'est successivement préparée, mobilisée, concentrée, reconstituée (après la capitulation de Sedan et les investissements de Metz et de Paris) pour lutter contre les armées allemandes.

Premier conflit mené par l'Armée française avec un armement véritablement industriel, la guerre de 1870 démontre d'autant mieux l'importance de la maîtrise résiliente de toute la chaîne d'approvisionnement que ce matériel nous apparaît aujourd'hui bien sommaire : le récit des difficultés rencontrées sur la production des capsules des cartouches et des aiguilles percutantes du fusil modèle 1866 (le fameux « Chassepot »), facteurs limitants de la distribution de cette arme aux unités françaises durant la seconde phase de la guerre, est particulièrement édifiant. Les nouveaux défis logistiques entraînés par un armement plus sophistiqué, plus varié et à plus grande cadence de tir sont également évoqués.

« SOUVENIRS D'UN DIRECTEUR DE L'ARTILLERIE, NOV 1914 – MAI 1915 », DU GÉNÉRAL BAQUET (X1876).

livre téléchargeable gratuitement sur le site gallica de la BNF https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k551594.textelmage

Dans ses souvenirs de directeur de l'Artillerie, c'est-à-dire de responsable de l'ensemble de l'armement de l'Armée, le général Baquet fait le récit de l'approvisionnement en armes et munitions des unités françaises lors des premiers mois de la guerre. Dans un style parfois ironique, il relate les défis rencontrés et les réponses apportées : tous les aspects de la fonction armement sont abordés d'une manière ou d'une autre, que ce soit le choix des matériels en temps de paix, le dimensionnement des stocks de munitions, la montée en puissance de la production pour faire face à l'énorme accroissement de la demande (suppléée provisoirement par la réparation des matériels endommagés et l'utilisation de modèles plus anciens, tels quels ou adaptés), les relations avec les industriels, avec les pouvoirs politiques, avec les états-majors, la sécurité d'approvisionnement (limites de l'apport des alliés, des neutres)...

Au total, deux grandes leçons à retenir : en guerre, même sur le front industriel, le temps est la denrée la plus précieuse et les données de cette course contre la montre, qui doit donc être préparée, sont souvent, consciemment ou non, ignorées des décideurs politiques et militaires. Ceux-ci peuvent alors être tentés de faire du responsable de l'armement un bouc-émissaire.

PAR DÉCRETS DE JUIN 2018

Est nommé au grade d'ingénieur général de 2° classe :

Pour prendre rang du 1er août 2018

L'ICA Dague (Nicolas, Charles, André).

Sont nommés :

L'IGA1 Mestre (François, Marie, Marcel), chargé des fonctions de chef du Service des affaires industrielles et de l'intelligence économique de la Direction de la stratégie de la DGA (18 juin 2018).

L'IGA1 Videau (Jean-Christophe, Philippe), adjoint au Directeur de la stratégie, chef du Service de préparation des systèmes futurs et d'architecture de la DGA (18 juin 2018).

L'IGA2 Cailliez (Yannick, Christian, Laurent), conseiller spécial programme « sous-marins australiens » près l'ambassade de France à Canberra (1er juillet 2018).

PAR DÉCRETS ET ARRÊTÉ DE JUILLET 2018 Est renouvelée dans ses fonctions :

L'IGA1 Vinson-Rouchon (Blandine), chef de service technique à la Direction technique de la DGA (24 août 2018).

Sont nommés :

L'IGA2 Lelaizant (Frédérique, Marcelline, Pierrette), chargée de la Sous-direction de la conduite des opérations d'armement de la Direction des opérations de la DGA (2 juillet 2018).

L'IGA2 Puyhabilier (Patrick, Jean, Luc), chef du Service de maintien en condition opérationnelle relevant de la Direction des opérations de la DGA (2 juillet 2018). L'IGA Courbe (Thomas), directeur général des entreprises à l'administration centrale du ministère de l'Economie et des finances (27 août 2018).

L'IGA2 Dock (Jean-François), vice-président de la Commission permanente des programmes et des essais des bâtiments de la flotte (1er septembre 2018).

L'IGA2 Conan (Erwan), chargé de mission auprès du directeur technique de la DGA (1er septembre 2018).

L'IGA2 Badrinath (Arvind), directeur de DGA Essais en vol à la Direction technique de la DGA (1er septembre 2018).

L'IGA2 Séris (Pierre, Roger), chef du Service de la qualité du Service central de la modernisation et de la qualité de la DGA (1er septembre 2018).

L'IGA2 Clerc (Jean-Pierre, Raymond), chargé de la Sousdirection de la mobilité et du recrutement de la Direction des ressources humaines de la DGA (1er septembre 2018). L'IGA2 Morin (Lionel, Gilles, Jean), directeur de l'unité de management Espace et systèmes d'information relevant de la Direction des opérations de la DGA (1er septembre 2018).

L'IGA2 Priou (Richard, Michel, André), adjoint au chef du Service central de la modernisation et de la qualité de la DGA (1er octobre 2018).

PAR DÉCRET ET ARRÊTÉ D'AOÛT 2018 Sont promus au grade d'ingénieur général de 1^{re} classe:

Pour prendre rang du 1er septembre 2018 L'IGA2 Pérard (Thierry).

L'IGA2 Hadou (Patrick, Gérard).

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

Pour prendre rang du 1er septembre 2018

L'ICA Laporte (Emmanuel, Jean-Claude).

L'ICA Reboul (Guilhem, Dominique, Vincent, Jean).

Sont nommés:

L'IGA2 Reboul (Guilhem, Dominique, Vincent, Jean), chef de cabinet du Délégué général pour l'armement (1er septembre 2018).

L'ICA L'Anthoen (Bernard), sous-directeur de la stratégie et de la cohérence physico-financière à la Direction de la maintenance aéronautique au ministère des Armées (1er septembre 2018).

MOUVEMENTS DE JUIN 2018

NOM	PRÉNOM	GRADE	DÉPART	ARRIVÉE
QUESSON (1990)	Benoît	IA	DT / TN	DT / ST
CHARGELEGUE (1984)	Julie	IPA	DI / DI	DP / SDP
PAULY (1982)	Sébastien	IPA	DT / ST	DRH / DRH
THOUROT (1980)	Julien	IPA	DP / SDM	DO / UMNAV
FOURNIER (1974)	Nicolas	ICA	DO / UMESIO	DP / SDP
CHAMPAGNE (1976)	Isabelle	ICA	DT / ST	DI / SDEAS

MOUVEMENTS DE JUILLET 2018

CHARDIN (1987)	Thomas	IPA	DT / MI	DO / SMCO
BUSSIERE (1980)	Sylvain	ICA	DT / ST	DO / S2A
ESPINASSE (1981)	Jean-Marc	ICA	DGA	DO / UMHMI
SOUQUE (1979)	Cédric	IPA	DGA	DO / UMAMS
MALLIAVIN (1967)	Marie- Joseph	ICA	DS / SPSA	DO / SMCO
MANGEANT (1973)	Christophe	ICA	DGA	DO / UMHOR
JEAN (1977)	Sébastien	ICA	DS / DS	DP / SDP
BRESSON (1975)	Emmanuel	ICA	DGA	DGRIS / HORS-REO
BONNET (1987)	Marie- Mathilde	IPA	DGA	DT / ST
LEMOINE (1985)	Florian	IPA	DT / ST	DS / SPSA
MAGNAUD (1981)	Marie	IPA	DRH / SDP	DIRECTION- EMM
TRAN (1983)	Patrice	IPA	DT / ST	DP / SDP
JAULMES (1982)	Robin	ICA	DT / ST	DGA / CAB
DEGARDIN (1980)	Lucien	IPA	DT / ST	DO / SMCO
VAN HEMELRYCK (1977)	Jorge	ICA	DS / SPSA	DO / SMCO
DUFOUR (1975)	Jean- Philippe	ICA	DO / UMESIO	DS / SPSA
LODEON (1971)	Patrick	ICA	DT / MI	DO / UMESIO
MAJID (1967)	Fabienne	ICA	DO / UMNBC	SMQ / SDSI

MOUVEMENTS D'AOÛT 2018

GUYON (1973)	Jérôme	ICA	DGA / DGA	DS / SPSA
MINVIELLE (1986)	Thomas	IPA	DS / SPSA	ANSSI
SALOMEZ (1995)	Chryséis	IA	DRH / SDP	DT / EV
DE MARESCHAL (1985)	Marc	IPA	DT / EM	DO / SMCO
CHAPRON (1983)	Sébastien	IPA	DT / TT	DO / S2A
LE GOFF (1981)	Xavier	ICA	DT / ST	DI / SDAP
FAUQUET (1979)	Julien	ICA	DO / UMESIO	DI / SDEAN
TOTA (1978)	Emilie	ICA	DCSIAé / AIABX	DI / SDEAN
MARLY (1976)	Cécile	ICA	DS / S2IE	DS / SPSA
FULLER (1976)	William	ICA	DI / SDEAN	DT / ST
DEBAERT (1973)	Christophe	ICA	DS / S2IE	DRH / SDP
BELLOEIL (1971)	Thierry	ICA	DS / SPSA	DCSIAé / AIABX
ELOY (1969)	Matthieu	ICA	DI / SPEM	DS / SPSA
DIDIER (1976)	Frédéric	ICA	DO / UMESIO	DT / EM
BOURGAULT (1978)	Philippe	ICA	DT / ST	DP / SDP
REINGEWERTZ (1979)	Joël	ICA	DT / ST	DO / UMHMI
LECOINTE (1972)	Olivier	ICA	DI / SDEAN	DI / SDAMO

MOUVEMENTS DE SEPTEMBRE 2018					
NOM	PRÉNOM	GRADE	DÉPART	ARRIVÉE	
GOMEZ (1987)	Clément	IPA	DRH / SDP	DT / MI	
MARTIN (1987)	Hugo	IPA	DRH / SDP	DT / ST	
CAMENEN (1987)	Tanguy	IA	DGA	DT / ST	
RABILLOUD (1980)	Jean- Baptiste	ICA	DGA	DT/ST	
BOUYER (1974)	Frédéric	ICA	DGA	DS / SPSA	
DUFETELLE (1971)	Nicolas	ICA	DGA	DT / ST	
BARDON (1993)	Magali	IA	DRH / SDP	DGA / DGA	
BONNECHERE (1993)	Guillaume	IA	DRH / SDP	DGA	
FLAMME (1991)	Thomas	IA	DGA	DT / ST	
PERRIN (1970)	Jérôme	ICA	MININT	DT / TN	
GEORGESCO (1967)	Stefan	ICA	MININT	DRH-MD / SDIP-RH	
BENESSY (1967)	Claude	ICA	Dir Budget Bercy	DS / SRTS	
RODIER (1977)	Bruno	ICA	DGA	DS / SPSA	
GOUTARD (1976)	Cyril	ICA	DGA	DO / UMAMS	
CADIC (1962)	Michel	ICA	HRO	DRSD	
RENHAS (1955)	Yves- Henri	ICA	SGMER	DAF / QEFI	
JOUGLARD (1994)	Charles	IA	DRH	DT / ST	
BERLINE (1974)	Romain	ICA	SMQ / SDSI	DP / SDM	
DE BASQUIAT DE MUGRIET (1992)	Etienne	IA	DRH	ALFAN-EM- TOULON / HORS-REO	
CLAUDEL (1994)	Rémi	IA	DRH	DT / TH	
GALLOIS MONTBRUN (1995)	Grégoire	IA	DRH	DGA / DGA	
BELLENGER (1993)	Adrien	IA	DRH	DT / TT	
MESSAGER (1993)	Adrien	IA	DRH	DT / TA	
EMSCHWILLER (1993)	Pauline	IA	DRH	DT / EP	
TROUBAT (1993)	Simon	IA	DRH	DT / MI	
SCHNEIDER (1994)	Hadrien	IA	DRH	DT / EV	
CALDAIROU (1993)	Pierre	IA	DRH	DT / EV	
DARRACQ (1994)	Lilian	IA	DRH	DT / EV	
FONGUE (1990)	Jennifer	IA	DRH	DT / TA	
BELLEC (1987)	Jean-René	IPA	DO / SMCO	DT / ST	
HOUEL (1984)	Guillaume	IPA	DT / EV	DT / ST	
ROULAND (1983)	Charles	IPA	DT / ST	DO / UMNBC	
NAVILLE (1982)	Mathieu	ICA	DT / ST	DS / SPSA	
VALLEE (1982)	Anne- Laure	IPA	DP / SDM	DO / UMESIO	
PAGES (1982)	Thomas	ICA	DT / EV	DT / ST	
ANDRIEU (1981)	Grégory	ICA	DP / SDP	DO / UMNAV	
DUGRAIN (1981)	Louis	ICA	DT / ST	DP / SDP	
BLANC (1980)	Dominique	ICA	DT / ST	DP / SDP	
LE BRAS (1981)	Florent	ICA	DO / S2A	DO / UMCOE	
LECAT (1978)	Pierre- Marie	ICA	DP / SDP	DO / UMACE	
BURIN DES ROZIERS (1979)	Jacqueline	ICA	DO / UMNAV	DS / SPSA	
WATTEAU (1974)	François	ICA	DO / UMNAV	DI / SDEAN	
REBOUL (1973)	Guilhem	ICA	DI / SDAMO	DGA / CAB	
GOSTIAUX (1974)	Michel	ICA	DS / SPSA	DT / MI	
MARTINEZ (1973)	Marie- José	ICA	DT / SDP	DT / EP	

MOUVEMENTS DE SEPTEMBRE 2018

NOM	PRÉNOM	GRADE	DÉPART	ARRIVÉE
LESTIENNE (1972)	Tanguy	ICA	DRH / SDP	DCSIAé / AIACF
CROS (1971)	Frédéric	ICA	DI / SDEAN	DS / S2IE
SKENDEROFF (1969)	Hervé	ICA	DO / UMHMI	DO / SMCO
FERRAND (1969)	Carole	ICA	DS / S2IE	DT / SDP
NGUYEN (1967)	Bertrand	ICA	DO / S2A	DO / UMESIO
SAKHOCHIAN (1967)	Frédéric	ICA	DS / SPSA	DT / ST
PHAN (1967)	Nathanaël	ICA	DI / MSOE	DRH / SDMR
BIELECKI (1968)	Arnaud	ICA	DCSIAé / AIACP	DT / EM
REDAUD (1966)	Christophe	ICA	DO / SMCO	CDT-OPS- SPEC / CDT-OPS- SPEC
ROVES (1966)	Jean-Paul	ICA	DGRIS / DQR	CGARm
LAGATHU (1966)	Jean-Luc	ICA	DO / SMCO	DO / DO
LY (1964)	Lam Fung	ICA	DO / SMCO	DO / UMNAV
SERRIER (1979)	Julie	ICA	CAB / CAB	DO / UMNAV
VIVIER (1978)	Thérèse	ICA	DO / UMCOE	DS / S2IE
BOIREL (1977)	Mathieu	ICA	DP / SDM	DT / EM
REIX (1972)	Jean	ICA	DO / UMESIO	DS / SPSA
AUFORT (1969)	Patrick	ICA	DT / EP	DT / ST
MERCIER (1970)	Laurent	ICA	SMQ / SMQ	SMQ / SDS
CATHERINE (1971)	Olivier	ICA	DCSIAé / AIABR	DO / SMCO
LEGROS (1968)	Emmanuel	ICA	DO / UMNBC	DO / UMESIO

NOUS SOUHAITONS BON VENT À:

NOM	PRÉNOM	GRADE	DERNIÈRE AFFECTATION	DATE DE DÉPART
MIALLET (1959)	Séverin	IGA 1CL	DI	22/05/18
GUEYDAN (1966)	Jérôme	ICA	DGA	01/06/18
BESSIS (1960)	Jean-Pierre	ICA	CGARm	25/06/18
COUDRAY (1972)	Laurent	ICA	DGA	01/07/18
MARTIN (1963)	Jean- Christophe	ICA	DGA	01/07/18
GAUTROT (1969)	Stéphane	ICA	DGA	01/08/18
FINCK (1971)	Richard	ICA	DGA	01/09/18
SCHANNE (1964)	Pierre	IGA 1CL	CGARm	01/09/18
TORRES (1961)	Antoine	ICA	DGA	01/09/18
STOFFT (1959)	François	IA	DS	01/09/18
CASSIER (1970)	Rémi	ICA	DS	01/09/18
BAUD (1964)	Thierry	IGA 1CL	DO	01/09/18
CHENUIL (1966)	Claude	IGA 1CL	DRH	01/09/18

ONT ÉTÉ NOMMÉS :

Benoit Camguilhem (1978), responsable autorité PRS et Galileo au SGDSN (15/06/2018)

Stefan Tibar (1989), ingénieur système et simulation numérique chez Sodern (01/07/2018)

Alain Bovis (1953), Directeur non exécutif EXERA (01/07/2018)

Marwan Lahoud (1966), associé au sein de Tikehau Capital (11/07/2018)

Pierre Angot (1957), DG au sein de INTS (01/08/2018)

Géraldine Romano (1982), responsable synthèse technique mission & opération Space Systems chez Airbus Defense & Space Toulouse (20/08/2018)

Louis Boulanger (1989), ingénieur système conduite de tir au sein de Dassault Aviation (01/09/2018)

Laurianne Schneider (1986), chargée de mission à la Direction des souffleries ONERA/Palaiseau (01/09/2018)

Amandine Dessalles (1982), Plan programmation et évaluation à l'EMA (01/09/2018)

Victor Cauchois (1990), chargé de mission pour la politique muséale, Ministère de la Culture et de la Communication (01/09/2018)

Stefan Georgesco (1967), sous-directeur de l'ingénierie des processus de RH au SGA/DRH MD (01/09/2018)

Geoffroy Lenglin (1976), coordinateur technique à la DGSI/DT (01/09/2018)

Walter Arnaud (1972), SIMMT/division des parcs (01/09/2018)

Jacques Doumic (1974), Vice Président – Engagement Director » de CAP Gemini /Custom Software Development (10/09/2018)

Ming Long (1991), ingénieur simulation des procédés des aubes de turbine chez Safran/Genevilliers (01/10/2018)

Benoit Chandesris (1989), responsable projet R&T partenariats laboratoires et écoles chez Safran/Massy (01/11/2018)



Défier la complexité

Eiffage Métal est un concepteur industriel et un ensemblier, leader historique de la construction métallique clés en main.











HIGHER TOGETHER"

Dans l'aéronautique, les missions sont diverses mais l'exigence de performance est unique. Le succès de chaque vol réside dans une maîtrise technologique parfaite, fruit des compétences et de l'expérience de nos ingénieurs, techniciens et compagnons. Une excellence conjuguée à une recherche permanente de l'innovation pour créer des avions d'exception, civils et militaires.

www.dassault-aviation.com

