

# LIVRE BLANC SUR L'INDUSTRIE DE DÉFENSE EUROPÉENNE

## PRODUIRE PLUS, PLUS VITE ET MOINS CHER : QUELS LEVIERS ?



AVENCORE

# SOMMAIRE

## 1. ACCÉLÉRER ET FIABILISER LES GRANDS PROJETS EN VISANT LE JUSTE BESOIN TECHNIQUE, DOCUMENTAIRE ET CONTRACTUEL

- 1.1 Spécifier le juste besoin technique pour le satisfaire 4
- 1.2 Étude de cas : définir et déployer une méthode d'analyse de la valeur partagée par 3 industriels et 2 agences gouvernementales 5
- 1.3 Viser le juste besoin documentaire pour accélérer les développements 7
- 1.4 Coconstruire le cadre contractuel et réinventer les modalités de collaboration 9
  - ZOOM SUR: Les nouvelles technologies de l'industrie de la défense: quelles tendances ? 11
  - ZOOM SUR: le programme SCAF (Système de Combat Aérien du Futur): un niveau de complexité et d'interopérabilité sans précédent 13

## 2. SE METTRE EN MARCHÉ VERS DES DÉVELOPPEMENTS PLUS RAPIDES ET PERFORMANTS

- 2.1 Définir une stratégie d'innovation à 360° pour gagner des parts de marché 16
- 2.2 Le suivi de projet : un basique mais pas encore un acquis 17
- 2.3 Concevoir à coûts objectifs : comment aligner les objectifs du projet et les contraintes budgétaires ? 19
- 2.4 Choisir le mode de développement en fonction du client et du type du projet : l'Agile appliqué au développement hardware, rêve ou réalité ? 19
- 2.5 Simplifier et «démilitariser» les besoins 25
  - ZOOM SUR: Anticiper l'impact organisationnel de l'agile 26
- 2.6 Étude de cas : Réduire le lead-time de prototypage de 25 à 50 % 27

## 3. PRODUCTION ET MAINTENANCE : VERS UNE GOUVERNANCE DE LA SUPPLY CHAIN COMPATIBLE AVEC L'ÉCONOMIE DE GUERRE

- 3.1 Repenser et soigner la relation avec les fournisseurs : indispensable pour sécuriser la production 30
- 3.2 Adapter le pilotage des programmes de grande échelle à l'économie de guerre 33
- 3.3 Investir pour sécuriser la Supply Chain 37
- 3.4 Étude de cas : challenger le statu quo pour améliorer des plannings de production 39
- 3.5 Maintenir en Condition Opérationnelle : quelles réponses industrielles au changement de paradigme 40
  - Entretien avec Morgan Zimmermann, CEO NETVIBES, Dassault Systèmes 41
  - ZOOM SUR : La stratégie de maintenance et les nouvelles technologies dans la défense 42

## IN A NUTSHELL

- De la stratégie à l'action : les étapes clés pour des grands programmes de défense plus agiles et efficaces 43

# INTRODUCTION S'ADAPTER SANS CESSER

L'industrie de la défense doit faire face à des enjeux inédits : contexte géopolitique instable, combinaison de guerres asymétriques et de conflits de haute intensité, accélération des évolutions technologiques et des cybermenaces, guerre aux portes de l'Europe qui impose de renforcer les capacités et l'indépendance militaires en Union Européenne... De nouveaux conflits armés (notamment en Ukraine et au Moyen Orient) ont mis en avant le besoin d'adapter l'armement actuel à des modes de combat qui n'avaient pas été complètement anticipés (l'utilisation massive de drones peu coûteux par exemple).

Face à cette situation, les membres de l'OTAN se sont réengagés en 2023 à investir au moins 2 % de leur PIB dans la défense. Le Fonds Européen de la Défense s'est quant à lui doté d'un budget de 8 milliards d'euros sur la période 2021 – 2027 pour renforcer la coopération en matière de R&D entre les pays membres. Au niveau international également, les dépenses liées aux nouveaux enjeux de défense sont en hausse. Le marché des drones militaires est par exemple estimé à 72 milliards de dollars US en 2028 (contre 4 milliards en 2015)<sup>1</sup>, le marché de l'Intelligence Artificielle (IA) pour des applications militaires pourrait atteindre jusqu'à 19 milliards de dollars US d'ici 2029 (contre 6.3 Milliards en 2020)<sup>2</sup>, et les dépenses mondiales en cybersécurité devraient atteindre environ 27 milliards de dollars US d'ici 2028 (contre 19 milliards en 2022)<sup>3</sup>.

Dans ce contexte, la Direction Générale de l'Armement (DGA) se positionne comme acteur clé (si ce n'est pilote !) d'une transformation de l'industrie française de défense. L'objectif est simple : répondre aux besoins des forces avec des solutions adéquates et disponibles au bon moment, au bon niveau de coûts, tout en assurant l'autonomie stratégique nationale et européenne.

En 2023, Emmanuel Chiva, récemment nommé à la tête de la DGA, exposait sa vision stratégique et affirmait son souhait de voir la DGA « s'adapter sans cesse pour répondre aux enjeux d'aujourd'hui et des prochaines décennies. Cette ambition ne pourra être atteinte sans un changement de culture profond et collectif tendant vers la simplification, l'agilité et l'audace. De cette adaptation doit naître une nouvelle DGA plus ouverte vers ses partenaires étatiques et industriels, mais aussi plus simple et efficiente. »

Dans un monde VUCA, caractérisé par sa Volatilité, son incertitude (Uncertainty), sa Complexité et son Ambiguïté, les industriels de la défense font face à des défis majeurs pour rendre le monde de demain plus sûr. Il est de leur ressort (les grands groupes mais aussi les PME dans la base industrielle et technologique de défense) d'adapter les modes de développement, de production et de maintenance afin de satisfaire les nouvelles demandes de la DGA tout en prenant en compte les contraintes existantes et émergentes. Face à l'évolution rapide des tensions géopolitiques (risques) et des technologies (opportunités), ce livre blanc, organisé autour de trois phases, vise à fournir aux industriels de la défense des outils d'aide à la décision et des recommandations concrètes.

### AVANT-PROJET

**1** Du cadrage stratégique au passage de commande, l'industriel et les donneurs d'ordre institutionnels doivent développer de concert une vision stratégique claire et prospective pour anticiper les ruptures et les opportunités futures.

### DÉVELOPPEMENT

**2** L'industriel doit renforcer la collaboration avec son client et ses fournisseurs et mettre l'innovation au cœur de l'écosystème défense pour mutualiser les compétences et les ressources.

### PRODUCTION & MAINTENANCE

**3** L'industriel doit œuvrer pour accroître l'agilité et la résilience des moyens de production pour s'adapter aux changements de demande (ramp-up) et aux imprévus (variation de mix produit en fonction du théâtre des opérations).

Bien qu'interdépendantes, ces trois phases peuvent être optimisées par des leviers distincts, pour atteindre l'objectif d'une production à temps pour le client.

# 1 ACCÉLÉRER ET FIABILISER LES GRANDS PROJETS EN VISANT LE JUSTE BESOIN TECHNIQUE, DOCUMENTAIRE ET CONTRACTUEL

Première étape de cycle de vie d'un produit ou système, la phase avant-projet – du cadrage stratégique au passage de commande - occupe une place centrale dans l'objectif d'un développement et d'une production optimisés, spécialement dans le cadre de l'industrie de défense. En effet, l'expression de besoin conditionne les futures phases de développement du produit, prenant en compte toutes ses spécificités techniques pour accomplir les missions qui lui sont demandées.

Besoin peu clair, trop large, non-conforme aux attentes réelles du client final (sur les théâtres des opérations), trop ambitieux ou trop prudent, ou même impossibilité de converger sur un besoin : même si l'industrie de défense n'a plus à prouver la qualité et la fiabilité (indispensable !) de ses produits, elle doit aujourd'hui formuler son besoin de manière réactive et fiable et optimiser ses modalités contractuelles, du besoin technique et documentaire au passage de commande.

Soucieuse de répondre à ce défi, la DGA et les autres acteurs de la défense (utilisateurs finaux, donneurs d'ordres, systémiers et équipementiers) ont entamé une transformation de leur phase amont : accélérée et fiabilisée, cette étape cruciale doit poser des bases solides afin de développer les solutions technologiques au juste besoin, avec des objectifs clairs, partagés et réalistes de coûts et de délais. Cela vise à éviter les importants retards observés sur de nombreux grands programmes, comme le programme SCORPION, qui vise notamment à remplacer les blindés de l'armée de Terre, et dont les objectifs seront atteints d'ici 2035, soit avec cinq ans de retard.<sup>4</sup>

Sur la base des difficultés observées sur les phases amont de grands projets de défense, Avencore propose trois axes d'amélioration principaux pour assurer le succès de cette transformation :

## 1.1 SPÉCIFIER LE JUSTE BESOIN TECHNIQUE POUR LE SATISFAIRE

Un paradoxe industriel s'exprime particulièrement dans l'industrie de défense : des produits qui ne répondent pas toujours au réel besoin des utilisateurs malgré un très haut niveau de technicité. Pour résoudre ce paradoxe, l'industrie de défense doit savoir spécifier au juste besoin, c'est-à-dire allier une compréhension des réels enjeux opérationnels du client, et un niveau technologique juste suffisant pour satisfaire ces enjeux sur toute la durée de vie du produit.

Le levier clé d'une spécification au juste besoin est l'analyse de la valeur. Cette étape a pour objectif de constituer des spécifications

techniques et documentaires au juste besoin des clients intermédiaires et finaux. Cette méthodologie consiste à comparer, pour chaque exigence, la valeur apportée (à l'utilisateur final en priorité, mais aussi au fabricant, aux services de maintenance, etc.) et le coût engagé pour la remplir (coût de développement, coût récurrents, coût de maintien en condition opérationnelle, coûts de structure engagés, etc.).

Pour réussir à aligner les spécifications avec le besoin client, la phase d'analyse de la valeur doit être :

- + Effectuée suffisamment en amont du développement produit pour ne garder que les exigences strictement nécessaires et donner les justes priorités en phase de développement
- + Mise à jour de manière continue au cours du développement pour s'adapter aux évolutions technologiques et des besoins opérationnels
- + Pensée pour impliquer fortement tous les acteurs, des clients étatiques aux utilisateurs finaux pour définir la valeur en passant par les partenaires industriels

Enfin, déterminer des objectifs de résultats et non de moyens techniques laisse le champ libre à des solutions de conception alternatives ou évolutives en phase développement.

## La parole à

### un Directeur de grand programme :

Les besoins du donneur d'ordre français ne correspondent pas toujours aux attentes pour l'export



L'enjeu pour les industriels français est aussi de réussir à l'export. Or les besoins exprimés par le donneur d'ordre français sont parfois trop spécifiques, trop exigeants et ne correspondent pas aux besoins sur le marché international. Que ce soit sur les fonctionnalités ou sur les prix, les produits français ont parfois du mal à trouver leur place dans la concurrence internationale. Certains accords intergouvernementaux, d'état à d'état entre la France et la Belgique par exemple, peuvent aider à penser la production pour l'export. Il y aurait une réflexion à avoir sur la manière de retranscrire la spécification du client dans les possibilités industrielles existantes du fabricant.

1 Le juste besoin technique : comment optimiser les spécifications techniques, notamment via l'analyse de la valeur, pour éviter les surdimensionnements et répondre au mieux aux enjeux opérationnels ?

2 Le juste besoin documentaire : comment améliorer des justifications documentaires qui induisent souvent des délais (et des coûts) significatifs dans les développements ?

3 La flexibilité et robustesse contractuelle : quel modèle (contractuel, industriel, de partenariat) pour un co-développement agile qui permette de réagir aux évolutions rapides des besoins opérationnels ?

## 1.2 ÉTUDE DE CAS CLIENT

### DÉFINIR ET DÉPLOYER UNE MÉTHODE D'ANALYSE DE LA VALEUR PARTAGÉE PAR TROIS INDUSTRIELS ET DEUX AGENCES GOUVERNEMENTALES

Dans le cadre d'un projet d'armement multinational européen, un groupement de trois industriels cherche à se répartir de façon équilibrée les six architectures à produire. Les industriels, partenaires sur ce programme mais concurrents par ailleurs, doivent collaborer pour définir la valeur tout en préservant leur propriété intellectuelle. Dans cette phase amont de développement, la méthode de l'analyse de la valeur répond dans ce cas aux enjeux de confidentialité des données et de concurrence entre les parties engagées.

Avencore accompagne l'un de ces industriels, en charge de la définition de la méthode et de l'alignement avec les autres membres du consortium. La mission, d'une durée de 12 mois, a pour objectifs de définir une méthode d'analyse de la valeur pour comparer les différentes architectures envisagées par les trois industriels, de développer l'outil associé et de faire valider et accepter les résultats de l'étude d'analyse de la valeur par toutes les parties prenantes.

#### QUELS DÉFIS ?

- + La phase de définition dans laquelle se trouve le projet implique un niveau de maturité du design très faible auquel il faut adapter la méthode d'analyse.
- + Les capacités des industriels ne sont pas adaptées aux exigences des deux clients institutionnels (des agences gouvernementales).
- + La durée du cycle de développement du projet (15 ans) nécessite de créer un outil flexible qui saura s'adapter à l'évolution des données d'entrée tout au long du développement.

#### QUELS FACTEURS DE SUCCÈS IDENTIFIÉS PAR AVENCORE ?

- + La connaissance de l'état de l'art par Avencore, depuis l'expertise méthodologique jusqu'à la compréhension détaillée des contraintes industrielles.
- + Des workshops réguliers et ciblés avec les clients institutionnels pour assurer un alignement entre leurs attentes et la méthode en construction.
- + Des ateliers de travail avec des participants minutieusement sélectionnés, incluant entre autres les chefs de projet et des représentants des trois industriels du consortium, pour coconstruire la solution technique
- + L'utilisation de maquettes et de supports de travail clairs pour favoriser l'accord et la convergence de toutes les parties sur des sujets complexes.

## La parole à un responsable de grands projets de défense :



Communication et confiance seront les mots clés de l'industrie de la défense de demain



L'industrie de la défense doit aujourd'hui être plus réactive et plus agile car les besoins des opérations militaires ont beaucoup et très vite évolué (notamment vers des combats rapprochés en zones urbaines). Il n'est plus envisageable de travailler sur des projets dont les cahiers de charges restent figés pendant 10-15 ans : il faut désormais avoir une vision moyen terme tout en acceptant des évolutions court terme. Il faut aussi être capable d'intégrer de nouveaux besoins opérationnels, de nouvelles technologies ou autres dans les grands programmes pendant les développements. Cela nécessite de renforcer drastiquement les échanges entre toutes les parties prenantes (en particulier DGA et industriels). Communication et confiance seront les deux mots clés de l'industrie de la défense de demain ! Ce changement de paradigme est déjà en train de s'opérer : les process évoluent et la culture se transforme pour faire de l'accélération des évolutions des besoins une opportunité pour tout le secteur.

En plus de ce besoin de réactivité accrue, les nouveaux besoins opérationnels ont aussi des conséquences sur les développements et livraisons documentaires des grands programmes. On assiste à une augmentation de la documentation nécessaire puisque les systèmes sont plus complexes et les intervenants plus nombreux. Il est essentiel de tracer et garder en mémoire toutes les étapes de développement. Mais attention à ne pas faire du papier pour faire du papier ! Il ne faut pas oublier que la documentation n'apporte de la valeur que si on a pris soin dès le départ de définir l'attendu (l'usage qui en sera fait, le contenu nécessaire, le moment où elle sera nécessaire, la personne qui va l'exploiter, etc.).





## 1.3 VISER LE JUSTE BESOIN DOCUMENTAIRE POUR ACCÉLÉRER LES DÉVELOPPEMENTS

Souvent sous-estimée par les donneurs d'ordre, la documentation est pourtant une obligation contractuelle et un poste de coûts important pour l'industriel. Afin de minimiser les dépenses et d'optimiser la gestion des ressources de l'industriel, les spécifications documentaires doivent être définies, et ce au juste besoin.

Deux leviers clés ont fait leurs preuves auprès des industriels pour spécifier efficacement une documentation : la méthode de la « pyramide documentaire » et la pratique du « decontenting » (voir encadré).

MÉTHODE	OBJECTIF
PYRAMIDE DOCUMENTAIRE	+ Structurer l'effort de définition et la démonstration de conformité du système selon une arborescence pyramidale des dossiers de justifications jusqu'aux essais pour cerner l'effort documentaire (éviter les redondances, maximiser les références, ...)
DECONTENTING	+ Challenger le périmètre de documents considérés comme à livrer au client pour réduire et ajuster l'effort de formalisation et de traçabilité des hypothèses au juste besoin.

Tableau 1 : Pyramide documentaire et Decontenting



## 1.4 COCONSTRUIRE LE CADRE CONTRACTUEL ET RÉINVENTER LES MODALITÉS DE COLLABORATION

L'industrie de défense, comme celle des grands systèmes, se caractérise par la durée longue de ses projets, et donc des risques d'évolutions régulières du besoin (retour d'expérience terrain, évolution technologique notamment, nouveaux modes de combats). Pourtant les contrats traditionnellement employés ont longtemps été inadaptés à cette exigence, basés sur une description du besoin fortement détaillée et envisageant de nombreux cas de figures fixés dès le début des études. Par exemple, les difficultés rencontrées par le projet A400M, cumulant complexité technique due à des exigences d'utilisation contradictoires, complexité de gouvernance (absence de leader de programme, obligation de geo-return...) et contraintes réglementaires additionnelles (certification civile) sont emblématiques.<sup>5</sup>

Face à cela, un nombre croissant d'acteurs de la défense européens s'intéresse de plus en plus aux pratiques appliquées par les industriels hors-défense : de nouveaux modes de travail émergent, axés sur une co-construction entreprise-client-utilisateur, afin d'adapter de manière plus agile les spécifications initiales aux évolutions de besoin.

Cette collaboration peut également être bénéfique aux industriels afin de prendre en compte leurs propres contraintes et évolutions.

La nécessité pour les industriels de la défense de travailler de plus en plus étroitement avec des startups technologiques de l'économie civile (sur l'Intelligence artificielle ou la cybersécurité par exemple), sans compromettre la sécurité nationale, renforce également le besoin de faire évoluer le cadre réglementaire et administratif.

L'adoption de nouveaux modes contractuels (contrats basés sur les performances, contrats agiles, partenariats public-privé...) vise à introduire plus de coopération, de flexibilité et d'adaptabilité pour gérer la complexité et l'incertitude des projets de défense, tout en assurant une répartition équitable des risques et des bénéfices.

Le succès de ces nouveaux modes contractuels repose sur la clarification, dès le départ des travaux et entre toutes les parties prenantes, des conditions de collaboration (la fréquence et les modalités d'implication des acteurs, le cadre de modification des exigences, etc.).

### La parole à un Directeur de grand programme :

**GME : une émulation vertueuse mais un effort administratif énorme**

Les groupements momentanés d'entreprises (GME) créent une émulation vertueuse entre les industriels qui élaborent une offre commune car chacun cherche à valoriser ses solutions les plus avancées. La DGA sélectionne alors le meilleur de toutes les entreprises impliquées et réunit une « équipe France » autour d'un grand projet. C'est une compétition saine et constructive toutefois, l'effort administratif pour bien gérer ce type de collaboration au quotidien est chronophage. D'autres cadres contractuels, comme la Joint-Venture, pourraient être étudiés pour être plus efficace sur le plan organisationnel et des moyens techniques mis en œuvre pour réaliser les différents travaux.



# ZOOM SUR

## Les nouvelles technologies de l'industrie de la défense : quelles tendances ?

Les changements technologiques que va connaître la défense au cours des 20 prochaines années seront plus substantielles que lors des 20 dernières, et l'intégration de technologies « du commerce » va s'accélérer.

### DIGITALISATION

L'intégration croissante des technologies numériques, incluant l'intelligence artificielle (IA), le big data, et la cybersécurité permet de mettre en place des systèmes de défense plus connectés et plus collaboratifs.

#### ILLUSTRATION

Le véhicule blindé de transport de troupes de l'armée de Terre française, le Griffon, est doté de technologies militaires avancées dont l'informatique embarquée pour traiter rapidement toutes les informations remontées par des capteurs optiques et acoustiques et les partager en temps réel avec son réseau de véhicules alliés.

### TECHNOLOGIES HYPERSONIQUES

Le développement de véhicules et d'armes hypersoniques, capables d'atteindre des vitesses supérieures à Mach 5, modifie les stratégies de défense antimissile et de frappe à longue portée.

#### ILLUSTRATION

Pour la première fois en juin 2023, la direction générale de l'armement français (DGA) a testé un planeur hypersonique expérimental, le planeur hypervélocé VMaX.<sup>7</sup>

### DRONIFICATION

L'utilisation accrue de drones et de systèmes autonomes (aériens, terrestres, maritimes) s'étend aujourd'hui à de multiples applications, allant de la surveillance à l'engagement offensif.

#### ILLUSTRATION

En octobre 2023, la Royal Air Force a annoncé avoir reçu son premier drone MQ-9B Protector (SkyGuardian). Il peut opérer à des hauteurs allant jusqu'à 40 000 pieds et dispose d'une autonomie de plus de 30 heures. Par la suite, 15 autres drones seront livrés à la RAF.<sup>6</sup>

### RÉALITÉ AUGMENTÉE (RA) RÉALITÉ VIRTUELLE (RV)

Dans le but d'améliorer l'efficacité, de réduire les coûts et d'augmenter la sécurité des personnels militaires, la RA/RV est utilisée notamment pour créer des environnements d'entraînements immersifs, pour fournir une assistance à distance, pour faciliter la navigation et le ciblage sur le terrain, pour tester de nouveaux équipements...

#### ILLUSTRATION

le Royaume-Uni a annoncé en février 2019 avoir investi 1 million de livres sterling pour le développement de systèmes de simulation de vol de haute-fidélité, basés sur de la RV, pour l'entraînement de ses pilotes de chasse, réduisant ainsi considérablement le temps, les coûts et les risques associés à la formation traditionnelle.<sup>8</sup>



# ZOOM SUR

## Le programme SCAF (Système de Combat Aérien du Futur) : un niveau de complexité et d'interopérabilité sans précédent

Le programme SCAF est un système de systèmes entièrement en réseau qui vise à maintenir la supériorité aérienne des forces armées européennes. Ce programme, le fruit d'une coopération politique et industrielle de grande ampleur, a déjà suscité de longues discussions et négociations pour arriver à un accord sur la répartition de la charge industrielle notamment.

Le SCAF, qui sera opérationnel à l'horizon 2040, intègre des technologies de pointe (Intelligence Artificielle pour faciliter les décisions des militaires, traitement des mégadonnées, cybernétique, cloud de combat, IoT, etc.) et repose sur une architecture ouverte qui doit permettre d'accueillir les technologies développées dans le futur.

Pour réussir, le SCAF devra surmonter des obstacles politiques, opérationnels, industriels, techniques et technologiques, nécessitant un effort de collaboration concerté et permanent pour s'assurer de la convergence des objectifs à long terme.

Quelques chiffres clés :

- + Un projet à 100 milliards d'euros réparti entre 4 pays : Annoncé en 2017 par la France et l'Allemagne, le SCAF a été rejoint par l'Espagne en 2020 et par la Belgique en 2023
- + Plus d'une dizaine d'industriels sont déjà impliqués dans le SCAF et doivent travailler ensemble : Dassault Aviation, Airbus Defence and Space, Indra, Eumet, Safran Aircraft Engines, ITP, MTU Aero Engines, MBDA ou encore Thales
- + En décembre 2023 : environ 2 000 ingénieurs et experts travaillent déjà sur le programme en Europe
- + Chez Airbus uniquement, les effectifs consacrés au programme sont passés de 200 à 800 personnes au cours de l'année 2023
- + Le premier vol du démonstrateur NGF (New Generation Fighter) devrait intervenir en 2029 (contre 2027 envisagé au lancement du programme)





## 2 SE METTRE EN MARCHÉ VERS DES DÉVELOPPEMENTS PLUS RAPIDES ET PERFORMANTS

En France, une part importante de la valeur ajoutée de l'industrie de défense provient des activités de R&D (par exemple Safran a investi, en 2022, 5,4 % de son chiffre d'affaires en R&D) autour des nouvelles technologies pour s'adapter aux demandes des clients. La complexité croissante des systèmes de défense, avec des arborescences typiques de 1000+ composants, et l'évolution de

technologies, ont cependant entraîné une augmentation des temps et des coûts de développement, ainsi qu'un besoin plus important d'adaptation.

Une question clé a émergé pour les industriels et leurs clients : comment effectuer des développements rapides et moins coûteux, tout en assurant le niveau de qualité attendu ?



### 2.1 DÉFINIR UNE STRATÉGIE D'INNOVATION À 360° POUR GAGNER DES PARTS DE MARCHÉ

La course à l'innovation est cruciale pour assurer le développement de nouveaux produits plus performants pour le client final. L'innovation a cependant un coût en détournant des capacités clés de l'entreprise vers une activité qui n'est pas immédiatement source de revenus. De fait, une stratégie résolument tournée vers l'innovation ne résulte pas toujours en un avantage compétitif (immédiat !) pour l'entreprise. Le management de l'innovation (englobant les processus, stratégies et pratiques utilisés pour

générer de nouvelles idées, développer de nouveaux produits, services ou processus) est alors essentiel pour maîtriser les coûts de l'innovation et en faire un véritable levier de croissance.

Au moins trois types d'innovation sont au cœur des enjeux des industriels et cohabitent avec les dimensions d'innovation classique (incrémentale, adjacente, de rupture ou radicale) :

#### INNOVATION PRODUIT

Conception de nouveaux produits/services pour pivoter le portefeuille produit (diversification du portefeuille Core Business, ouverture sur de nouveaux marchés, ...) ou créer un avantage (performance, coûts) vis-à-vis de la concurrence.

#### INNOVATION PROCÉDÉ

Maîtriser un procédé de fabrication nécessaire à la fabrication d'un produit permet de sécuriser une innovation produit. Se mettre en capacité de maîtriser de nouveaux procédés en rupture, c'est être capable de fabriquer des produits plus performants, que d'autres ne pourront copier.

#### INNOVATION MANAGEMENT

L'innovation en matière de gestion et de management, qu'elle prenne la forme de méthodes comme le Lean Manufacturing ou de nouveaux modèles économiques comme celui d'Uber (Uber n'a pas inventé le taxi mais un business model), joue un rôle crucial dans l'amélioration de la qualité de service et de la satisfaction, tant pour les clients externes que pour les employés internes, et la compétitivité des coûts.

Une stratégie réussie, dans une industrie où la performance du produit compte pour gagner des marchés, s'appuie sur chacun des trois piliers. En analysant les leviers spécifiques et les meilleures pratiques associées à chaque type d'innovation, ce livre blanc fournit des clés pour accélérer le time-to-market et être aux rendez-vous des enjeux de défense.

## 2.2 LE SUIVI DE PROJET : UN BASIQUE MAIS PAS ENCORE UN ACQUIS

Un facteur majeur de retard et surcoût, lors des projets, est le manque de visibilité et de transparence quant aux coûts, délais et activités à réaliser. La mise en place dans les projets, au plus tôt, du suivi de ces facteurs est essentielle à l'identification d'écarts, la proposition de solutions et l'anticipation des risques. Bien que cela semble être un basique, des marges de progressions significatives existent chez nombreux de nos clients industriels.

De nombreux outils de suivi de projet (du workbook Excel aux solutions Jira, Slack en passant par Planisware et MSProjet, divers compromis entre fonctionnalités, customisation et stockage de la donnée) existent pour faciliter la communication autant interne qu'externe, et pour

rationaliser le suivi de projet. Ces outils doivent être inscrits dans des process clairs et partagés avec toutes les équipes internes (développement, achats, production, ...). Dans la mesure du possible, il peut également être utile de partager (en partage partiel des informations) ces outils avec les fournisseurs et même les clients impliqués afin d'avoir des process entièrement compatibles.

Les processus mis en place doivent permettre à la fois une communication claire (sur les délais, coûts et risques) et la responsabilisation des parties prenantes.

### La parole à un Directeur de grand programme :

**On interagit encore trop souvent avec fichiers excel et des powerpoint**



Globalement dans le secteur de la défense, on est encore très en retrait sur tous les outils de pilotage et de gestion de projet et de modèles numériques. On interagit encore trop souvent avec fichiers excel et des powerpoint alors qu'il existe des outils numériques plus efficaces qui permettraient sûrement une meilleure collaboration. Et au-delà de la gestion de projet, si on regarde d'un point de vue métier, nous devrions tous collectivement faire plus confiance aux outils de modélisation, de validation et de simulation numérique afin de ne pas devoir systématiquement faire un prototype et des essais réels à chaque étape.



En pratique, utiliser des outils sur étagère ou des méthodologies génériques ne suffit pas à piloter des projets d'envergure comme les projets défense. En effet, développer le prochain croiseur ou le turboréacteur du prochain chasseur ne mobilise pas les mêmes énergies et demande des organisations spécifiques.

Nous recommandons de contextualiser les méthodologies de développement (ex. cycle en V

ou agile) et les outils (exemple : planisware ou SAP) aux produits en jeu pour construire le System Engineering Plan (SEP) : un système de management qui intègre le jalonnement des étapes clés du cycle de développement et la définition du time-to-market cible, l'adaptation du RACI du processus de développement à l'organisation, l'identification des besoins critiques et l'adaptation des outils aux processus ainsi définis.

*Nos expériences de retournement de grand projet, auprès d'acteurs de la défense, soulignent l'impact négatif d'un SEP insuffisamment préparé sur l'exécution de la phase de développement. Notre recommandation : allouer environ 2 % du temps de développement au cadrage du SEP, avec une équipe projet dont la taille correspond à environ 5 % de l'équipe de développement.*

## 2.3 CONCEVOIR À COÛTS OBJECTIFS : COMMENT ALIGNER LES OBJECTIFS DU PROJET ET LES CONTRAINTES BUDGÉTAIRES ?

La capacité d'innovation des ingénieurs français n'est plus à démontrer quand on pense aux grands programmes en rupture portés par notre pays : Ariane et sa fiabilité, Rafale et ses qualités multi-opérations, sous-marins Barracuda et leur capacité de dissuasion... Mais pensons également au Concorde, qui malgré ses qualités technologiques, n'a pas rencontré le succès commercial espéré faute de réponse aux besoins économiques des compagnies aériennes (consommation, coûts exploitation...)<sup>9</sup>

Au-delà d'un certain seuil, les coûts augmentent plus vite que la volonté du client à payer chaque nouvel incrément de technologie. Côté délai, un client peut préférer avoir le produit rapidement et à plus bas coûts, plutôt que d'attendre pour obtenir un produit plus performant, surtout en cas d'imminence de conflit.

Un outil couramment utilisé pour permettre d'optimiser le compromis entre valeur ajoutée pour le client et coûts de production est la conception à coûts objectifs. Cette méthode consiste à prédéterminer un coût cible pour le produit final, puis à organiser les activités de développement pour atteindre cette cible : arbitrer les choix d'architecture, les choix de conception, de schémas industriels ou encore de choix fournisseurs en intégrant fortement la recherche d'optimum technico-économique. Sur des systèmes de défense, souvent complexes, une conception à coûts objectifs peut permettre d'économiser de 20 à 40 % sur les coûts (coûts récurrents : production, achats, assemblage, test... mais aussi coût de maintien en condition opérationnelle).

Le secret d'une conception à coûts objectifs : challenger des choix techniques qui n'ont pas – ou qui n'ont plus – de sens vis-à-vis du réel besoin client, mais qui génèrent des coûts. Tout inducteur de coût doit avoir une raison d'être ; si elle n'est pas trouvée avec les équipes de développement, il faut aller la chercher du côté des fournisseurs.

Et si les fournisseurs ne permettent pas d'apporter une réponse, la solution est toute trouvée : l'inducteur de coût doit disparaître ! Reliquats de choix de design historiques, faible collaboration entre designers et marketing, manque d'implication des fournisseurs ou retranscription sous-optimale des spécifications client, les causes de désalignement entre réel besoin et solution technique proposée sont nombreuses. Un exemple trivial : relaxer la valeur d'un congé d'une pièce de fonderie avec un effet bénéfique sur le taux de rebus et le coût de fabrication sans impact sur la performance. Si de telles opportunités ne sont pas détectées lors du cycle nominal de développement du produit, une démarche spécifique de réduction des coûts (task force) peut être nécessaire afin de réunir les conditions nécessaires à l'émergence de ces idées (démarche structurée, animation efficace de workshops pluridisciplinaires, implication des fournisseurs au bon niveau, cadencement des actions, etc.).

Les étapes clés d'une démarche de conception à coût objectif sont les suivantes :

- + Définition d'une référence technico-économique, permettant l'identification des fonctionnalités étudiées et des hypothèses d'évaluation des coûts utilisée (RETEX, benchmark, chiffrages, etc.)
- + Définition du coût cible
- + Identification et priorisation des inducteurs de coûts – qui aboutiront généralement sur des axes de travail dédiés
- + Cadrage des axes de travail (objectifs, parties prenantes internes et externes, champs des possibles, etc.)
- + Construction d'un portefeuille d'opportunités documentées (gains, investissements, probabilité, risques, ROI, etc.)
- + Construction d'un un plusieurs scénarios d'évolution des coûts composés d'opportunités compatibles

En pratique, outre l'impact direct sur la compétitivité du programme objet de la démarche Conception à Coût Objectif (CCO), des effets positifs sur les capacités de production en libérant du temps machine et/ou humain sont généralement observés.

Au-delà de ces impacts chiffrables, l'enjeu est également de faire évoluer les personnes, process et outils afin de systématiser la démarche et de l'ancrer comme un principe fondamental de tout nouveau développement.

Quelques facteurs clés de succès pour mettre sous contrôle des coûts d'un projet incluent :

La mise en place au plus tôt dans la vie du projet d'un système de management des coûts (démarche CCO, équipe dédiée, gouvernance associée, appui managérial fort etc.)

La responsabilisation forte des équipes techniques sur les sujets des coûts (coopération régulière et cadrée entre les ingénieurs de développement, l'industrialisation, la production, les achats, le marketing)

L'implication forte des fournisseurs, dans une démarche « gagnant-gagnant » (partage des gains issus du projet, perspective d'accords long-terme et de partenariat, visibilité sur les volumes à venir, etc.)

L'orchestration efficace et structurée de la démarche, qui vient bien souvent s'ajouter au quotidien déjà bien chargé des acteurs principaux



## 2.4 CHOISIR LE MODE DE DÉVELOPPEMENT EN FONCTION DU CLIENT ET DU TYPE DU PROJET : L'AGILE APPLIQUÉ AU DÉVELOPPEMENT HARDWARE, RÊVE OU RÉALITÉ ?

Parmi les innovations de type « Management et organisation », l'Agile, initialement issu du monde du software, est un des leviers de performance pour les entreprises de la défense.<sup>10</sup>

Pour la majorité des programmes défense, les industriels optent pour des modes de développement en cycle en V,

caractérisés par une vision long terme du planning, des échéances espacées et une rigidité des spécifications annoncées par l'édition d'un cahier des charges détaillé en amont du projet.

Cependant, le développement en cycle en V a des limites liées aux hypothèses qui le sous-tendent :

HYPOTHÈSE CONSIDÉRÉE DANS LE CAS D'UN DÉVELOPPEMENT « CYCLE EN V »	CAS DANS LESQUELS LES DÉVELOPPEMENTS « CYCLE EN V » PEUVENT ÊTRE REMIS EN QUESTION
+ En déclinant le besoin client en fonctions produits, il est supposé que le besoin client est bien connu.	+ Si la définition du besoin client est moins aboutie. Par exemple, avec l'arrivée des drones et du « new space », comment concevoir les systèmes de demain qui assureront la supériorité dans les airs et dans les télécommunications ?
+ En déclinant les fonctions du produit en exigences pour les sous-ensembles, il est supposé que l'architecture soit, dans ses grandes lignes, connue et figée.	+ Lorsqu'un produit est mature et que l'on atteint les limites de performance d'une architecture donnée, une rupture est nécessaire pour aller chercher un avantage de performance.

Tableau 2: Développement en cycle en V



Lorsque ces hypothèses sont vérifiées, choisir le cycle en V est une évidence. Dans le cas contraire, l'Agile peut apparaître comme une méthode alternative qui, au-delà du monde du software, a aujourd'hui fait ses preuves dans le cas d'industries civiles avec par exemple Toyota dans l'industrie automobile ou Amazon dans le domaine de la logistique.

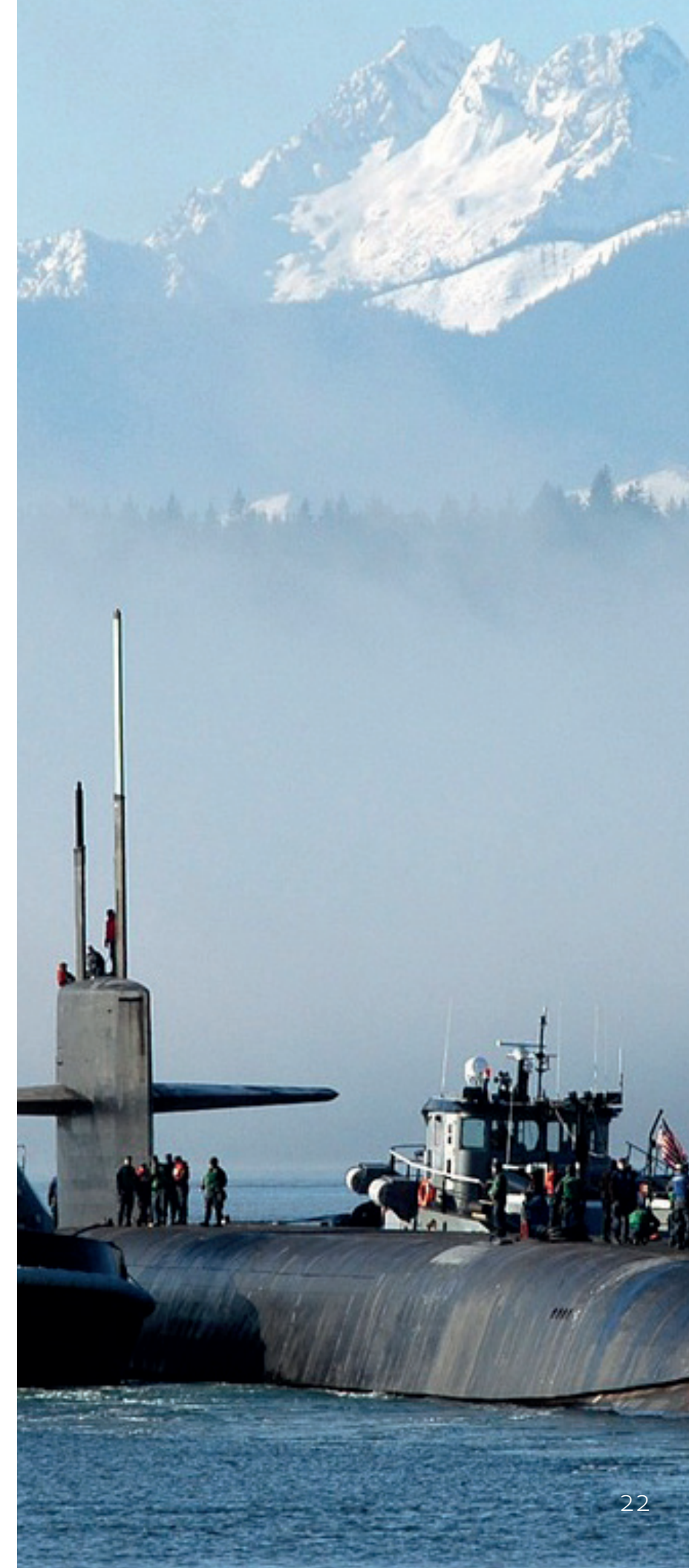
*Si le management en V permet de concevoir et tester au plus tôt une version finale des composants élémentaires du produit (le test du produit complet est repoussé à la fin du V), le management Agile permet de produire au plus tôt une version initiale du produit complet.*

On parle de MVP (Minimum Viable Product), ce qui permet d'avoir un retour des utilisateurs sur les fonctionnalités vraiment importantes pour eux. La version finale est développée par une succession d'itérations, appelée sprint, qui, à l'issue du test utilisateur, réapplique le cycle spécification besoin / conception / test.

Les motivations pour adopter une approche Agile sont de deux types :

- + Livraison du produit : livrer plus vite une version, même intermédiaire, du produit (par exemple avec 80 % des fonctionnalités) ;
- + Business : gérer l'incertitude sur le besoin d'un client défense opérant dans un monde VUCA, tester la traction commerciale et dimensionner l'effort de développement.

La contrainte de l'Agile est de fournir à l'issue d'un sprint un produit fonctionnel, même si 100 % des fonctionnalités ne sont pas implémentées.



## LA RÈGLE D'OR DE L'AGILE :

Implémenter l'Agile sur un périmètre restreint (sous-projets de taille réduite) pour tester et éprouver l'approche avant de l'étendre à l'ensemble de l'organisation.

Le choix du mode de développement étant réalisé en amont du développement, il est recommandé d'utiliser un modèle d'analyse pour faire un choix éclairé.

Ayant eu l'opportunité de travailler avec

différents clients dans de nombreux secteurs industriels, Avencore a constitué un modèle de cinq facteurs qui conditionnent l'adaptation efficace de l'Agile pour de grands projets industriels :

### PROJET

Le projet doit pouvoir être découpé en sous-projets de taille réduite (max. 30 pers.), avec une définition aisée des interfaces entre sous-projets ;

### PROTOTYPES

Les concepteurs doivent pouvoir avoir accès rapidement et facilement à des technologies de prototypage pour tester des fonctionnalités ou solutions en cycles courts ;

### CLIENT

Le client doit être partie prenante du développement en participant activement aux échanges à chaque cycle, pour ajuster le besoin et anticiper les dérives, adapter les ressources en fonction de l'évolution du périmètre ;

### GOVERNANCE

Les rôles et responsabilités (RACI) de chacun doivent pouvoir être redéfinis et adaptés au mode de développement Agile, avec le soutien d'un coach Agile si besoin. Éventuellement, des contraintes internes (processus) ou externes (réglementation) peuvent s'opposer à la déclinaison à l'Agile du mode de gouvernance ;

### PROCESS ET OUTILS

Les processus et outils de tous les participants (R&D, industrialisation, prototypage, production, achats, client, fournisseurs, ...) doivent pouvoir être adaptés à la démarche Agile choisie, pour faciliter les échanges d'information et la flexibilité. Le besoin de certifier un outil de référence ou des coûts de développement importants peuvent être un frein à la déclinaison d'un outil classique au mode Agile.

Selon, notamment, la maturité des technologies à utiliser (rupture ou continuité) et la complexité du produit (profondeur et taille de l'arborescence produit), il peut être adapté d'appliquer un développement en V ou en mode Agile. Mais les méthodes issues du software ne sont pas toujours directement applicables à du hardware : comment tester une « fonctionnalité » sans avoir conçu et fabriqué tout le système ?

Il existe une troisième voie, une voie hybride, où l'on combine « Cycle en V » et « Mode Agile » : suivant les work packages à développer ou les phases du développement, il peut par exemple être décidé de « passer en mode agile » sur un bloc fonctionnel sur lequel une incertitude ou un nœud technologique doit être dépassé. Bien que cela paraisse plus complexe, c'est souvent la voie choisie par les industriels qui cherchent à faire un premier pas sur la voie de l'Agile pour du hardware.

## ZOOM SUR :

### Anticiper l'impact organisationnel de l'agile

Passer à un mode de développement Agile a un impact profond sur l'organisation de l'industriel (processus, rôles et responsabilités, outils) ainsi que sur les interactions avec le client. Ce dernier devra notamment accepter de faire évoluer ses exigences au fil des sprints. Il s'agit d'un défi culturel de taille dans un secteur qui évolue historiquement dans des champs de contraintes très restreints.

L'enjeu RH en vaut cependant la chandelle et les acteurs du secteur l'ont bien compris. Communiquer sur la méthode agile permet d'attirer et de recruter plus facilement des talents qui souhaitent travailler sur les technologies en rupture et inventer les processus de demain.

*Les étapes clés pour réussir l'adoption de l'Agile dans la défense*



## 2.5 SIMPLIFIER ET « DÉMILITARISER » LES BESOINS

La défense est une industrie de systèmes (très complexes avec des temps de production longs (y compris avec des approvisionnements dits « à longs délais », parfois supérieurs à l'année). Pour ces objets complexes, 70 % de la structure de coûts de production sont imputables à la part achat et 30 % restants correspondent aux coûts internes (assemblage, intégration, test).

L'approvisionnement des composants achetés est de plus en plus complexe. La « démilitarisation » de certaines parties du design est un levier clé pour agir sur les achats « Démilitariser », c'est limiter le nombre des exigences spécifiques aux seules applications militaires (par exemple : la performance de certains composants électroniques, le type de traitement et peinture... avec des conséquences sur les contraintes « export control » ou encore le niveau de confidentialité des données échangées avec les partenaires, etc.).

*La simplification des besoins rend les objets plus facilement fabricables et permet d'élargir le panel fournisseurs, des seuls fournisseurs autorisés à des fournisseurs hybrides (industrie civile et industrie de la défense) et/ou de petite taille.*

La « démilitarisation » des produits industriels s'inscrit dans un nouveau paradigme de la gestion de l'équipement par les forces armées : les armées ne se limitent plus à des fournisseurs nationaux pour leurs équipements et imposent une réelle compétition sur les coûts en recherchant hors de leurs frontières les fabricants les plus efficaces. Ainsi, si les donneurs d'ordre se libèrent de certaines contraintes, les fournisseurs doivent en faire autant en réduisant le nombre de développements spécifiquement militaires, et être ainsi plus compétitifs. Diminuer le nombre de contraintes spécifiques à chaque État permettrait également de favoriser la

coopération et/ou le rapprochement de fabricants basés dans différents pays de l'Union Européenne. Faciliter les transferts d'équipements et consolider l'avantage compétitif des industriels européens est en effet devenu clé pour le renforcement de l'autonomie de la défense européenne.

Les programmes de véhicules tactiques légers, utilisés par les forces armées des États-Unis et de plusieurs pays européens, sont des exemples concrets de la « démilitarisation » des besoins et des designs dans l'industrie de la défense. Plus spécifiquement, le véhicule Joint Light Tactical Vehicle (JLTV), qui remplace une partie de la flotte de Humvees de l'armée américaine, a bénéficié d'une conception hybride pour répondre aux besoins militaires tout en intégrant des technologies et des composants de l'industrie automobile civile. Cela inclut des systèmes de motorisation, de transmission, et des technologies de sécurité qui sont similaires à celles utilisées dans les véhicules commerciaux. L'utilisation de composants standardisés et non spécifiquement militaires dans le JLTV a permis de réduire les coûts de production et de maintenance. En moyenne, chaque JLTV coûte environ 17 % de moins que les projections gouvernementales initiales.<sup>11</sup>



## ZOOM SUR

### Pas de transformation industrielle sans changement culturel

Le succès de l'accélération de l'industrie de la défense ne repose pas uniquement sur des méthodes d'optimisation des produits et des processus. Elle est aussi dépendante d'un aspect plus subtil mais crucial : la transformation culturelle, c'est-à-dire comment changer en profondeur les modes de fonctionnement et l'état d'esprit des équipes.

Adoption de la méthode Agile, « démilitarisation » des spécifications, processus de visibilité pour les fournisseurs de rangs 2-3-4...

de telles évolutions dans un secteur historiquement et culturellement très contraint ne se décrètent pas, mais doivent être anticipées et encadrées. Dans la défense comme dans n'importe quel autre secteur industriel, l'accompagnement du changement n'est pas un « nice to have » mais c'est un impératif qu'il faut considérer dès le départ comme une des composantes du projet. Il s'agit de faire évoluer l'ADN de l'entreprise - ses caractéristiques culturelles - pour l'aligner sur les objectifs stratégiques, les demandes du marché et les aspirations internes.

Cinq étapes sont décisives pour assurer une transformation réussie et pérenne.

- 1 Écrire l'« histoire » de la transformation pour aligner les parties prenantes (dont le top management) et donner du sens à l'action aux équipes
- 2 Clarifier les bénéfices pour chacun à s'engager dans ce mouvement, communauté par communauté, à tous les niveaux de l'entreprise
- 3 Rédiger et diffuser un « mode d'emploi » de la transformation de l'entreprise. Communiquer, communiquer et communiquer encore sur les nouvelles attentes, l'évolution des rôles, les nouveaux modes de fonctionnement, au sein et entre les équipes
- 4 Accompagner les communautés, les individus, assurant la formation et la montée en compétences
- 5 Écouter les équipes, mesurer l'adoption du changement, et adapter les actions si besoin

## 2.6 ÉTUDE DE CAS CLIENT

### RÉDUIRE LE LEAD-TIME DE PROTOTYPAGE DE 25 À 50 %

Les exigences de qualité liées au domaine de la défense impliquent la fabrication de nombreux prototypes. L'expérience de nos clients a montré les bénéfices de raccourcir et d'avancer les phases de prototypage, avec trois bénéfices à la clé : accélérer l'ensemble du cycle de développement, mais aussi mieux maîtriser le risque technique et anticiper le risque industriel.

Il s'agit essentiellement d'un changement d'état d'esprit : tester les spécifications au plus tôt et pas seulement le produit plus tard. Concrètement, on peut utiliser la fabrication additive pour tester la géométrie d'une pièce avant que la gamme de fabrication et les outillages soient définis, ou monter un système électronique sur table pour tester les seules fonctions électroniques avant la conception des caissons de blindage et l'intégration dans le produit final. Dans certains cas, on peut également utiliser des modules obsolètes pour tester au plus vite l'architecture et sécuriser la spécification des modules.

Dans cette étude de cas, un industriel de la défense fait appel à Avencore à la suite d'un diagnostic pour repenser son processus de prototypage. Les délais de prototypage existants (de 1 à 2 ans) rendent les cycles de développement trop longs. Les activités sont réparties sur des sites dans quatre pays, avec une forte variabilité de périmètres, de type de projets et de méthodes de travail entre ces sites.

Avencore dispose de quelques mois pour cartographier le processus de prototypage en l'état, identifier et implémenter des solutions pour l'accélérer et créer un outil d'aide à la décision pour le choix de la technologie de prototypage à mettre en œuvre.

Pour réaliser cette mission, Avencore met en œuvre des méthodes éprouvées de recherche d'opportunités impliquant les différents acteurs dans l'effort de prise en compte des impacts (financier, technologiques et en termes de délais).

### QUELLES DÉMARCHES MISES EN ŒUVRE ?

- DÉVELOPPER UNE PROCÉDURE ACCÉLÉRÉE DE PROTOTYPAGE, AU TRAVERS DE DEUX LEVIERS :

- + Un processus achat propre à l'activité de prototypage : contournement des processus d'achats standards, réactivité du processus garantie par une visibilité plus importante pour le suivi des commandes, qualification des fournisseurs spécifique et adaptée au prototypage ;

- + Séparation de la production et du prototypage : si des machines de production sont utilisées pour réaliser les prototypes et que les prototypes sont fortement en amont de la production, mise en place d'une queue de production différente pour les prototypes et la production. Il a été nécessaire de bien distinguer les cas en fonction de la maturité du prototype à réaliser.

- ADOPTER UNE STRATÉGIE D'ANTICIPATION POUR LES ACHATS :

- + Commandes dès que le besoin est déterminé (gain de temps estimé à 6 mois) ;

- + Veilles technologiques (fortement en amont des développements), identification et commande des composants indispensables (gain de temps allant jusqu'à 2 ans). Les équipes Avencore ont ici pris soin de mettre en relation les gains de temps réalisés avec une analyse des risques encourus.

- STANDARDISER LA CONCEPTION :

- + Initiatives pour encourager les concepteurs à utiliser une liste restreinte de composants ou à avoir recours à des composants disponibles dans les stocks de production ou plus faciles à sourcer lorsque c'est possible.

- ASSURER LA PRÉSENCE D'UN STOCK :

- + Suivi continu du stock, étude avantages/inconvénients de la création d'un stock pour un composant.

- AMÉLIORER LA COMMUNICATION ENTRE LES DÉPARTEMENTS :

- + Base de données intégrée dans les outils de travail pour assurer le transfert d'informations entre les départements, animation de réunions interdépartementales régulières afin d'améliorer l'alignement et la structuration de la phase de spécification du prototypage.

- OPTIMISER LA PLANIFICATION DES ESSAIS ET DES TESTS :

- + Création d'une matrice mettant en relation les exigences techniques et fonctionnelles avec les tests nécessaires pour les valider ;

- + Identification de Minimum Viable Product (MVP) permettant de minimiser le nombre de prototypes nécessaires tout en limitant leurs complexités, grâce à un outil d'aide à la décision développé par Avencore.

### 3 PRODUCTION ET MAINTENANCE : VERS UNE GOUVERNANCE DE LA SUPPLY CHAIN COMPATIBLE AVEC L'ÉCONOMIE DE GUERRE

Au même titre que le développement, les phases d'industrialisation, de production et de maintenance sont directement concernées par l'accélération de la mise à disposition de matériels de première monte et des pièces détachées.

Plusieurs types de leviers peuvent être activés pour faciliter la production et la maintenance. Par exemple, dès la phase de conception, l'anticipation et la facilitation des activités de production et de maintenance sont à prévoir, à travers la modularité, la facilité d'assemblage et de désassemblage. En phase de production, l'optimisation des flux peut être réalisée à travers le déploiement ou la poursuite d'une démarche de Lean Management.

Or, la Supply Chain des entreprises de défense se retrouve en première ligne, quand on sait que les délais d'approvisionnement représentent plus de 50 % des délais de production, en particulier chez les sous-traitants<sup>11</sup>. Les grands donneurs d'ordres devront donc être particulièrement vigilants à impliquer leurs fournisseurs dès les phases de développement, les faire monter en compétence tout en sécurisant leur situation financière, pour garantir la résilience de leur Supply Chain.

Nous examinerons plus particulièrement dans cette section cinq familles de leviers fondamentaux, tant pour la production initiale que pour la maintenance :

- + Investir dans la relation avec les fournisseurs et en particulier les modèles de collaboration
- + Adapter les modes de pilotage des grands programmes au contexte et à la Supply Chain
- + Investir dans la Supply Chain pour sécuriser les approvisionnements
- + Anticiper les besoins et la planification, par le déploiement de processus PIC-PDP (plan industriel et commercial – plan directeur de production, ou S&OP - Master Planning en anglais), jusqu'aux enjeux de recrutement et rétention des personnels qualifiés
- + Digitaliser la production avec des solutions bout-en-bout

La maintenance englobe d'ailleurs désormais également une dimension de service, dont l'évolution, notamment à travers les contrats de maintien en condition opérationnelle (MCO), sera examinée dans la section 3.5



#### 3.1 REPENSER ET SOIGNER LA RELATION AVEC LES FOURNISSEURS : INDISPENSABLE POUR SÉCURISER LA PRODUCTION

La relation avec les fournisseurs démarre en phase de développement et s'exerce jusqu'aux activités de maintenance. Elle représente un enjeu crucial, aussi bien en termes de volumes (une part non négligeable des développements et de la production est externalisée), d'impact sur la production (coût - qualité - délai) et de confidentialité.

En France notamment, la DGA s'appuie sur ce qu'on appelle la « Base industrielle et technique de défense (BITD) » composée d'environ 9 grands groupes et plus de 4 000 PME, dont 450 sont considérées comme stratégiques (chiffres complémentaires sur la BITD en annexe 1).

En phase de développement, la collaboration avec les fournisseurs peut se faire selon divers modes, à l'instar du développement interne. Le choix doit se faire au cas par cas, en fonction du projet et des capacités du fournisseur, et être accompagné de la contractualisation correspondante.

Dans le mode de fonctionnement « Build-to-Print », le fournisseur fabrique la pièce ou le système selon une conception définie par le donneur d'ordre.

Dans le mode « Build-to-Spec », la solution est entre les mains du partenaire, sur la base de spécifications fournies par le donneur d'ordre.

QUAND CONSULTER EN « BUILD-TO-SPEC »	QUAND CONSULTER EN « BUILD-TO-PRINT »
<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Développer la solution mobilise une expertise ou une capacité qui n'est pas disponible en interne</li> <li>+ Le fournisseur et la fourniture sont facilement substituables (le fournisseur a sans doute déjà des plans qui répondent aux spécifications)</li> <li>+ Il s'agit d'innovation produit (nouvelles architectures) tandis que les composants ne sont pas en rupture</li> <li>+ La fourniture est non critique et représente une faible part de la valeur ajoutée du produit final</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Le donneur d'ordre dispose des capacités et de l'expertise pour développer la solution</li> <li>+ Il est plus simple de spécifier la solution que le besoin</li> <li>+ Il s'agit d'innovation procédé (nouvelles gammes conduisant à des pièces plus performantes)</li> <li>+ La fourniture est critique (risque technique élevé) ou soumise à certifications (risque projet élevé)</li> </ul>

Tableau 3 : Cas d'usage du Build-to-Spec et du Build-to-Print  
Pour en savoir plus sur ces deux méthodes, voir l'annexe 2.



Quel que soit le mode sélectionné, il est recommandé de collaborer avec les fournisseurs très tôt dans le projet :

- + A minima dès les phases de design pour le Build-to-Print
- + Ou dès la phase de structuration du projet pour le Build-to-Spec

La collaboration précoce vise à anticiper les potentielles difficultés techniques chez le fournisseur qui pourraient avoir un impact sur la production du client. Notre expérience avec les industries de défense montre que le coût de mitigation d'une difficulté technique est souvent plus faible dans une phase avant-projet que dans une phase finale de conception ou lors du lancement d'une production.

En phase de production, deux modes de production (Make-to-Stock et Make-to-Order) sont utilisés en priorité, ce qui fournit les combinaisons ci-dessous selon les typologies de produits recherchées. Ces modèles correspondent à autant de modèles complets de collaboration client – fournisseur.

	QUAND CONSULTER EN « BUILD-TO-SPEC »	QUAND CONSULTER EN « BUILD-TO-PRINT »
MAKE TO ORDER	<p>Production à la commande de produits personnalisés, adaptés à des besoins évoluant à chaque commande, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Équipements d'utilisation ponctuelle (exigences opérationnelles spécifiques, contextes réglementaires différents ou évolutifs, etc.),</li> <li>+ Équipements soumis à des évolutions technologiques et/ou à obsolescence rapides,</li> <li>+ Technologies sensibles à forte exigence de confidentialité...</li> </ul> <p>Assimilable au mode Engineer-to-Order sur des petites séries</p>	<p>Production à la commande de produits correspondant à des besoins très spécifiques du client, de prototypes ou petites séries ou de produits à forte complexité technique, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Systèmes complexes spécifiques constitués de composants ou sous-ensembles (dans le cadre d'un mode Make-to-assemble pour le produit fini, par exemple pour un véhicule blindé, des systèmes de guidage ou de communication, etc.)</li> </ul>
MAKE TO STOCK	<p>Production anticipable et stockée de produits standards, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Équipements standardisés d'utilisation massive tels que consommables, munitions, treillis, etc. pour lesquels une disponibilité élevée est nécessaire (stocks stratégiques)</li> </ul>	<p>Production anticipée et stockée de produits standards définis sur plans, par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Pièces de rechange pour des équipements spécifiques (véhicules militaires, composants électroniques, etc.),</li> <li>+ Équipements de communication et surveillance,</li> <li>+ Équipements de protection individuelle...</li> </ul>

Tableau 4 : Combinaisons des modes de conception et modes de production



## 3.2 ADAPTER LE PILOTAGE DES PROGRAMMES DE GRANDE ÉCHELLE À L'ÉCONOMIE DE GUERRE

La planification est essentielle au succès des programmes de production à grande échelle ; et il n'existe pas une « One Best Way » pour piloter.

Cascader les plannings de commandes fermes (au travers d'un ERP par exemple) est un levier de compétitivité qui mériterait d'être étendu aux prévisions de commandes.

Cependant, cette ambition se heurte aux contraintes de défense sur le partage de données, à la mise en place nécessaire d'un cloud souverain ou à l'incertitude liée au choix d'une architecture digitale (centralisée par un industriel leader, ou décentralisée) pour héberger la planification d'un grand projet de défense.

D'autres challenges se posent :

Introduire et savoir où positionner des « buffers » (tampons sous forme de stocks, de surcapacités)\* dans la Supply Chain pour absorber les variations de demandes, ce qui implique de partager le risque du surinvestissement.

Investir dans la Supply Chain en allouant les efforts aux fournisseurs « goulot » pour une efficacité maximale, ce qui nécessite de jouer la transparence pour identifier lesdits fournisseurs.

Tendre vers la souveraineté des approvisionnements tout en assurant une certaine réversibilité de la Supply Chain pour réduire les coûts en temps de paix.

Pour aider les industriels de la défense à gouverner ces situations délicates, Avencore a développé une matrice de différents schémas pour anticiper les modes de pilotage des grands programmes de production en fonction de l'évolution de la situation économique et géopolitique.

\* Le troisième type de buffer, le queuing, est à contenir en économie de guerre en gérant proactivement les deux autres types, le stock et les surcapacités.

	ÉCONOMIE DE PAIX <i>Focus sur les coûts et régulation de la production par une logique de marché</i>	ÉCONOMIE DE GUERRE <i>Focus sur la production et coordination de la production centralisée par l'État</i>
SUPPLY CHAIN ROBUSTE <i>Fournitures standardisées et fournisseurs substituables (commodités), rentabilité permettant l'auto-investissement, pas de contraintes géographiques sur le panel fournisseur</i>	<p><b>DÉLÉGATIF</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Déléguer au secteur privé dans une logique concurrentielle.</li> <li>+ Donner la visibilité au travers de planning prévisionnel dans le respect des règles de concurrence.</li> <li>+ Challenger les coûts, ce qui conduit à chasser les excès de stock et de surcapacité.</li> </ul> <p>Déléguer l'évaluation des capacités de production au fournisseur en contrepartie de pénalités de retard.</p>	<p><b>DIRECTIF</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Centraliser et coordonner au niveau gouvernemental.</li> <li>+ Cascader les orientations stratégiques : mix-produit, capacités cible, priorisation des moyens et ressources.</li> <li>+ Planifier à long terme puis à court terme, à échéance resserrée vers les fournisseurs de rang 1, en charge de coordonner leurs propres sous-traitants.</li> </ul> <p>Accélérer et étendre la production au détriment des coûts.</p>
SUPPLY CHAIN FRAGILE <i>Ressources non-substituables, fournisseurs fragiles et non-substituables, rentabilité ne permettant pas l'auto-investissement, contraintes géographiques qui restreignent le panel fournisseurs</i>	<p><b>PARTICIPATIF</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Accompagner la montée en compétences des fournisseurs avec des audits réguliers, des chantiers de Supplier Développement sur les sujets : Processus Qualité Compétences</li> <li>+ Encourager les consolidations entre petites entreprises et les investissements nécessaires à la modernisation du secteur (Tiering).</li> </ul>	<p><b>INTRUSIF</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Structurer la Supply Chain en imposant une gouvernance et des outils communs orientés vers la collaboration en temps (quasi-)réel.</li> <li>+ Optimiser les flux de matériels et l'information entre les maillons et anticiper / identifier les points de blocage.</li> <li>+ Challenger le management des maillons faibles (top 3 des fournisseurs goulots), les outiller en système de management, optimiser les flux de production, supporter le processus achat du fournisseur.</li> </ul> <p>+ Éventuellement, considérer une intégration verticale.</p>

Tableau 5 : Matrice de gouvernance de la Supply Chain et modes de pilotage de grands programmes

Cette matrice est à décliner produit par produit, puis branche par branche de la Supply Chain, voire fournisseur par fournisseur pour les plus critiques.

Il n'y a pas une seule bonne façon de gérer une Supply Chain, il faut être agile sur le mode de gouvernance, en fonction des grandes tendances qui impactent l'industrie de la défense et des particularités des fournisseurs. Les grands leviers d'action sont :

- + Mettre en place une gouvernance de filière pour « forcer » le passage d'un modèle de pilotage à un autre.
- + Définir les critères de robustesse d'une Supply Chain et les macro-indicateurs économiques et géopolitiques : il s'agit d'objectiver le choix d'un mode de piloter lorsque des turbulences secouent la Supply Chain.
- + De préparer en amont les stratégies, processus, RACI, etc. qui correspondent aux 4 modes de gouvernance pour activer, en mode « plug'n play », celui à adapter à la situation à un instant donné.
- + En économie de paix, de participer activement au développement des fournisseurs critiques pour rendre la Supply Chain plus robuste. Le passage de Délégitif à Directif est moins douloureux que celui de Participatif à Intrusif.



### 3.3 INVESTIR POUR SÉCURISER LA SUPPLY CHAIN

Dans l'industrie de la défense, la performance d'une Supply Chain se mesure économiquement mais aussi en termes de souveraineté (au niveau de l'entreprise et de la filière, notamment dans un contexte de tensions sur les approvisionnements et d'inflation). Dans cette section, nous établissons une liste, non exhaustive, des modes d'investissement pour rendre une Supply Chain plus robuste ou sécuriser un ramp-up dans une double logique économique et de souveraineté.

+ L'investissement peut prendre la forme d'un accompagnement à la montée en compétences du fournisseur : chantiers « Supplier development » avec les fonctions dédiées de l'industriel (Supplier Performance Management), chantiers Lean ou mise en place de processus S&OP ; formation des équipes du fournisseur à des savoir-faire maîtrisés par l'industriel. En particulier, l'utilisation de nouvelles technologies, telle que la fabrication additive ou l'analyse des données de production, sont des thèmes où l'accompagnement du fournisseur par l'industriel se révèle souvent créateur de valeur pour l'ensemble de la Supply Chain.

+ L'industriel peut revoir ses processus Achats pour sécuriser les chaînes d'approvisionnement : réservation de volumes d'acier en direct chez les fondeurs plutôt que sur le marché ; mutualisation des achats avec des filiales ou d'autres groupes industriels pour atteindre une taille critique de négociation (« conbid ») ; négociation des tarifs d'achats pour le compte de ses fournisseurs ; recherche d'éventuels fournisseurs hors défense (démilitarisation des achats là où cela a un sens).

En premier lieu, les donneurs d'ordre peuvent co-financer les moyens de production (CAPEX) des PME qui pourraient représenter une faiblesse dans la chaîne, moyennant contreparties, par exemple par la réservation de nouvelles capacités de production pour l'investisseur, ou par une remise sur les achats futurs.

Mais il existe d'autres façons d'aider un fournisseur, par exemple en codéveloppant ses capacités :

+ En impliquant au plus tôt les fournisseurs dans les programmes via la collaboration, l'industriel leur donne une visibilité sur leur plan de charge, ce qui permet de sécuriser leur business plan, de dimensionner au mieux les investissements et, in-fine, d'avoir un accès plus facile au capital. Ceci passe par la fiabilisation et la fluidification de l'expression de la demande (souvent fragmentée) entre les intégrateurs OEM et leur Supply Chain, et l'outillage des fournisseurs pour évaluer et anticiper les appels de charge.

Au travers des modalités de paiement :

+ Raccourcir les délais de paiement, soit par une revue/automatisation des processus Achats, soit par un système de dérogation pour les fournisseurs critiques, est un levier efficace à activer par les industriels pour aider leur Supply Chain à traverser le choc de liquidités que peut représenter un ramp-up.

+ Dans certains cas, l'industriel peut aider le fournisseur en finançant tout ou partie du coût des stocks (dont l'impact est particulièrement sensible en contexte de ramp-up) à travers des acomptes sur commande. Dans ce dernier cas, on commencera par les LLI (Long Leadtime Items) avec pour bénéfice supplémentaire de sécuriser la chaîne d'approvisionnement.

Enfin, à travers des intégrations d'entreprise :

+ L'intégration verticale amont, quoique très engageante, permet à la fois d'accompagner le développement de l'entreprise acquise en lui faisant profiter des capacités de l'entreprise acquéreuse (professionnalisation, effet volume, mutualisation des ressources humaines, financières et techniques) tout en sécurisant les approvisionnements auprès de l'entreprise acquise.

+ Le tiering, qui consiste à classer ses fournisseurs par niveau de complexité des produits, peut contribuer à la consolidation horizontale de fournisseurs de rang 1 pour les faire monter en compétence ou leur permettre d'atteindre une taille critique.



### 3.4 ÉTUDE DE CAS CLIENT

#### CHALLENGER LE STATU QUO POUR AMÉLIORER DES PLANNINGS DE PRODUCTION

En phase de production, un groupe industriel du naval de défense fait appel à Avencore pour réduire le planning de production, à la dérive.

Au cours des 6 mois de mission, Avencore est présent auprès des équipes afin de sécuriser et d'améliorer les plannings mais également pour en consolider la robustesse.

En travaillant de front avec les équipes de planification et de production, les consultants d'Avencore quantifient les écarts au planning et en identifient les origines avant de mener des actions d'adhérence au planning, notamment par l'analyse des tâches.

L'amélioration du planning de production s'appuie sur deux leviers principaux :

- + L'optimisation des séquences et de l'enchaînement des tâches
- + La parallélisation des tâches

Le vaisseau offrant une surface d'accueil réduite et un environnement exigu, il était présumé impossible de paralléliser des tâches de production en faisant intervenir plusieurs équipes en même temps dans le vaisseau. Avencore a challengé le statu quo et construit avec les équipes une matrice de parallélisation qui, paire à paire, explicitait si deux opérations pouvaient être parallélisées, notamment dans le cas où les équipes d'intervention opéraient dans des sections différentes du vaisseau. En activant le levier de la parallélisation, et en chassant toutes les inefficacités dans la séquence d'opérations,

Avencore et les équipes du client ont réduit significativement le temps production et permis à l'industriel de livrer le client final dans les temps.

En animant un total de 76 réunions de créativité avec les différentes équipes du client, la mitigation des risques (100+ risques identifiés) et la conversion des opportunités (200+ opportunités identifiées) permet de générer un gain jusqu'à 93 jours ouvrés sur le chemin critique de certains sous-systèmes, représentant une réduction de 60 %.

### 3.5 MAINTENIR EN CONDITION OPÉRATIONNELLE : QUELLES RÉPONSES INDUSTRIELLES AU CHANGEMENT DE PARADIGME

Les contrats de Maintien en Condition Opérationnelle (MCO) ont pris de l'importance dès les années 1990, et leur caractère prioritaire a été récemment réaffirmé par la Loi de Programmation Militaire 2024-2030 en France.

Ces contrats visent à garantir la disponibilité et la performance des équipements militaires (avions, navires, véhicules blindés, drones, etc.) en imposant une approche globale et intégrée de la maintenance tout au long de leur cycle de vie. En pratique, l'approche consiste à acheter un service (des heures de produits en opérations) plutôt que des produits.

Ce changement de paradigme, d'un modèle d'achat direct à un modèle où la rémunération est indexée sur le taux de disponibilité, a eu des conséquences directes pour les acteurs de l'industrie de la défense, qui sont devenus responsables de la maintenance des systèmes (fourniture de pièces détachées, modernisation des systèmes, formation du personnel, soutien technique, ...).

LE CHANGEMENT DE PARADIGME	LA CONSÉQUENCE	L'ADAPTATION DES INDUSTRIELS
<i>Les pannes ou la récurrence du changement des pièces sont supportées par l'industriel</i>	La production de pièces de rechange n'est plus un centre de profit mais un centre de coût	Les industriels réagissent en renforçant des relations à long terme entre les clients finaux et l'écosystème des industriels (parfois sous la forme de partenariats public-privé), ce qui favorise une meilleure compréhension des besoins et des défis opérationnels. Ils développent également des compétences spécialisées (en maintenance, gestion de projet, logistique, services après-vente) pour répondre aux exigences des contrats MCO
<i>Le coût de maintenance, prévu contractuellement au début du programme, est visible par le client et entre explicitement dans le coût total de possession par le client</i>	Les critères de choix du produit sont modifiés	Les industriels comprennent que la MCO devient un sujet d'innovation et de différenciation produit et soutiennent l'innovation continue et la R&D afin de concevoir des équipements plus maintenables, plus fiables et incluant des technologies de pointe (analyse prédictive, Internet des objets, IA...) pour réduire les coûts de maintenance à long terme. Les contrats de MCO doivent par définition être flexibles afin de s'adapter aux évolutions technologiques
<i>L'industriel porte le risque lié à l'incertitude sur la facture de MCO</i>	L'exposition aux risques des industriels augmente fortement	Les industriels renforcent leurs capacités en optimisation de la gestion des risques et des coûts. La gestion des risques et la surveillance de la performance étant essentielles dans le MCO, il est crucial d'identifier les risques (délais liés à la logistique, défaillances techniques) et de mettre en place des mesures pour les anticiper et les réduire

Tableau 6 : Principaux impacts du changement de paradigme du MCO de production



## Entretien avec Morgan Zimmermann

CEO NETVIBES  
Dassault Systèmes

Le digital et les nouvelles technologies offrent des leviers puissants pour améliorer drastiquement la disponibilité des systèmes militaires complexes.

La disponibilité des systèmes (aéronefs, hélicoptères, etc) militaires est bien moindre que celle des équipements civils. En effet, la complexité des systèmes d'armement ayant explosé ces dernières décennies (systèmes de systèmes, systèmes embarqués, interopérabilité...), les opérations de maintenance sont devenues de véritables casse-têtes logistiques !

Pour garantir la réussite d'une mission il faut assurer la disponibilité simultanée et coordonnée des avions, du porte-avion, des hélicoptères, des systèmes embarqués, des missiles, etc. On parle de « système de systèmes complexes. »

Ajoutez à cela la très grande diversité des conditions d'usage des équipements et vous aurez une idée du volume gigantesque de paramètres à traiter pour organiser un plan de maintenance cohérent. Dans ce contexte, le digital et l'Intelligence Artificielle offrent des leviers d'amélioration puissants.

En premier lieu, il convient de poser les bases en concaténant et exploitant toutes les données disponibles. Cela nécessite le recours aux jumeaux virtuels multi-échelles afin de traiter les données au niveau de la flotte mondiale, de la flotte étatique, de l'avion ou du système, du système de combat, de la pièce...

Ce jumeau virtuel combinera une incroyable diversité de données : sur les conditions d'usage, le type de mission, l'historique de l'avion, l'historique des systèmes embarqués, ... et cela quelles que soient les conditions de langage (langue parlée, vocabulaire pilote ou technicien, etc.).

Sur cette base, l'Intelligence Artificielle permet :

+ D'apporter une capacité de simulation pour identifier les bottlenecks du « système de systèmes » (équipements, stocks, ressources humaines, garages, pièces de rechange, ...)

+ De faire tourner des algorithmes d'optimisation sous contraintes pour définir les meilleurs scénarii de résolution.

En synthèse, dans un domaine où le niveau de complexité et d'interdépendance est probablement un des plus élevés parmi les industries de systèmes complexes, le jumeau digital combiné avec l'IA est un outil formidable qui, bien déployé, pourrait permettre de générer des améliorations substantielles, en disponibilité et en coûts.

# ZOOM SUR

## La stratégie de maintenance et les nouvelles technologies dans la défense

La stratégie de maintenance est un élément crucial pour assurer la disponibilité maximale à coût minimal des équipements de défense. Les forces armées dépendent en partie de la fiabilité des systèmes d'armement et d'équipement, ce qui nécessite une planification de la maintenance précise. Les nouvelles technologies jouent désormais un rôle clé pour améliorer les opérations de maintenance.

### L'ANALYSE DES DONNÉES

L'analyse avancée des données est devenue essentielle pour minimiser les temps d'arrêt non planifiés. La surveillance continue de la performance des équipements, couplée à des algorithmes d'analyse prédictive, permet d'identifier les signes avant-coureurs de défaillance et de planifier les interventions de maintenance au moment le plus opportun, évitant ainsi des coûts inutiles.

### ILLUSTRATION

L'A400M d'Airbus est un exemple de la manière dont la maintenance peut être optimisée pour assurer la disponibilité maximale des équipements. Airbus a mis en place un programme de maintenance prédictive avancée pour l'A400M, utilisant des données en temps réel et des algorithmes d'analyse pour anticiper les besoins de maintenance. Cette approche a permis de réduire les temps d'immobilisation, d'augmenter la disponibilité opérationnelle et de maîtriser les coûts de maintenance. Source : Airbus - A400M Atlas.

### L'IMPRESSIION 3D DES PIÈCES DE RECHANGE

Les forces armées utilisent l'impression 3D pour produire des pièces de rechange rapidement et localement.

### ILLUSTRATION

+ Par exemple, la Marine américaine a utilisé des imprimantes 3D à bord de certains navires pour produire des pièces de rechange pour des équipements critiques en mer, ce qui réduit les temps d'immobilisation.

+ Boeing utilise l'impression 3D pour produire des pièces de rechange pour ses avions militaires. Cela leur permet de réduire les coûts de production et de garantir la disponibilité rapide de pièces, ce qui est essentiel pour les forces armées. [Source : Boeing - Site officiel]



## RÉUSSIR LES PHASES AVANT-PROJET : UN PRÉREQUIS ESSENTIEL POUR LE SUCCÈS DES GRANDS PROGRAMMES DE DÉFENSE

- Pour assurer la meilleure adéquation entre les besoins sur les théâtres d'opérations et les solutions technologiques mises à disposition des armées, industriels et institutions (DGA, MoD, BAAINBw) doivent dès les phases avant-projet poser les bases de collaborations souvent long terme. L'expérience démontre que l'articulation précise des besoins techniques et documentaires, couplée à des pratiques contractuelles plus flexibles, est fondamentale pour tenir les exigences opérationnelles complexes (performance, disponibilité, interopérabilité...) ainsi qu'anticiper et répondre à leurs évolutions.
- Habités à gérer des projets bien souvent complexes, longs et coûteux, les industriels de la défense cherchent des voies de compétitivité. La méthode d'analyse de la valeur, bien que classique dans d'autres secteurs, reste encore trop peu appliquée aux systèmes de défense et amène des gains significatifs : alignement des spécifications sur les besoins réels, maximisation de la valeur à moindres coûts (coût complet, maintenance comprise) ou encore accélération des délais de développement.
- Cette approche nécessite de la co-construction et une collaboration étroite et continue, dès les premières étapes du projet, entre tous les acteurs, depuis les institutions de défense jusqu'aux industriels, en passant par les utilisateurs finaux et les acteurs technologiques de l'économie civile.

## INNOVATION ET FLEXIBILITÉ : VERS UNE INDUSTRIE DE DÉFENSE PLUS AGILE

- Pour rester compétitives, les entreprises de défense doivent non seulement innover dans leurs produits et services, mais aussi dans la manière dont elles conçoivent, produisent, et pilotent leurs organisations. La Conception à Coûts Objectifs (CCO), les nouveaux modes de pilotage de projet et l'agilité dans les modes de développement sont autant de leviers clés pour accélérer le time-to-market en maintenant niveau de performance et satisfaction des besoins opérationnels. Ils supposent une adaptation du modèle d'innovation à l'échelle du secteur.
- L'approche Agile s'avère être un atout précieux, même dans le contexte historiquement rigide de l'industrie de la défense, offrant la flexibilité nécessaire pour s'adapter aux exigences changeantes et aux incertitudes technologiques. Le « Mode Agile » (ou son application en mode hybride) peut être adopté pour tout un système ou bien, pour démarrer, sur un bloc fonctionnel sur lequel une incertitude ou un nœud technologique doit être dépassé par exemple.
- La « démilitarisation » des spécifications et la standardisation de certains composants (non stratégiques pour l'avantage technologique et militaire de chaque pays) représentent également une opportunité d'élargir l'écosystème de fournisseurs (à des acteurs de la défense non nationaux ou bien à des entreprises de l'économie civile) et de réduire les coûts de développement et de production.

## DE LA PRODUCTION À LA MAINTENANCE : VERS UNE PLANIFICATION ET UN PILOTAGE DE LA SUPPLY CHAIN COMPATIBLES AVEC L'ÉCONOMIE DE GUERRE

- La collaboration étroite avec les fournisseurs dès les phases initiales de développement est cruciale pour assurer les montées en cadence imposées dans le secteur de la défense. Les industriels doivent choisir le bon modèle de gouvernance et de collaboration (make vs. buy, développement de partenariat, intégration verticale...) selon les exigences du projet et les capacités du panel fournisseurs.
- Il n'existe pas une seule bonne façon de sécuriser et gérer une Supply Chain. En fonction du contexte sécuritaire et économique et selon les particularités des fournisseurs, diverses approches (depuis l'injection de financements jusqu'à l'intégration d'entreprises en passant par l'aide à la montée en compétences) peuvent être adoptées pour rendre une Supply Chain plus robuste ou sécuriser un ramp-up.

## UNE ÉVOLUTION CULTURELLE À ENGAGER SUR LE LONG TERME

- Les objectifs ambitieux de la DGA ainsi que les technologies émergentes et le contexte mondial imposent un changement en profondeur des mentalités, à l'échelle des entreprises et de l'industrie de la défense en général. Il est nécessaire de développer et promouvoir une culture d'innovation (plus !) ouverte et collaborative, en impliquant étroitement tous les partenaires de l'écosystème.
- Une telle évolution ne se décrète pas, mais doit être anticipée et encadrée. Dans la défense comme dans n'importe quel autre secteur industriel, l'accompagnement du changement n'est pas un « nice to have », mais c'est un impératif qu'il faut considérer dès le départ comme une des composantes du projet. Il existe des méthodes et des outils éprouvés pour assurer l'adhésion des équipes à tous les niveaux de l'entreprise.
- Au-delà de l'efficacité des modes de collaboration, l'évolution culturelle de l'industrie de la défense est un levier puissant pour attirer et fidéliser des talents avec des compétences techniques pointues et très recherchées (ex : ingénierie système, algorithmie, data science, cybersécurité...). Cela prend tout son sens à une période où doivent être planifiées à long terme les compétences nécessaires au sein de la BITD dans une économie de guerre.





# ANNEXE 1

## Les chiffres clés de la défense

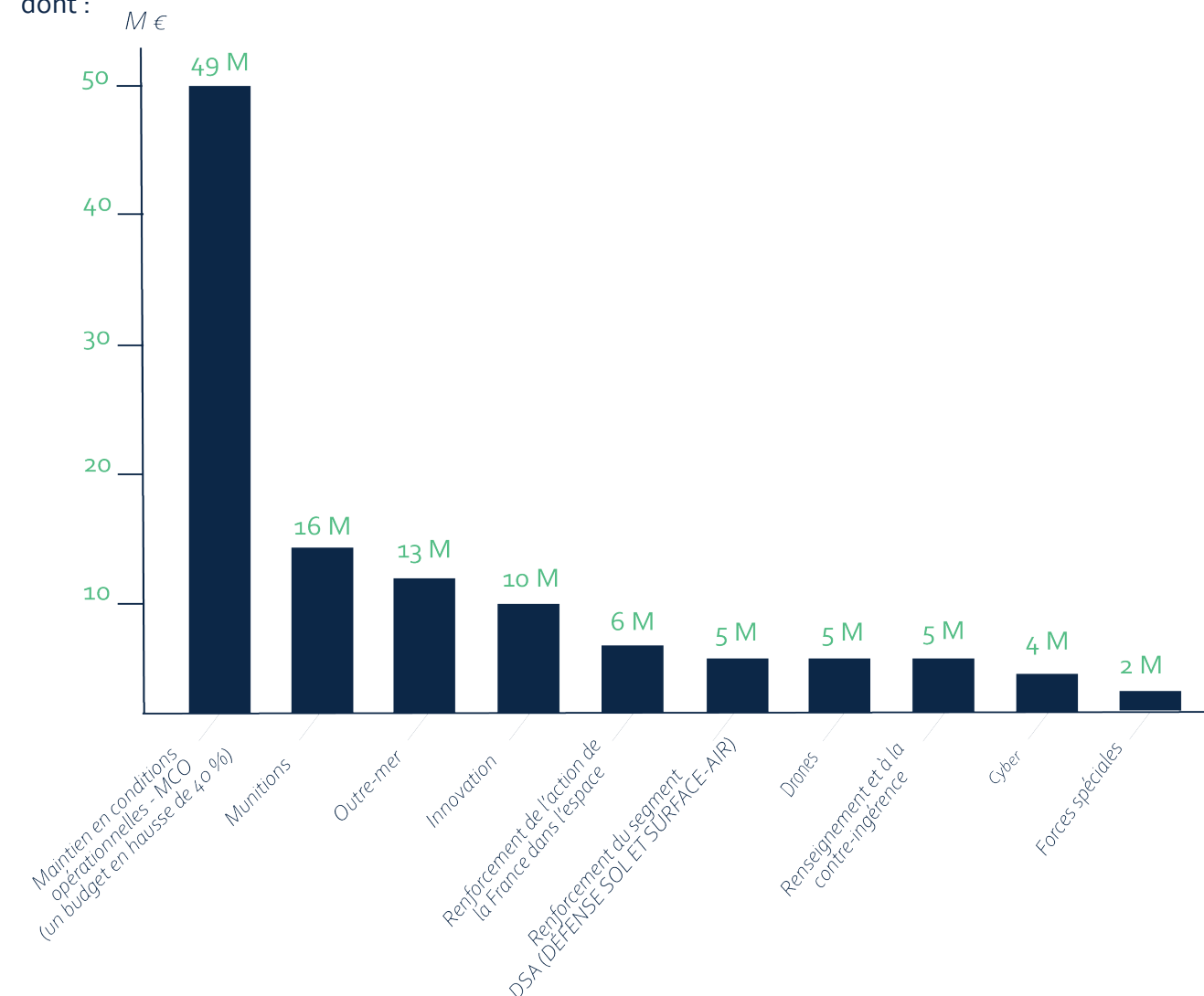
### Budget du ministère des armées en France<sup>12</sup>

+ Le budget du ministère des armées atteindra 47,2 milliards d'euros (hors pensions) fin 2024. Soit une hausse de 3,3 milliards d'euros par rapport à celui de 2023 (+ 7,5 %) et une hausse de 15,8 milliards d'euros depuis dix ans (+ 50 % par rapport au budget de 2014).

+ La loi de programmation militaire (LPM) 2024-2030 prévoit qu'en 2030, le budget des armées atteindra plus de 68 milliards d'euros (ressources extra-budgétaires comprises).

### Loi de programmation militaire française

La loi de programmation militaire (LPM) 2024-2030 prévoit 413 milliards d'euros de dépenses sur sept ans, dont :



Sébastien Lecornu, ministre des Armées : « La loi de programmation militaire 2024-2030 doit permettre à la France de faire face aux nouvelles menaces qui pèsent sur elle et de maintenir son rang parmi les premières puissances du monde. »

### Base industrielle et technique de défense (BITD)

+ La DGA s'appuie sur le secteur français de l'industrie de la défense composée d'environ neuf grands groupes et plus de 4 000 PME, dont 450 sont considérées comme stratégiques.

+ Ce tissu industriel représente plus de 200 000 emplois de haute technicité non délocalisables, et 15 milliards d'euros de chiffre d'affaires (hors activités de maintenance).

+ Dans certaines régions, le secteur de la défense représente plus de 7 % des emplois industriels.

+ Sur l'année 2021, l'activité des 400 entreprises regroupées au sein du Groupement des Industries Françaises Aéronautiques et Spatiales (GIFAS) est civile à 65 % et militaire à 35 %.<sup>13</sup>

### Quelques chiffres européens

+ En 2020, l'industrie européenne de la défense produisait un chiffre d'affaires annuel de 119 milliards d'euros, employait directement 463 000 personnes.<sup>14</sup>

+ Les pays membres de l'Union Européenne (UE) ont augmenté de 6 % leur budget militaire en 2022 par rapport à l'année précédente pour atteindre la somme record de 240 milliards d'euros.<sup>15</sup>

### Quelques chiffres à l'échelle mondiale

Les dépenses militaires mondiales ont atteint 2 240 milliards de dollars US en 2022, soit 2,2 % du PIB mondial.<sup>16</sup>

Les États-Unis et la Chine représentent à eux seuls plus de la moitié des dépenses militaires mondiales : 39 % des dépenses mondiales pour les États-Unis (877 milliards de dollars US) et 13 % pour la Chine (292 milliards) en 2022.<sup>17</sup>

En 2022, en rapportant à la taille de l'économie considérée, l'Arabie Saoudite consacre davantage de ressources à la Défense que tout autre pays (7,4 % de son PIB), à l'exception de l'Ukraine (3,4 %). Les États-Unis dépensent 3,5 % de leur PIB dans le militaire, la Russie 4,1 %, l'Iran 2,6 %<sup>18</sup>, la France 1,9 %, l'Allemagne 1,4 % et les Pays-Bas 2,4 %.<sup>19</sup>

Les membres de l'Otan ont dépensé 1 232 milliards de dollars US dans la défense en 2022, soit 0,9 % de plus qu'en 2021.<sup>20</sup>

Le marché mondial des véhicules aériens sans pilote (les drones) devrait passer de près de 428 millions de dollars US en 2019 à 796 millions de dollars US d'ici 2027.<sup>21</sup>

Selon une étude de Frost & Sullivan, les dépenses gouvernementales et militaires en cybersécurité étaient de 13,44 milliards de dollars US en 2018 et devraient atteindre 16,01 milliards de dollars US d'ici 2023.

L'intelligence artificielle sur le marché militaire devrait croître de 13,1 % TCAC de 2022 à 2029. Elle devrait atteindre plus de 19,08 milliards de dollars US d'ici 2029.<sup>22</sup>

# ANNEXE 2

## Cas d'usage du Build-to-Spec et du Build-to-Print

	BUILD-TO-PRINT	BUILD-TO-SPEC
PRINCIPE	Le donneur d'ordre est responsable de la conception, le fournisseur de la fabrication	Le donneur d'ordre est responsable de la spécification, le fournisseur de la conception et de la fabrication
DESCRIPTION	Le fournisseur produit la solution sur la base de plans et d'une documentation technique détaillée fournis par le donneur d'ordre	Le fournisseur conçoit et développe la solution sur la base des spécifications détaillées fournies par le donneur d'ordre
AVANTAGES	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Contrôle et participation plus poussée du donneur d'ordre permettant de sécuriser le résultat final</li> <li>+ Économiser les coûts de développement lorsque la production est multi-sourcée</li> <li>+ Extension du panel fournisseur aux fournisseurs ne possédant pas de bureau d'étude</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Bénéficiaire de l'expertise du fournisseur permet une meilleure prise en compte des contraintes, pour des coûts et délais réduits en cas de synergies avec le portefeuille produits fournisseur</li> <li>+ Risque technique porté par le fournisseur</li> <li>+ Possibilité de diluer le risque technique en passant par plusieurs prestataires</li> </ul>
INCONVÉNIENTS	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Risque technique porté par le donneur d'ordre pouvant mener à une dérive des coûts du composant</li> <li>+ Nécessité d'avoir une documentation technique détaillée (coût de la documentation) car les plans ont valeur contractuelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Risque technique porté par le fournisseur pouvant mener à une dérive planning sur le produit final</li> <li>+ Nécessité d'avoir un cahier des charges bien défini (difficulté à spécifier un besoin) car les spécifications ont valeur contractuelle</li> <li>+ Nécessité de suivre le développement (co-développement) dont l'effort peut parfois annuler les réductions de coûts</li> </ul>
AVANTAGES	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Quand l'industriel dispose des capacités et de l'expertise pour développer la solution</li> <li>+ Quand il est plus simple de spécifier la solution que le besoin</li> <li>+ Quand il s'agit d'innovation procédé (nouvelles gammes conduisant à des pièces plus performantes)</li> <li>+ Quand la fourniture est critique (risque technique élevé) ou soumise à certifications (risque projet élevé)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Quand développer la solution mobilise une expertise ou une capacité qui n'est pas disponible en interne</li> <li>+ Quand le fournisseur et la fourniture sont facilement substituables</li> <li>+ Quand il s'agit d'innovation produit (nouvelles architectures)</li> <li>+ Quand la fourniture est non-critique et représente une faible part de la valeur ajoutée du produit final</li> </ul>

## CONTACTS



Maxime Bremond  
Partner  
maxime.bremond@avencore.com  
+33 6 59 20 01 04



Vincent Desportes  
Principal  
vincent.desportes@avencore.com  
+33 6 73 75 48 43

## À PROPOS D'AVENCORE

Fondé en 2009, Avencore est un cabinet de conseil international spécialiste de l'industrie, porté par une équipe de 120 passionnés. Forts d'un millier de projets réalisés avec succès, nous relevons les défis des industries d'aujourd'hui et de demain. Nous sommes le partenaire stratégique des grands groupes internationaux, ETI et start-ups industriels, confrontés à des enjeux de croissance, de compétitivité, de transformation et de décarbonation. Experts des produits, systèmes et organisations industriels, nous intervenons depuis le cadrage stratégique jusqu'à la mise en œuvre avec les équipes. Nos solutions sont concrètes et notre impact est mesurable. En aidant les dirigeants à prendre les bonnes décisions, nous sommes leur atout croissance et performance durable.

Avec 5 bureaux dans le monde, Avencore accompagne les industriels en Europe, aux USA et en Asie, dans les secteurs des énergies et de l'environnement, de l'aérospatial et de la défense, des mobilités, de la santé, ou encore de la grande consommation et du luxe.

# REMERCIEMENTS

Merci à Morgan Zimmermann - CEO NETVIBES, Dassault Systèmes

Merci à tous les contributeurs Avencore pour la rédaction de ce livre blanc :

Julien Accart • Maxime Bremond • Alexandre Charles • Thibault Compain • Sébastien Degueldre • Vincent Desportes • Jean-Charles Dickeli • Myriam Gasnier • Frédéric L'Héréec • Matthieu Maudelonde • David Purwins • Aymeline Staigre • Paul Tuffery • Clémence Wormser

# RÉFÉRENCES & SOURCES

- 1 - Source : polytechnique-insights.com ; « Quelles tendances sur le marché des drones militaires ? »
- 2 - Source : exactitudeconsultancy.com ; « Artificial intelligence in military market »
- 3 - Source : mordorintelligence.com ; Cybersecurity market
- 4 - Source : Loi de programmation militaire [LPM] 2024-30.
- 5 - Source : L'Usine Nouvelle, 8 mars 2010 ; « L'A400M, boulet des résultats 2009 d'EADS»
- 6 - Source : raf.mod.uk ; « First protector aircraft has arrived at RAF Waddington »
- 7 - Source : francetvinfo.fr ; «Défense. Que sait-on sur le VMaX, le planeur hypersonique teste par la France ?»
- 8 - Source : usine-digitale.fr ; «L'Armée du Royaume-Uni investit 1 million dans un programme d'entraînement virtuel pour ses soldats.»
- 9 - Source : lemonde.fr ; Jean-Marie Vaslin, 2012 ; «Concorde, une politique industrielle hors marché»
- 10 - Source : defense.gouv.fr. Créée en 2018 à l'initiative de Florence Parly alors ministre des Armées, dans le cadre de l'Ambition Numérique ministérielle en déclinaison de l'Action Publique 2022, la DGNUM (Direction générale du numérique et des systèmes d'information et de communication) est pensée comme le chef d'orchestre de la transformation numérique du ministère des Armées. En 2020, le VAE Arnaud Coustillière affirme qu'« en matière de conduite des projets SIC, un grand chantier est ouvert et les méthodes Agile deviennent progressivement la règle ; les métiers sont et doivent être les pilotes de la transformation ».
- 11 - Source : insidedefense.com ; "Army clarifies JLTV cost savings"
- 12 - Source : www.defense.gouv.fr
- 13 - Source : gifas.fr
- 14 - Source : europarl.europa.eu
- 15 - Source : Agence Européenne de Défense (EDA)
- 16 - Source : Stockholm International Peace Research Institute (Sipri)
- 17 - Source : touteurope.eu
- 18 - Source : statista.com
- 19 - Source : banquemondiale.org
- 20 - Source : touteurope.eu
- 21 - Source : theinsightpartners.com
- 22 - Source : exactitudeconsultancy.com

# TABLEAUX

Tableau 1 : Pyramide documentaire et Decontenting	7
Tableau 2 : Développement en cycle en V	19
Tableau 3 : Cas d'usage du Build-to-Spec et du Build-to-Print	28
Tableau 4 : Combinaisons des modes de conception et modes de production	29
Tableau 5 : Matrice des modes de pilotage de grands programmes	32
Tableau 6 : Principaux impacts du changement de paradigme du MCO	38

