



Innovation de défense

Des instruments à renforcer

Think tank de référence en France et en Europe, l'Institut Montaigne est un espace de réflexion indépendant au service de l'intérêt général. Ses travaux prennent en compte les grands déterminants économiques, sociétaux, technologiques, environnementaux et géopolitiques afin de proposer des études et des débats sur les politiques publiques françaises et européennes. Il se situe à la confluence de la réflexion et de l'action, des idées et de la décision.

RAPPORT - Juin 2023

Innovation de défense

Des instruments à renforcer



Les rapports de l'Institut Montaigne proposent des analyses exhaustives, issues d'une réflexion collégiale et ont vocation à identifier des solutions de long terme.



Synthèse 8

Introduction 11

1

Le modèle français : atouts et enjeux 15

1.1. Les atouts de la France en matière d'innovation de défense 16

A. Un écosystème de défense propice à l'innovation 16

- Une Base industrielle et technologique de défense (BITD) dense et structurée par des champions nationaux 16

- Un écosystème de recherche dispersé mais compétitif à l'échelle mondiale 17

- Une logique de réseaux en plein essor 19

B. Des sources de financement multiples pour les acteurs de l'innovation de défense 21

- Une politique publique volontariste en matière d'innovation 21

- Les évolutions du financement de l'innovation de défense 22

- De récentes initiatives encourageantes à l'échelle de l'UE et de l'OTAN 26

1.2. Face à une compétition accrue, le risque de décrochage 33

A. Une course à la technologie à laquelle la France doit prendre part 33

- Un équilibre à trouver entre volume et technologie 34

- Des investissements à poursuivre 35

B. Un nouveau paradigme, fondé sur la captation des innovations civiles	38
• La création de l'Agence de l'innovation de défense (AID)	39
• Un risque de perte de capacités stratégiques causé par le rachat de <i>startups</i> par des investisseurs étrangers	43
2 Surmonter les freins à l'innovation	46
2.1. Grands programmes d'armement et innovation, des temporalités différentes	47
A. Une aversion au risque structurelle	47
B. Une culture des achats fortement axée sur la sécurisation budgétaire	49
C. Un cadre réglementaire peu propice à l'innovation	50
2.2. Un marché de la défense difficile à pénétrer pour les acteurs civils	51
A. Des modes de contractualisation rigides qui tendent à exclure les acteurs civils innovants	51
B. Un écosystème et des dispositifs difficiles à appréhender	54
C. Une nécessaire optimisation de l'organisation de la prospective	56
2.3. Des financements parfois inadaptés à une industrie qui présente de nombreuses contraintes	61
A. Un financement de l'innovation de défense présentant d'importantes failles de marché	61
B. Des enjeux de souveraineté de nature à contraindre le financement de l'innovation	63
• Des sources de financement limitées	63

• Les freins à une collaboration efficiente au niveau européen	63
C. Une certaine frilosité des acteurs financiers à financer des projets d'intérêt défense	66
• Des règles de conformité qui contraignent les financements bancaires	66
• Des critères ESG et des « stratégies d'exclusion » qui pénalisent l'investissement de défense	69
D. Des financements publics de l'innovation de défense trop centrés sur la subvention, en particulier au stade de l'amorçage	71

3 Nos recommandations	76
------------------------------------	----

Remerciements	87
----------------------------	----

À l'heure où la France présente une Loi de Programmation Militaire sans équivalent avec les années passées, où les menaces tout à la fois se précisent et se dérobent à l'analyse, où l'on entend parler d'économie de guerre et d'alliances nécessaires, la question de l'efficacité des politiques publiques en matière d'innovation de défense prend toute son importance.

En effet, les mécanismes de soutien à l'innovation de défense représentent un double enjeu : **il faut à la fois sécuriser nos équipements, nos technologies et nos moyens d'action sur le terrain, il faut aussi maintenir une capacité et une crédibilité technologiques au niveau mondial**, dans un contexte d'armement massif des grandes puissances militaires américaines et chinoises, voire russes sur des programmes spécifiques.

Dans cette logique, la LPM 2024-2030 qui encadre le développement de notre outil de défense, vise non plus seulement à une réparation des sous-investissements passés mais également à une véritable transformation de nos modèles d'engagement. Dès lors, **la captation de l'innovation, qu'elle soit d'origine publique ou privée, devient un enjeu critique**. Or, actuellement, le modèle français d'innovation de défense reste centré sur la commande et les mécanismes publics pour des cas d'usage essentiellement militaires. En outre, si l'innovation étatique, planifiée sur le long terme, apparaît comme pertinente et très qualitative, l'innovation privée tend à devancer la planification publique et à élargir le périmètre des objets considérés. Pour la puissance publique, l'enjeu est ainsi de parvenir à capter cette innovation privée à destination d'usages militaires (logique *bottom-up*), tout en maintenant une capacité d'innovation propre (logique *top-down*) et en assurant une complémentarité et une utilisation budgétaire vertueuse.

Le rapport propose ainsi un examen des instruments administratifs existants au service du soutien et du développement des technologies innovantes de défense. Il analyse les freins principaux à une

innovation vivace : la question de la temporalité des grands programmes de défense, la difficulté pour les acteurs civils à pénétrer un marché réservé, l'inadaptation des financements à un cadre réglementaire contraint et de plus en plus attachés à des considérations réputationnelles. Il s'applique ensuite à réfléchir aux moyens de renforcer l'efficacité et la coordination des mécanismes d'ores et déjà en place.

Si la création de l'Agence de l'innovation de défense (AID) au sein de la Direction générale de l'armement témoigne d'une réelle prise de conscience de ces enjeux, les obstacles demeurent importants. À la différence de nos voisins européens, les entreprises de la BITD française sont très dépendantes des commandes publiques et doivent aller chercher des capacités de financement de leur innovation à l'exportation. En outre, les cycles d'armement ou d'acquisition de technologies s'inscrivent dans des temps longs ; ils impliquent de penser aujourd'hui les équipements qui seront utilisés parfois dans plusieurs décennies. Cette temporalité apparaît difficilement conciliable avec la vélocité de l'innovation qui appelle des décisions rapides et suppose une prise de risque. Mais le décalage entre la planification des besoins des armées et les cycles d'innovation dans le monde civil existe aussi dans l'autre sens. Les acteurs innovants du monde civil éprouvent des difficultés à pénétrer le marché de la défense en raison de son opacité et de sa rigidité réglementaire. Le caractère souverain de certaines technologies limite l'accès à des financements diversifiés en recherche d'une rentabilité économique plus facilement démontrable.

Cette analyse amène six recommandations administratives visant à renforcer l'écosystème français en matière d'innovation de défense :

1. Développer une feuille de route de long terme (horizon 25-30 ans) de l'innovation de défense, ajustée régulièrement à partir de concertations avec les acteurs concernés et d'évaluations des projets soutenus. Le contexte mondial actuel redonne toutes ses lettres de noblesse à un exercice prospectif axé innovation.

2. Améliorer l'attractivité du secteur de la défense auprès des talents et des expertises d'innovation, à travers la mise en place d'une « réserve innovation » en partenariat avec les entreprises.
3. Optimiser l'impact de l'Agence de l'innovation de défense en renforçant son action au-delà de la phase d'amorçage de projets.
4. Assurer un continuum État – acteurs de l'innovation afin d'assurer une large diffusion de l'innovation. Une culture d'achat plus inclusive des *startups* aux grands groupes est à privilégier pour un passage à l'échelle.
5. Orienter explicitement une partie des fonds et stratégies d'accélération publics de l'innovation vers le soutien aux technologies duales.
6. Organiser de manière plus efficace la réponse française aux appels d'offres européens en matière d'innovation de défense afin de maximiser les chances de succès.

L'innovation de défense a pour objectif premier de garantir aux armées la supériorité opérationnelle leur permettant de défendre les intérêts de la France et la protection de ses ressortissants, en mettant à leur disposition les capacités requises par l'évolution des combats et des technologies. La France est confrontée à un durcissement de son environnement stratégique, marqué par le retour de la guerre de haute intensité en Europe et le risque de guerre en Asie. L'augmentation significative des dépenses militaires mondiales en est un indicateur : elles ont dépassé les 2 000 milliards de dollars pour la première fois en 2022¹. Elles sont tirées par les États-Unis, la Chine et la Russie, dont les dépenses ont augmenté respectivement de plus de 59 %, 539 % et 191 % depuis 2000, selon les chiffres publiés tous les ans par le Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI)². Ce phénomène massif se double d'une compétition pour la supériorité technologique entre grandes puissances. Le développement de missiles hypersoniques par un cercle privilégié d'États en capacité de développer cette très haute technologie, dont les cinq membres permanents du Conseil de Sécurité des Nations Unies et un nombre restreint d'autres États, en est une manifestation. L'importance des drones dans deux conflits récents, au Haut-Karabagh et en Ukraine, en est une autre. La guerre s'est toujours nourrie des innovations technologiques existantes dans le monde civil et a cherché à les détourner à des fins tactiques et militaires. Parallèlement, les États ont toujours cherché à développer, dans une optique de puissance ou de protection, des innovations de rupture, pensant ainsi détenir un avantage décisif par rapport à leurs ennemis en cas de conflit armé.

Le ministère des Armées³ définit l'innovation de défense comme l'ensemble des nouveautés ou inventions suscitées ou détectées puis captées et mises en service au sein du ministère, ainsi que le processus qui permet

¹ <https://www.sipri.org/media/press-release/2022/world-military-expenditure-passes-2-trillion-first-time>

² <https://milex.sipri.org/sipri>

³ Instruction n° 2067/ARM/CAB/CC6

ces différentes étapes – depuis l'étude de faisabilité jusqu'à la mise sur le marché. L'innovation vise à répondre à un éventail de besoins : de la préparation et de l'emploi des forces, à l'amélioration de la performance du ministère des Armées dans tous les métiers administratifs et de soutien ; ou encore au soutien de la Base Industrielle et Technologique de Défense (BITD), en plus de sa contribution à l'économie dans son ensemble.

Cette étude a choisi de se concentrer sur les innovations technologiques – écartant donc les innovations purement organisationnelles, managériales, d'emploi des forces, de logistique, de soutiens etc. Elle n'en oublie pas moins que le contexte de retour de la guerre de haute intensité appelle à l'augmentation du volume de production des armes pour répondre au besoin de masse. L'innovation se concentre donc tant sur la recherche de supériorité technologique que sur l'accélération des cycles de production.

Si pendant longtemps les innovations technologiques ont émané du monde militaire qui permettait le temps long, les nouvelles technologies sont aujourd'hui principalement issues du monde civil, comme l'illustre le développement accéléré du numérique et de l'intelligence artificielle. En France, dont le modèle d'innovation de défense est traditionnellement centré sur une initiative de planification publique, cela pose la question des méthodes les plus efficaces pour capter ce qui émane de la recherche privée à des fins commerciales civiles. On distingue ainsi deux cadres d'innovation de défense : l'innovation planifiée par l'État, dans une logique *top-down*, qui s'inscrit dans une démarche de long terme et a longtemps prévalu ; et l'innovation ouverte, non prescrite, qui ne provient pas nécessairement de la sphère publique ou militaire, mais qui se développe principalement du fait des efforts d'entreprises privées. Alors qu'il existe une forte porosité entre ces deux dimensions, l'enjeu pour les acteurs de la défense est désormais de parvenir à capter cette innovation privée à destination de cas d'usage militaires, tout en maintenant une capacité d'innovation propre.

Afin de répondre à cet enjeu primordial, le ministère des Armées a créé en 2018 l'Agence de l'Innovation de Défense (AID), qui oriente l'effort d'innovation, la finance et la valorise. La nomination d'Emmanuel Chiva, ancien (et premier) directeur de l'AID, à la tête de la Direction générale de l'armement (DGA) en août 2022 y participe également. En outre, après des décennies marquées par des baisses du budget de la défense, les dépenses militaires françaises sont de nouveau en hausse depuis 2015. La nouvelle Loi de programmation militaire 2024-2030⁴ présentée par le Président de la République à l'occasion de ses vœux aux armées confirme cette tendance, proposant une enveloppe inédite de 413 milliards d'euros, contre 295 milliards pour la précédente. Cette augmentation du budget consacré à la défense ces dernières années s'accompagne d'un effort particulier sur l'innovation, érigée en priorité par la Ministre de l'époque Florence Parly et figurant déjà comme l'un des quatre piliers de la LPM 2019-2025. La Revue nationale stratégique de 2022⁵, à l'origine de la LPM 2024-2030, conserve et renforce cette priorité.

Cette volonté politique se heurte néanmoins à un certain nombre de freins, notamment dus aux spécificités de l'interaction entre armées et industrie :

- les cycles d'équipement des forces s'inscrivent dans des temps longs et impliquent de penser aujourd'hui les équipements qui seront utilisés parfois dans plusieurs décennies. Cette temporalité n'est pas toujours facilement réconciliable avec celle de l'innovation, qui surgit souvent à l'issue de cycles beaucoup plus courts. Intégrer ces technologies dans des systèmes d'armes ou afin d'optimiser les capacités de commandement, de contrôle et de renseignement des armées demeure donc un défi ;
- le décalage entre la planification des besoins des armées et les cycles d'innovation dans le monde civil existe également dans l'autre sens.

⁴ <https://www.defense.gouv.fr/actualites/lpm-2024-2030-precisions-sebastien-lecornu>

⁵ Revue nationale stratégique 2022 présentée le 9 novembre par le président de la République à Toulon, Présidence de la République, 2022.

Les acteurs innovants issus du monde civil éprouvent des difficultés à pénétrer le marché de la défense en raison de sa complexité et de sa rigidité réglementaire. Le manque d'information accessible sur les besoins des armées et donc les débouchés potentiels est souvent cité comme un obstacle par les entreprises non spécialisées dans le fait militaire ;

- un autre frein est lié aux besoins en financement de l'industrie de défense et au modèle économique de l'innovation. Un investissement est réalisé dans l'attente d'un retour sur la somme mobilisée. Or, il existe une certaine frilosité de la part des banques et des fonds d'investissement français et européens à financer des *startups* et PME du secteur de la défense, souvent en raison de considérations liées à leur image⁶. En outre, le caractère de certaines technologies dont l'usage militaire représenterait un intérêt stratégique souverain limite le potentiel à l'export et la possibilité d'avoir recours à des financements étrangers si l'État souhaite que ces technologies restent dans le giron français. Cela pose la question de l'adaptation des instruments existants et de la manière de les améliorer.

Sur quels leviers agir pour lever ces freins et accélérer l'innovation de défense en France ? Il s'agit de réfléchir sur l'ensemble du cycle de l'innovation de défense : depuis la stimulation de l'écosystème jusqu'à l'intégration effective de l'innovation au profit des forces, en passant par la détection de l'innovation civile d'intérêt et sa maturation pour la faire passer de concepts issus de travaux de R&D à une technologie effectivement intégrable dans un système d'armes.

⁶ Financer la défense au 21^e siècle, Nicolas Baverez, Institut Montaigne, 2022.

1 Le modèle français : atouts et enjeux

La France dispose d'atouts importants qui historiquement lui ont permis d'innover au profit de la supériorité opérationnelle de ses forces armées. Il s'agit d'abord d'un écosystème varié et riche, mêlant ses militaires, des entreprises de toutes tailles et un monde académique reconnu, qui interagissent au sein de divers réseaux. Elle peut également s'appuyer sur des sources de financement multiples, aux niveaux local, national et européen. Alors que la compétition technologique à l'œuvre à l'échelle globale renforce l'impératif d'innovation continue afin d'éviter le décrochage, ce qui confronte la France à une nouvelle donne : historiquement portée par la planification de l'État, l'innovation est désormais largement issue du monde civil. Elle n'est donc plus strictement prescrite par la puissance publique, qui doit engager un effort de captation des innovations civiles présentant des applications militaires potentielles. Ce changement de paradigme est à l'origine de la création récente de l'Agence de l'innovation de défense (AID), placée sous la responsabilité du Délégué général pour l'armement, ayant notamment pour objectif de « fédérer les initiatives d'innovation du ministère en assurant la coordination et la cohérence de l'ensemble des démarches d'innovation »⁷. L'efficacité de son fonctionnement est donc un enjeu crucial pour la France.

⁷ Présentation de l'Agence de l'innovation de défense, ministère des Armées.

1.1. LES ATOUTS DE LA FRANCE EN MATIÈRE D'INNOVATION DE DÉFENSE

A. Un écosystème de défense propice à l'innovation

Une Base industrielle et technologique de défense (BITD) dense et structurée par des champions nationaux

Pour investir dans l'équipement des forces et préparer l'avenir, la Direction générale de l'armement (DGA) s'appuie sur une industrie compétitive, au sein de laquelle gravitent des grands maîtres d'œuvres ensembliers de programmes complexes et plus de 4 000 petites et moyennes entreprises (PME)⁸. Elle est constituée à 70 % d'entreprises de taille intermédiaire (ETI) et de PME contribuant « *au même titre que les grands groupes au développement des technologies les plus avancées* »⁹. Cette industrie pérenne et souveraine représente le troisième secteur industriel en France, avec 15 milliards d'euros de chiffre d'affaires et 165 000 emplois directs et indirects, par nature non délocalisables, dont 20 000 hautement qualifiés. 5 000 nouveaux diplômés rejoignent les maîtres d'œuvre industriels (MOI), PME et ETI de cette industrie. Elle permet au pays de produire sur son territoire national la majorité des équipements nécessaires à ses forces armées, mais aussi de disposer de capacités d'exportation afin d'assurer la soutenabilité de son modèle et contribuer positivement à son commerce extérieur. Entre autres, la DGA a pour mission de piloter l'écosystème de défense et de veiller sur les bonnes relations entre grands industriels, PME, ETI et *startups* afin d'assurer l'autonomie stratégique française.

La BITD française bénéficie aussi du cadre européen pour le soutien aux industries de défense et à l'innovation. La France œuvre depuis 2013¹⁰,

⁸ *Secteurs d'intervention : Défense, Groupement des industries françaises de défense et de sécurité terrestres et aéroterrestres (GICAT), 2022.*

⁹ *Secteurs d'intervention : Défense, Groupement des industries françaises de défense et de sécurité terrestres et aéroterrestres (GICAT), 2022.*

¹⁰ *Livre blanc sur la défense et sécurité nationale, 2013.*

à la mise en place d'une « *politique européenne des capacités et de l'armement* » comme une priorité stratégique, dans l'objectif de renforcer la coopération industrielle et technologique inter-étatique et de bénéficier des opportunités offertes par le marché européen et les instruments financiers de la Commission. Dans ce cadre, les industriels français ont, au titre du Fonds européen de défense (FED)¹¹, été sélectionnés en 2021 à 178 reprises pour la réalisation de divers projets de recherche et développement de défense, à travers des consortiums d'au moins trois entreprises privées ou publiques d'États membres.

Un écosystème de recherche dispersé
mais compétitif à l'échelle mondiale

L'écosystème de défense s'appuie également sur une recherche française dynamique. En tout, ce sont près de 649 100 personnes qui contribuent en France à la vitalité de la recherche, dont 314 400 chercheurs en équivalent temps plein (ETP)¹². Coordinée par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, la recherche française est conduite à deux-tiers par les entreprises, le reste étant du ressort de la recherche publique, constituée des établissements d'enseignement supérieur et des organismes nationaux de recherche¹³. Parmi les 26 organismes publics de recherche français, le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), l'Institut de recherche stratégique de l'École militaire (IRSEM), l'Institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA), l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA) et le Centre national d'études spatiales (CNES) participent notamment à la recherche en termes d'innovation de défense.

¹¹ *Fonds européen de défense (FED), mis en place en 2017 par la Commission européenne afin de soutenir les financements des équipements et technologies de défense.*

¹² *État de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation en France. Sous-direction des systèmes d'information et des études statistiques (SIES), ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, 2022.*

¹³ *Organisation du système de recherche et d'innovation, ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, 2022.*

L'AID s'appuie sur certains de ces opérateurs étatiques, ainsi que sur les pôles d'innovation technique autour des centres d'expertise et d'essais de la DGA pour soutenir l'effort d'innovation en France. Le réseau de la DGA au sein des Directions régionales des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (DIRECCTE) lui permet d'assurer la continuité de la recherche à l'échelle territoriale. Ce réseau public de recherche français est complété par une centaine de grandes écoles et établissements d'enseignement supérieur, ainsi que 25 regroupements universitaires et scientifiques qui permettent à la recherche française de mûrir des avancées scientifiques et technologiques essentielles à la pérennité de son industrie de défense. Si la DGA est historiquement proche de certaines écoles d'ingénieurs sous tutelle, les acteurs industriels nouent également des liens forts avec le monde académique en structurant des partenariats tel que le GIS ALBATROS, groupement scientifique rassemblant Thales, Bordeaux INP, l'Université de Bordeaux, l'INRIA et le CNRS. Les Conventions industrielles de formation par la recherche (CIFRE), gérées par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, associent quant à elle des entreprises, des laboratoires et des doctorants pour développer une logique partenariale entre la recherche privée et la recherche publique¹⁴. Si les personnels de recherche ont légèrement diminué au sein des agences de l'État¹⁵ en 2022, ils ont augmenté de 18% dans les établissements d'enseignements supérieurs, et de 15% en entreprise.

La part des dépenses intérieures de recherche dans le PIB français s'élevait en 2021 à 2,21%, contre 2,19% en 2019 et 2,30% en 2020. Elle est inférieure à celle de plusieurs pays européens, dont la Suède (3,49%), la Belgique (3,38%), l'Autriche (3,22%), l'Allemagne (3,13%), le Danemark (2,97%), la Finlande (2,91%) ou encore les Pays-Bas (2,32%)¹⁶. Malgré

¹⁴ *Les CIFRE*, ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, 2022.

¹⁵ *État de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation en France*, Sous-direction des systèmes d'information et des études statistiques (SIES), ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, 2022.

¹⁶ *Part des dépenses de recherche dans le PIB en France et dans l'Union européenne*, Insee, 2022.

cela, la France reste l'un des États les plus innovants du monde : elle a été désignée par le classement du Global Innovation Index 2022¹⁷, comme le 12^e État le plus innovant (derrière la Suisse, les États-Unis, la Suède, le Royaume-Uni, les Pays-Bas, la Corée du Sud, Singapour, l'Allemagne, la Finlande, le Danemark et la Chine). Elle est également le 5^e pays qui comptabilise le plus de dépôts de brevets derrière les États-Unis, l'Allemagne, le Japon et la Chine¹⁸, avec 170 000 demandes déposées à l'Office européen des brevets (OEB) en 2020 et 14 758 à l'Institut national de la propriété industrielle (INPI)¹⁹ en 2021.

Une logique de réseaux en plein essor

Cet écosystème vivant et riche en acteurs institutionnels, en maîtres d'œuvre industriels, équipementiers, ETI/PME, *startups* et acteurs du monde académique est également structuré autour de différents réseaux aux échelles nationale et locale. Des pôles de compétitivité ont été créés en 2004 sous l'égide de la Direction générale des entreprises (DGE), des pouvoirs publics et des acteurs locaux²⁰ afin de dynamiser la capacité d'innovation d'acteurs clés, en rassemblant sur un territoire petites et grandes entreprises, laboratoires de recherches et établissements de formation. Aujourd'hui, ces 54 pôles de compétitivité comptabilisent 10 000 entreprises innovantes et près de 7,5 milliards d'euros investis pour favoriser les projets collaboratifs de R&D entre les acteurs des écosystèmes territoriaux.

Par ailleurs, la DGA a développé ses propres pôles d'innovation de défense en région afin de mettre en relation ses centres d'expertises et

¹⁷ *Global Index Innovation 2022, What is the future of innovation-driven growth? 15th Edition*, World Intellectual Property Organization, 2022.

¹⁸ *État de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation en France : la position technologique de la France*, Sous-direction des systèmes d'information et des études statistiques (SIES), ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, 2022.

¹⁹ *Dépôts de brevets par la voie nationale*, Insee, 2022.

²⁰ *La politique des pôles de compétitivité*, Direction générale des entreprises et ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique, 2021.

d'essais avec différentes entreprises du territoire, tout en incluant les partenaires locaux. Parmi eux figurent les pôles d'innovation aérospatiaux ALIENOR et NOVAERO, les pôles navals GIMNOTE et ORION, le pôle terrestre et aéroterrestre GAI4A, le pôle de systèmes de défense terrestre LAHITOLLE, le pôle de défense contre les menaces nucléaires, radiologiques, biologiques et chimiques GINCO NRBC, le pôle DSPO (disponibilité, sécurité et performances opérationnelles) et aéromobilité IDEA. Tous dépendants de la DGA, ils ont pour mission d'accompagner les *startups*, TPE, PME, ETI et laboratoires dans la conception et l'emploi de leurs briques technologiques porteuses d'intérêts pour les projets du ministère des Armées.

À ces réseaux publics décentralisés s'ajoutent des groupements professionnels qui organisent le dialogue entre institutionnels et industriels de la défense, tels que le Groupement des industries françaises de défense et de sécurité terrestres et aéroterrestres (GICAT), le Groupement des industries françaises aéronautique et spatiales (GIFAS) et le Groupement des industries de construction et activités navales (GICAN). Ces trois groupements professionnels et le comité Richelieu, association professionnelle fédérant des PME, ETI et *startups* innovantes et ayant pour mission le développement basé sur la recherche, l'expérimentation et l'innovation, font tous partie du Conseil des industries de défense (CIDEF), qui vise à promouvoir les industries françaises de la défense. Dans le domaine du numérique, le plus récent Groupement des industriels du numérique (GINUM) tente de fédérer les acteurs du numérique souverain selon cette même logique, bien qu'il n'existe pas encore de BITD numérique solide avec des leaders identifiés sur les grands domaines socles comme le cloud, le quantique, la 5G, l'IA.

Si ce foisonnement d'initiatives démontre le dynamisme de l'écosystème, il peut interroger sur la lisibilité et la cohérence données aux acteurs de l'innovation. Des efforts de coordination, et des capacités de mise en réseau de ces différents acteurs pourraient ainsi utilement être mis en place.

B. Des sources de financement multiples pour les acteurs de l'innovation de défense

Une politique publique volontariste en matière d'innovation

L'écosystème de défense peut également s'appuyer sur le vaste tissu de plus de 21 000 *startups* opérationnelles sur le territoire français²¹. La French Tech, dont la mission est de réunir à la fois des *startups*, des investisseurs, des décideurs et des communautés, dispose d'un réseau de 13 « Capitales French Tech », qui en sont le relais sur le territoire national. Elles fédèrent ainsi les acteurs innovants dans les zones concentrant une grande densité de *startups* et déclinent dans les écosystèmes territoriaux ses programmes d'accompagnement. Ces *startups* structurées en réseaux bénéficient de programmes d'investissement massifs de la part de l'État. Parallèlement, le plan d'investissement France 2030²², présenté par le gouvernement à l'automne 2021, de 34 milliards d'euros définit dans ses priorités l'accélération de l'industrialisation et de la croissance des *startups* décisives pour le déploiement de l'innovation en France. Aux 34 milliards d'euros du plan France 2030 s'ajoutent un abondement de 20 milliards au Programme Investissement d'Avenir (PIA). Le plan France 2030 réserve 3 milliards d'euros pour l'accélération de l'industrialisation des *startups*, 2 milliards d'euros pour l'accélération de leur croissance et d'1 milliard d'euros pour le soutien à l'innovation de rupture, illustrant ainsi le soutien significatif apporté par l'État aux projets de *startups* innovantes. Il a par exemple permis de financer le projet de développement de micro-lanceurs réutilisables à propulsion hybride portés par les *startups* HyPrSpace et Sirius, qui vise à diminuer les coûts d'accès à l'espace en mettant sur le marché un propulseur performant, économique, et respectueux de l'environnement.

²¹ *La French Tech ecosystem map*, French Tech, 2022.

²² *Investir dans la France de 2030 : Agnès Pannier-Runacher et Cédric O présentent la stratégie « Startups industrielles et deep tech »*, Gouvernement, 2021.

À côté des plans France 2030 et PIA, le plan *deep tech*, confié à Bpifrance à partir de 2018, a bénéficié à 400 *startups* totalisant 220 millions d'euros de financement 2 ans après son lancement sous forme de subventions et d'avances remboursables²³.

En dépit de ces initiatives, dans un référé de juillet 2021 la Cour des comptes a critiqué leur opacité et la difficulté d'évaluer les plans de financements à l'innovation, pointant la « *multiplication d'instruments aux visées stratégiques proches [qui] rend difficile l'appréciation d'ensemble des politiques de soutien à l'investissement et de leurs modes de pilotage* »²⁴.

Les évolutions du financement de l'innovation de défense

Longtemps porté par la planification étatique, le financement de l'innovation de défense évolue afin de capter et de soutenir l'innovation duale émergente du secteur privé et conçue à l'origine pour des objectifs commerciaux civils.

Sur la période 2024-2030 un investissement s'élevant à 10 milliards d'euros sera loué à l'innovation de défense la programmation budgétaire du ministère des Armées. En tout, le ministère dispose de 13% du budget général de l'État, répartis en crédits attribués à diverses missions, parmi lesquelles figurent la mission « Défense » et le programme « Recherche duale ». Ce budget est réparti dans différents crédits attribués en fonction des programmes. À titre de comparaison, les États-Unis, dont les dépenses militaires, les premières au monde, ont atteint 801 milliards de dollars en 2021 d'après le SIPRI, ont dépensé en 2022 34 milliards de dollars pour l'innovation de défense. Cela représente un peu plus de 5 fois les dépenses d'innovation de défense françaises²⁵.

²³ Génération *deeptech* : le futur de l'innovation, Bpifrance, 2020.

²⁴ Cour des comptes, *La mise en œuvre du programme d'investissement d'avenir (2010-2020)*, réf. S2021-1738, 28 juillet 2021.

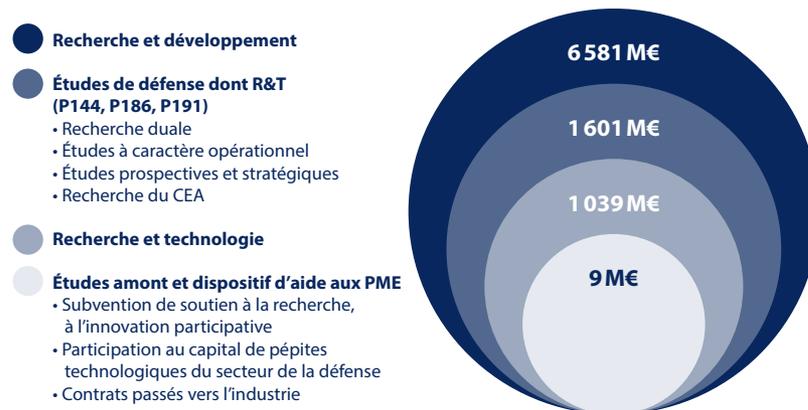
²⁵ McKinsey, *How will US funding for defense technology innovation evolve?* November 4, 2022.

Budget du ministère des Armées

13% du budget général de l'État parmi lesquels 12,4% attribués à la mission défense (47 695 millions d'euros) constitués par les 4 programmes suivants :



Soutien à la recherche et au développement de défense du ministère des Armées



Source : Les chiffres clés de la défense 2021, ministère des Armées 2021.

Outre la capacité en propre qui permet aux agences du ministère des Armées d'innover, celui-ci propose différents dispositifs de soutien aux entreprises destinés à structurer le financement de l'activité de la BITD française, parmi lesquels l'accès aux marchés publics, les contrats de fournisseurs et l'attribution du label « utilisé par les armées françaises » ou du certificat de bonne exécution. Seuls l'État et ses établissements publics sont autorisés à passer des marchés de défense, dont la nature des prestations est définie par l'article 1113-1 du code de la commande publique²⁶. Ces dispositifs ont été renforcés par la Loi de programmation militaire (LPM) 2019-2025, qui a permis d'investir 112 milliards d'euros entre 2019 et 2023 dans les équipements²⁷, les infrastructures et le maintien en condition opérationnelle par l'attribution de nouveaux marchés à ses industriels. Ce système d'allotissement permet théoriquement à toutes les PME et ETI de répondre aux marchés publics, sans contraintes de taille ou de spécialisation, tandis que la sous-traitance et la co-traitance permettent d'ouvrir ces marchés à de nouveaux opérateurs. Ainsi, l'accès des quelques 26 000 PME et ETI aux marchés du ministère des Armées reste un levier central de sécurisation de leur carnet de commande, avec plus de 5 milliards d'euros d'achats par année²⁸.

Au-delà du système d'attribution des marchés publics, des dispositifs coordonnés par le ministère des Armées subventionnent le développement d'innovations de rupture de *startups*, ETI et PME françaises. Le Régime d'appui à l'innovation duale (RAPID), mis en place par l'AID, propose à ce titre des subventions à des ETI portant seules ou en consortium des projets d'innovations duales et nécessitant de fonds pour lever certains verrous techniques, technologiques, pour des durées allant de 18 à 36 mois. Le dispositif ASTRID (Accompagnement spécifique des travaux de recherches et d'innovation défense), lancé par l'Agence nationale de la recherche (ANR) en partenariat avec l'AID, prend ensuite le relais dans

²⁶ *Les marchés de défense ou de sécurité*, Direction des affaires juridiques, 2020.

²⁷ *LPM 2019-2025 : le plan de bataille concret de la remontée en puissance des armées*, ministère des Armées, 2022.

²⁸ *Accès des PME aux marchés du ministère des Armées*, ministère des Armées, 2022.

la phase de maturation des projets innovants. Un *continuum* de financement est ainsi assuré durant tout l'amorçage des projets d'innovation d'intérêt défense.

Enfin, alors que le secteur civil est désormais un pourvoyeur clé de l'innovation de défense, le suivi et l'accompagnement des pépites civiles sont essentiels pour capter ces avancées technologiques et les appliquer au secteur de la défense. À ce titre, différentes *startups* civiles proposant des technologies innovantes et souveraines sont également accompagnées par le ministère des Armées et Bpifrance dans le cadre du plan ACTION PME et de la création des Fonds Definvest et Innovation Défense. Le ministère des Armées a également soutenu le lancement du réseau « Défense Angels » (réseau sectoriel de « France Angels »), dont la mission est de « soutenir et accompagner les pépites françaises développant des technologies dédiées aux enjeux de défense et de sécurité au sens large »²⁹. Il est le produit d'une initiative du GICAT et fait suite à des recommandations issues d'un rapport parlementaire sur le financement de la BITD³⁰.

Certains de ces dispositifs (RAPID, ASTRID et le fonds Definvest) ont néanmoins fait l'objet de critiques de la part du Sénat, dans un rapport d'information publié en juillet 2019. Celui-ci épinglait un « système de financement de l'innovation complexe, peu lisible et mal adapté au temps de l'innovation ». En effet, l'expression des besoins opérationnels et des enjeux de défenses demeurent très peu identifiés pour les *startups*, PME et ETI civiles. Ces dernières considèrent le marché de la défense comme ayant des horizons longs avec peu de clients finaux. Ces caractéristiques particulières devraient justifier de concentrer les efforts sur les stades initiaux, et notamment le financement des démonstrateurs. Or, le Sénat observe que le fonds Definvest intervient plus tard dans le développement des entreprises, qui « manquer[ait] [ainsi] sa cible »³¹.

²⁹ <https://defenseangels.org>

³⁰ *Mission « flash » sur le financement de l'industrie de défense*, Françoise Ballet-Blu et Jean-Louis Thiériot. Assemblée nationale, 2021.

³¹ *Sénat, Innovation de défense : dépasser l'effet de mode*, rapport d'information n°655 (2018-2019).

	DEFINVEST	Fonds Innovation Défense
Thèse d'investissement	Créé en 2017, le fonds Definvest propose de sécuriser le capital d'entreprises d'intérêt stratégique pour le secteur de la défense, de soutenir leur développement à long terme. Le fonds s'adresse à des entreprises disposants de technologies potentiellement disruptives et utiles à la performance des systèmes de défense français.	Créé en 2020, le fonds Innovation défense est dédié au développement de technologies duales et transversales. Le fonds s'adresse à des PME, ETI et startups développant des technologies duales et ayant déjà démontré la viabilité de leur modèle économique sur un marché civil.
Dotation	Le fonds est doté de 50M€. L'enveloppe maximale d'investissement s'élève à 10M€ par entreprise depuis 2020, et précédemment à 5M€.	Le fonds est doté de 200M€. L'enveloppe maximale d'investissement par PME/ETI/startups s'élève à 20M€.
Modalités d'intervention	Le fonds Definvest intervient en phase de capital risque, transmission et développement. Les périodes d'investissement s'étendent sur 6 années, prolongeables de 3 ans, avec une durée de détention de 12 ans au maximum.	Le fonds innovation défense intervient en capital-risque, dans des phases de série A et de croissance, et plus rarement en phase d'amorçage. Les périodes d'investissement s'étendent sur 6 années, prolongeables de 3 ans.
Portefeuille		

De récentes initiatives encourageantes à l'échelle de l'UE et de l'OTAN

L'adoption par ses États membres en mars 2022 d'un plan d'action pour renforcer la politique de sécurité et de défense de l'UE d'ici à 2030 (la « Boussole stratégique »), durant la présidence française du Conseil de l'Union européenne, témoigne d'une convergence de vision en Europe sur la nécessité d'accroître ses capacités de défense autonomes³².

³² *Europe de la défense : la Boussole stratégique adoptée*, Ministère des Armées, 2022.
Une boussole stratégique pour renforcer la sécurité et la défense de l'UE au cours de la prochaine décennie. Communiqué de presse du Conseil de l'UE, 2022.

Ce premier « livre blanc » de l'UE, un mois après le retour de la guerre en Europe, propose notamment des pistes pour soutenir la Base industrielle et technologique de défense européenne (BITDE).

Si en 2019, la dépense intérieure de R&D de l'UE à 27 s'élevait à 311,9 milliards d'euros³³, représentant ainsi 2,23 % de son PIB, les États membres se sont fixé l'objectif de porter cette part à 3 %³⁴. L'UE rassemble aujourd'hui 18 % des investissements privés mondiaux en R&D et s'est fixé comme objectif de réduire ses dépendances technologiques et industrielles, à la fois vis-à-vis de pays pouvant être considérés *a minima* comme concurrents (à l'instar de la Chine) mais également vis-à-vis de pays alliés comme les États-Unis).

L'Agence européenne de défense (AED) a été créée en 2004 pour soutenir des projets coopératifs en matière de défense entre ses membres. Sa division « *European Synergies & Innovation* » est chargée d'aider les États membres à améliorer leurs capacités de défense en intensifiant leur coopération. Elle est ainsi à l'initiative d'un modèle de coopération basé sur des priorités *Overarching Strategic Research Agenda* (OSRA) qui synthétise les priorités émanant des 13 groupes de travail et de réflexion, les « Cap-Techs », ayant vocation à identifier et à faciliter l'émergence de l'innovation de défense. L'Agence promeut et soutient par ailleurs la recherche universitaire et la création de synergies au sein de la BITDE, grâce à un prix de l'innovation de défense, l'organisation de conférences, la publication de magazines spécialisés ou encore la rédaction de rapports. Afin de compléter ce dispositif, elle s'est dotée en 2022 d'un *Hub for EU Defence Innovation* (HEDI)³⁵, chargé de structurer la coopération en matière d'innovation de défense entre les États membres et les institutions européennes, notamment concernant les activités de recherche. La mise en

³³ *Note Flash du SIES, Place de la R&D française dans l'UE. Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, 2022.*

³⁴ *Nouveau rapport sur les performances dans le domaine de la recherche et de l'innovation : construire un avenir durable dans une période d'incertitude*, Commission européenne, 2022.

³⁵ *Hub for EU Defence Innovation Established within EDA*, European Defence Agency, 2022.

place d'un plan de développement des capacités, d'un programme de recherche stratégique global et de capacités industrielles devrait renforcer les prérogatives de l'AED.

L'AED est complétée par d'autres mécanismes dans de soutien à l'industrie de défense au niveau de l'UE. En lien avec les Plan de développement des capacités (CDP) et la Revue annuelle coordonnée des politiques de défense (CARD) de l'AED, et dans le cadre de la Politique de sécurité et de défense commune (PSDC), le Conseil européen a mis en place en 2017 la Coopération structurée permanente (CSP), qui est administré par l'AED. Elle constitue le cadre de coopération entre les États membres, au sein duquel sont examinés les projets destinés à augmenter les capacités de défense européenne, constituant ce que l'on peut désormais appeler « l'Europe de la défense »³⁶. La France a participé à 38 projets et coordonné 10 d'entre eux, s'affichant ainsi comme l'État le plus actif des trois vagues d'appels à projets.

La Commission européenne a lancé en 2017 le Fonds européen de défense (FED), doté d'une enveloppe de 7,9 milliards d'euros pour la période 2021-2027, ce qui lui a permis de soutenir 61 projets de recherche et développement. Entre 4 et 8 % de son budget est par ailleurs uniquement destiné à la recherche et au développement d'innovations de rupture. Sur le volet de l'investissement, le programme européen de développement industriel pour la défense a été doté d'un budget de 500 millions d'euros pour 2019-2020 et a soutenu 26 projets, dont le SEANICE (*AntiSubmarine Warfare European Autonomous Networked Innovative and Collaborative Environment*), rassemblant 16 industriels de France, de Belgique, d'Espagne, d'Italie, de Lettonie et du Portugal, coordonnés par l'industriel français Thales.

Soucieux de structurer sur le long terme le développement de technologies et d'équipements entre États membres, le FED a été créé afin

³⁶ *Une boussole stratégique pour renforcer la sécurité et la défense de l'UE au cours de la prochaine décennie. Communiqué de presse du Conseil de l'UE, 2022.*

d'améliorer l'interopérabilité entre les différentes BITD européennes. Ce fonds incarne également une volonté d'autonomie stratégique, pour réduire la vulnérabilité européenne face à la réglementation américaine *International Traffic in Arms Regulations* (ITAR), qui contraint les fabricants de systèmes d'armes comprenant des composants américains à obtenir des autorisations des autorités américaines pour pouvoir les exporter. Cette réglementation, qui s'applique aux biens comme aux données techniques et aux services (formation, maintenance, etc.), constitue pour les États-Unis un puissant outil qu'elle se donne le droit d'utiliser à des fins commerciales ou géopolitiques (en refusant l'octroi de licence en cas de concurrence sur l'obtention d'un marché d'exportation ou en utilisant l'octroi de licence comme levier de négociation). Parmi les premières sélections du FED, les entreprises françaises ont su se faire une place au sein des consortiums industriels. Les différents projets soutenus par le FED recoupent des domaines variés, tels que le combat aérien, les semi-conducteurs, l'intelligence artificielle, le cloud, mais encore l'espace ou les technologies de rupture³⁷. Le projet ADEQUADE (*Advanced, Disruptive and Emerging QUAntum technologies for DEfense*), doté de plus de 27 millions d'euros et coordonné par Thales, regroupe divers industriels de défense (MBDA, Leonardo, Diehl, Safran, SENER, etc.) et des universités et centres de recherche (CNRS, École Normale Supérieure Paris-Saclay, Fundació Institut de Ciències Fotòniques, Université de Stuttgart, Université technique du Danemark, etc.). En 2021, le projet EU HYDEF (*European Hypersonic Defence Interceptor*) a reçu la plus grande contribution du FED, à hauteur de 100 millions d'euros. Malgré tout, alors qu'MBDA espérait être nommé coordinateur, la Commission a décidé de choisir l'espagnol SENER, écartant les entreprises françaises et italiennes du consortium. Cette décision a été critiquée en France et en Italie, d'aucuns fustigeant l'application du principe du « juste retour » (qui veut que chaque État membre reçoive de l'UE un montant de crédits au moins égal au montant de sa participation au financement du budget communautaire) aux dépens d'un principe d'efficacité industrielle.

³⁷ *European Defence Fund 2021 Calls for Proposals – Results, Commission européenne, 2022.*

Pour renforcer leurs capacités de captation et de valorisation de l'innovation, les États membres investissent également dans l'innovation duale à travers le fonds Cassini. Mis en place conjointement par la Banque européenne d'investissement (BEI) et la Commission, et doté d'un milliard d'euros par le Fonds européen d'investissement (FEI), il a pour but de soutenir le développement des *startups* du secteur spatial et stimuler l'investissement privé. Son *Business Accelerator* permet de soutenir chaque année 40 *startups* et scale-ups du New Space dans leur passage à l'échelle. La BEI a également lancé le fonds InnovFin, au titre du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'UE. Il fournit des prêts, des garanties et des financements, notamment en fonds propres, pour soutenir les projets innovants. Même s'il s'agit d'un outil de financement généraliste, ArianeGroup ou l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA) ont bénéficié de son soutien. Enfin, le programme-cadre pour la recherche et l'innovation Horizon Europe, doté d'un budget de 95,5 milliards d'euros sur la période 2021-2027³⁸, soutient notamment des programmes avec comme utilisateurs finaux des acteurs de la défense.

La gestion du FED est confiée au département « développement et innovation » de la récente Direction Générale de l'industrie de la Défense et de l'Espace (DG DEFIS), créée en 2019 et pilotée par son directeur général Timo Pesonen, ainsi que par Thierry Breton, Commissaire européen pour le marché intérieur. En 2022, la DG DEFIS a sélectionné 61 projets de recherche et développement dans le domaine de la défense, au milieu desquels les entreprises françaises ont su se faire une place au sein des consortiums industriels. Ainsi, Thales Alenia Space, joint-venture entre Thales et l'industriel Leonardo, a été sélectionnée comme coordinateur d'un consortium européen de démonstrateurs stratosphériques. Dassault Aviation assure quant à lui la coordination des travaux du projet EICACS, consortium de 37 organismes de recherche issus de 11 pays européens, soutenu à hauteur de 75 millions d'euros par le FED, qui se concentre sur

³⁸ *Horizon Europe (2021-2027), 9e programme-cadre de l'Union européenne pour la recherche et l'innovation, Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, 2021.*

la définition européenne des futurs standards d'interopérabilité pour le combat aérien collaboratif. Alors que l'entreprise espagnole Sener Aerospacial, secondée par l'allemand Diehl, a été préférée à MBDA pour le projet HYDEF de défense antimissile hypersonique, et que l'entreprise aérospatiale italienne Avio Aero a été préférée à Safran Aircraft Engines/MTU Aero Engines et ITM pour le projet NEUMANN de motorisation des futurs avions de combat européen, les deux industriels français ont déposé des recours en annulation auprès de la Commission européenne.

La guerre menée par la Russie en Ukraine a accéléré le processus de coordination au niveau européen. Le 18 mai 2022, la Commission européenne, le Conseil des 27 États Membres et le Parlement ont adopté conjointement leur communication sur les « déficits d'investissement dans la défense »³⁹. Ce texte, qui prolonge la « déclaration de Versailles »⁴⁰, pose le principe d'acquisitions conjointes pour stimuler les industries de défense européennes. La Commission a ainsi présenté, en juillet, une proposition de règlement visant à renforcer l'industrie européenne de la défense au moyen d'acquisitions conjointes (*European Defence Industry Reinforcement through common Procurement Act* – « EDIRPA »)⁴¹. Cet instrument de passation de marchés serait doté de 500 millions d'euros du budget de l'UE entre 2022 et 2024. Ses objectifs sont d'encourager la coopération en matière de passation de marchés publics afin de rendre la BITDE plus compétitive et plus efficace⁴². Le Conseil a approuvé début décembre une orientation générale concernant cette proposition⁴³, et les

³⁹ *European Commission, "JOINT COMMUNICATION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS on the Defence Investment Gaps Analysis and Way Forward", 18 Mai 2022. https://commission.europa.eu/system/files/2022-05/join_2022_24_2_en_act_part1_v3_1.pdf.*

⁴⁰ *Déclaration de Versailles, Conseil de l'Union européenne, mars 2022.*

⁴¹ *Proposition de règlement relatif à la mise en place de l'instrument visant à renforcer l'industrie européenne de la défense au moyen d'acquisitions conjointes, Commission européenne, juillet 2022.*

⁴² *Passation de marchés publics dans l'industrie européenne de la défense, Conseil de l'Union européenne, 2022.*

⁴³ *Industrie de la défense de l'UE : le Conseil parvient à une orientation générale pour encourager les acquisitions conjointes, Conseil de l'Union européenne, décembre 2022.*

dirigeants de l'UE réunis en Conseil européen deux semaines plus tard ont demandé une adoption rapide de cet instrument⁴⁴.

En complément des politiques européennes, des initiatives extra-gouvernementales se multiplient. Des organisations comme l'AeroSpace and Defence Industries Association of Europe (ASD) ou la *Joint European Disruptive Initiative* (JEDI) contribuent à l'innovation de défense de l'UE en permettant de renforcer la coopération entre les États membres. Leurs actions favorisent les synergies dans un contexte où les intérêts des nations peuvent diverger selon qu'ils s'expriment au sein d'une union (OTAN, OCCAR, etc.) ou d'une autre (UE, etc.).

À l'échelle de l'OTAN, différents dispositifs sont également structurés pour développer des technologies naissantes et stimuler les synergies entre les forces de recherche des différents États. Ces instruments permettent aux Alliés de bénéficier d'un financement commun pour concentrer les efforts de l'Alliance sur les domaines les plus critiques. Afin de renforcer l'écosystème d'innovation des Alliés et d'assurer l'avance technologique de l'Alliance, neuf domaines prioritaires ont ainsi été identifiés : l'intelligence artificielle, les données, les systèmes autonomes, les technologies quantiques, les biotechnologies, les technologies hypersoniques, l'espace, les matériaux et procédés de fabrication innovants, ainsi que l'énergie et la propulsion. C'est dans cette optique que l'Accélérateur d'innovation de défense pour l'Atlantique Nord (DIANA) a été mis en place après le sommet de Bruxelles de 2021, entérinant une stratégie relative aux technologies émergentes⁴⁵. Il fournit des financements aux innovateurs des pays de l'Alliance qui apportent des solutions aux problématiques critiques de défense avec des outils de *deep tech*⁴⁶ à usage dual. En 2022, ce dispositif a été complété par le fonds OTAN pour l'innovation,

⁴⁴ *Conclusions du Conseil européen, Conseil européen, décembre 2022.*

⁴⁵ *Synthèse du débat de fond : les technologies émergentes et les technologies de rupture sous l'angle de la dimension de genre, Organisation du Traité de l'Atlantique Nord, 2022.*

⁴⁶ *Terminologie désignant les startups qui proposent des produits ou services sur la base d'innovations de rupture.*

premier fonds de capital-risque multi-souverain, disposant d'une enveloppe d'un milliard d'euros à investir dans des jeunes pousses à des stades précoces (pré-amorçage, série A), ainsi que par divers fonds de capital-risque accompagnant des *startups* proposant des « *solutions technologiques de pointe aux problèmes auxquels l'Alliance est confrontée* »⁴⁷.

Si la multiplicité des dispositifs de soutien à l'échelle nationale et supranationale (UE, OTAN) témoigne d'un fort dynamisme en matière d'innovation de défense, elle pose néanmoins la question de la pertinence de l'organisation de son écosystème, des éventuelles redondances entre les multiples strates et, plus globalement, du rapport entre l'investissement consenti (humain, organisationnel, technique et financier), et les gains obtenus (contribution réelle des innovations déployées à la défense et la sécurité nationale).

1.2. FACE À UNE COMPÉTITION ACCRUE, LE RISQUE DE DÉCROCHAGE

A. Une course à la technologie à laquelle la France doit prendre part

Pour relever le défi que constitue le retour à une intense compétition entre puissances militaires, la Revue nationale stratégique de 2022 précise que les forces françaises devront s'équiper de technologies et solutions adéquates par un recours « *croissant et volontariste à l'innovation* »⁴⁸. Ce choix français de considérer l'innovation comme une priorité pour conserver notre souveraineté avait déjà été annoncé en 2020 par la Ministre des Armées Florence Parly, pour qui « *une armée qui innove, c'est une armée qui ne dépose jamais les armes. Un pays qui innove, c'est un pays qui, inlassablement, construit son autonomie stratégique* »⁴⁹.

⁴⁷ *Technologies émergentes et technologies de rupture, Organisation du Traité de l'Atlantique Nord, 2022.*

⁴⁸ *Revue nationale stratégique 2022 présentée le 9 novembre par le Président de la République à Toulon, Présidence de la République, 2022.*

⁴⁹ *Document de référence de l'orientation de l'innovation de défense 2020, ministère des Armées, 2020.*

Un équilibre à trouver entre volume et technologie

Après des décennies de guerres asymétriques, il convient aujourd'hui de s'assurer que l'appareil de défense français soit en mesure de faire face aux menaces diverses et aux modes d'action hybrides qui ne cesseront de se développer à l'avenir. Emmanuel Macron, dans son discours de vœux aux Armées depuis la base aérienne de Mont-de-Marsan le 20 janvier 2023, a insisté sur le nouveau paradigme du réarmement mondial, qui se fait « *aux deux bouts d'un spectre polarisé entre la technologie de pointe et le rudimentaire* »⁵⁰. La guerre en Ukraine en est un parfait exemple, mêlant cyberattaques (attaque du satellite KA-SAT perturbant les communications ukrainiennes) et guerre de tranchées à Bakhmout rappelant les batailles d'un autre siècle. La Loi de programmation militaire pour 2024-2030 doit ainsi adresser le double défi qui s'impose à la France et trouver le juste équilibre entre conservation d'une supériorité technologique et recouvrement d'une masse critique suffisante pour supporter les rapports de force exprimés lors de conflits de haute intensité. Le président de la République a ainsi insisté sur le fait que s'épuiser en ne cherchant que le raffinement technologique serait un piège, compte tenu notamment de son coût très élevé, au même titre que le fait de ne pas investir ces nouveaux moyens. La résolution de ce dilemme dit du « *High-Low Mix* » doit permettre de déterminer les champs d'applications de nos systèmes d'armes qui nécessitent l'acquisition de matériels de pointe supplémentaires et ceux pour lesquels des solutions moins coûteuses mais plus massives suffisent⁵¹. Sur le plan de l'innovation, cela souligne son importance dans les processus industriels, car elle peut permettre d'accélérer la production de systèmes d'artillerie et de munitions – l'innovation de défense ne concerne pas seulement le calcul quantique. Il s'agit par

⁵⁰ *Vœux d'Emmanuel Macron aux Armées, base de Mont-de-Marsan, Présidence de la République, 2022.*

⁵¹ *Rapport d'information déposé par la Commission de la défense nationale et des forces armées en conclusion des travaux d'une mission d'information sur la préparation à la haute intensité, Patricia Mirallès et Jean-Louis Thiériot, Députés membres de la Commission de la défense nationale et des forces armées, 2022.*

conséquent de déterminer, *via* les études capacitaires menées conjointement par les architectes de la DGA et des Armées, l'architecture fonctionnelle la plus pertinente pour répondre aux besoins : en fonction des chaînes fonctionnelles identifiées comme nécessaires à la production des effets recherchés, quels systèmes doivent porter quelles fonctionnalités ? Et par conséquent, quel équilibre trouver entre plateformes complexes, à fort degré de concentration technologique, qui seront clés dans la production de ces effets, et équipements plus rustiques, mais dont le coût modéré devra permettre une production plus massive ?

Ce *High-Low Mix* est donc à penser dans le cadre d'une réflexion capacitaire, et non unitaire. C'est bien cette capacité, pensée comme un ensemble cohérent interarmes, qui déterminera les besoins d'innovation et les modalités de son intégration dans les équipements et systèmes.

En outre, le besoin en innovation lié aux orientations capacitaires retenues implique de disposer des capacités industrielles adéquates. Or, les chaînes de production de la BITD, répondant aux commandes de la DGA, sont dimensionnées pour des volumes limités, dans un contexte de programmation réduisant le budget des Armées depuis le début des « *dividendes de la paix* ».

L'innovation concerne de ce fait également les processus industriels, et donc les politiques industrielles, qui devront évoluer pour permettre cette adaptabilité entre production de systèmes à forts volumes, et production de systèmes complexes, moins nombreux.

Des investissements à poursuivre

Les deux dernières décennies ont été marquées par des engagements expéditionnaires, dans le cadre de la lutte contre le terrorisme. Ces conflits sont dits asymétriques, dans la mesure où l'adversaire ne pouvait rivaliser en termes d'équipements et de puissance de feu, se différencie de la guerre menée par la Russie en Ukraine.

Le retour des conflits dits de haute intensité, opposant des adversaires dotés de capacités conventionnelles comparables, soulève la question du maintien de la capacité des armées occidentales, et notamment française, à assurer leur supériorité opérationnelle sur l'adversaire.

À titre d'exemple, la capacité à entrer en premier sur un théâtre d'opération et à assurer la maîtrise du ciel est une condition identifiée comme clé par les doctrines occidentales pour permettre la conduite des opérations terrestres et la production d'effets stratégiques. Or, les adversaires potentiels ont développé en réponse à la supériorité technologique occidentale dans le milieu aérien des concepts dits « A2/AD » (*Anti Access/Area Denial*) visant, *via* la multiplication des systèmes de défense sol-air et leur articulation dans la profondeur, à réduire la capacité des forces aériennes à opérer dans un espace aérien hostile et à accroître l'attrition des forces adverses.

À titre d'exemple, cette supériorité technologique des forces occidentales n'apparaît donc plus comme garantie, avec pour corollaire une incertitude croissante sur leur capacité à dominer l'adversaire tout en limitant les pertes.

Forte de ce constat, la LPM 2019-2025 avait structuré une nouvelle stratégie tournée vers l'innovation et de nouvelles capacités opérationnelles pour nos forces armées, afin de planifier leur remontée en puissance⁵². Elle prévoyait une enveloppe de 295 milliards d'euros pour réparer et moderniser les Armées françaises. Le budget des Armées a ainsi été augmenté de 9 milliards d'euros depuis 2017, pour être porté à 41 milliards en 2022⁵³. Redoublant sur cette tendance de budget à la hausse, Emmanuel Macron a annoncé que la nouvelle LPM 2024-2030 représenterait un effort historique de 413 milliards d'euros, afin de renforcer l'outil militaire de la France. Il annonce aussi à cette occasion l'ambition française

⁵² *LPM 2019-2025 : le plan de bataille concret de la remontée en puissance des Armées*, ministère des Armées, 2022.

⁵³ *Projet de loi de finances des Armées 2022 – LPM année 4*, ministère des Armées, 2022.

d'être capable, si les circonstances l'imposaient, d'avoir les moyens de « *construire et de commander une coalition de premier rang avec ses partenaires* »⁵⁴, impliquant de disposer des capacités nécessaires à la légitimation d'un tel rôle. Pour être capable d'adresser la mutation perpétuelle des conflits et de futurs adversaires potentiellement « *technologiquement redoutables* », il a insisté sur la nécessité de continuer à investir dans l'innovation, en premier lieu dans le quantique et l'intelligence artificielle, notamment au regard de l'usage des drones et de la numérisation du champ de bataille. Des objets connectés à la communication, la supériorité opérationnelle découle notamment du renseignement provenant de la supériorité informationnelle et de l'intégration des systèmes d'armements dans un commandement intégré.

À cet égard, l'intelligence artificielle permet d'aider la prise de décision du commandement, en facilitant le traitement et l'interprétation de la masse de données collectée par les différents systèmes déployés. L'informatique quantique (c'est-à-dire tirant parti des propriétés de la physique quantique, notamment en matière de superposition des états et d'interférence quantique) permettrait quant à elle de considérablement augmenter la puissance de calcul par rapport aux ordinateurs actuels. Le traitement de masses de données toujours plus importantes, conséquence de la numérisation des systèmes d'armes, et leur exploitation par des algorithmes d'intelligence artificielle seraient ainsi facilités par l'informatique quantique.

L'importance de l'innovation militaire comme facteur clé de supériorité opérationnelle des forces sur le terrain a été illustrée par la guerre en Ukraine, qui s'est révélée être un terrain d'expérimentation pour les technologies des armées occidentales⁵⁵. À titre d'exemple, les forces ukrainiennes ont armé des drones à vocation civile, pour s'en servir comme outils de renseignement ou de frappe. Peu onéreux et disponibles dans

⁵⁴ *Vœux d'Emmanuel Macron aux Armées, base de Mont-de-Marsan*, Présidence de la République, 2022.

⁵⁵ *For Western Weapons, the Ukraine War is a Beta Test*, *The New York Times*, 2022.

le commerce, ces drones détournés de leur usage initial ont permis à l'Ukraine de contester, localement et ponctuellement, la supériorité aérienne russe⁵⁶. Or, les armes et les technologies massivement utilisées durant le conflit ukrainien, qui s'imposent comme pertinentes dans les conflits de haute intensité modernes, sont, pour certaines, peu investies par la France. L'exemple des munitions rôdeuses, opérationnelles depuis 2003 lors du premier vol de l'Harop israélien et notamment utilisées durant le conflit du Haut-Karabagh en 2020, est révélateur d'un retard français dans l'anticipation des futurs besoins technologiques de ses forces armées⁵⁷. Bien que l'efficacité prouvée de ces drones légers pour détecter les systèmes de défense sol-air et offrir des capacités de frappes indirectes depuis une décennie, l'AID n'a lancé d'appels à projet pour la conception de munitions rôdeuses qu'en mai 2022⁵⁸. Malgré de premières études conduites dans les années 2000, notamment avec le Fire Shadow de MBDA, les États européens ont privilégié le développement de systèmes de drones plus complexes et davantage en phase avec les cultures stratégiques où la supériorité technologique occupe une place importante⁵⁹. Ainsi, la France a privilégié des systèmes plus sophistiqués, polyvalents, mais aussi plus coûteux et donc moins nombreux.

B. Un nouveau paradigme, fondé sur la captation des innovations civiles

Des progrès majeurs dans l'aéronautique, aux avancées du secteur nucléaire, en passant par l'essor des télécommunications, le secteur français de la défense a historiquement porté l'innovation et induit des avancées applicables au marché civil. Ce n'est plus le cas aujourd'hui : les nouvelles technologies sont souvent issues du monde civil, car elles

⁵⁶ Jankowski, Tancrede, *La prolifération des drones civils militarisés en Ukraine : une école de guerre pour les états-majors occidentaux*, *Le Rubicon*, avril 2023.

⁵⁷ *La France a-t-elle perdu son audace en matière d'innovation de Défense ?* *Meta défense*, 2022.

⁵⁸ *Les 5 armes occidentales dont les forces Ukrainiennes ont le plus besoin aujourd'hui*, *Meta défense*, 2022.

⁵⁹ *Munitions rôdeuses : l'Europe déjà dépassée*, *Défense et Sécurité Internationale*, janvier 2021.

évoluent plus rapidement, notamment car elles sont financées et évoluent dans un marché compétitif de consommation plus important. Cette nouvelle donne bouleverse le schéma d'innovation traditionnel français porté par l'État. Dans ce contexte, l'enjeu pour le ministère des Armées est de capter les innovations issues du civil qui répondent aux besoins spécifiques des forces et de les appliquer au champ de la défense pour bénéficier des avancées technologiques qu'elles offrent, tout en maintenant un effort de capacité d'innovation en propre. Il s'agit de passer d'une logique *top-down* centrée principalement sur l'innovation planifiée par l'État, à une logique *bottom-up*, incluant l'innovation ouverte ne provenant pas nécessairement de la sphère publique.

La création de l'Agence de l'innovation de défense (AID)

Afin de combiner à la fois innovation planifiée et agilité de captation de l'innovation civile et de pouvoir investir dans l'innovation ouverte, le ministère des Armées a créé en 2018 l'Agence de l'innovation de défense. Constituée notamment d'un guichet unique et d'une cellule de détection et de captation de l'innovation, l'AID a pour mission de valoriser l'innovation civile au sein de la filière défense, et d'influencer les feuilles de route capacitaires⁶⁰ du ministère des Armées pour les rendre enclines à inclure de nouvelles avancées technologiques. Allié au travail d'études en amont et de préparation des programmes d'armement menés par les Armées et la DGA, l'effort de détection et de captation de l'innovation civile réalisé par l'AID concourt à renforcer une démarche capacitaire qui constitue aujourd'hui une condition *sine qua non* pour préparer nos armées au retour des conflits de haute intensité.

⁶⁰ *Document de référence de l'orientation de l'innovation de défense (DrOID) 2021*, ministère des Armées, 2021.

Le plan Impulsion DGA⁶¹, lancé par son actuel délégué général Emmanuel Chiva, ancien directeur de l'AID, prévoit dans ce cadre d'entamer quatre chantiers, parmi lesquels figure le renforcement des capacités d'anticipation stratégique pour assurer la préparation de l'avenir des systèmes de défense. Alors que l'organisation historique des programmes de défense français a notamment permis l'émergence du Mirage III, des blindés AMX, des sous-marins nucléaires lanceurs d'engins, du Rafale et d'autres matériels représentant des avantages comparatifs réels par rapport aux équipements étrangers, la dynamique industrielle post-guerre froide a ralenti l'émergence de projets disruptifs ainsi que l'agilité et l'ingéniosité de la programmation industrielle française⁶². Pour pallier ses déficits capacitaires et renouer avec les qualités d'anticipation et d'innovation de sa politique industrielle, la France doit continuer à investir dans des projets dont l'intérêt immédiat n'est pas forcément perceptible par la DGA. Identifier ces projets fait partie des missions qui incombent à l'AID. En parallèle, la question des talents doit être largement adressée pour redynamiser l'attractivité du secteur public, qui a vu ses ressources s'étioler au fil des années face à l'augmentation des salaires mais aussi aux perspectives de développement de carrière et à l'évolution des modes de travail dans le secteur privé.

Outre l'AID, les Armées elles-mêmes se sont également emparées de cet enjeu et cherchent à identifier les innovations issues du monde civil qui pourraient présenter des cas d'usage pertinents dans leur périmètre d'intérêt respectif. La cohérence et l'efficacité de l'effort d'innovation du ministère des Armées supposent donc de prévenir les frictions, dont des projets similaires financés tant par les armées que par l'AID, ou des projets financés par la DGA ou l'AID qui ne répondent à un réel besoin capacitaire des Armées.

⁶¹ Emmanuel Chiva dans *Esprit défense*, ministère des Armées, 2022.

⁶² *La France a-t-elle perdu son audace en matière d'innovation de Défense ? Meta défense*, 2022.

La section technique de l'Armée de Terre : illustration de la capacité d'innovation en propre des armées



La Section technique de l'armée de Terre (STAT) est responsable depuis l'été 2022 de la coordination de l'innovation au sein de l'armée de Terre.

Forte du constat que l'innovation est foisonnante et que partant, il est difficile de disposer d'une vision d'ensemble, la STAT s'est fixé l'objectif de doter l'armée de Terre d'une **vision et d'une capacité de compréhension de l'existant en matière d'innovation sur son périmètre d'intérêt**.

Son objectif est ainsi de pouvoir **piloter l'innovation ouverte**, de manière à capter les innovations prometteuses tout en ne reproduisant pas des expérimentations déjà menées ou ayant connu des échecs.

La STAT assure la conduite de l'ensemble des programmes d'armement concernant l'armée de Terre. Elle est organisée en 8 groupements. Un neuvième groupement, dédié à l'innovation, a été créé. Celui-ci est en forte interaction avec les autres groupements, afin de faciliter le partage de l'information, à qualifier l'utilité et la viabilité d'une innovation potentielle. De cette manière, l'**intégration de l'innovation** dans les programmes est prise en compte dès son initialisation. En outre, tous les officiers de programmes de l'armée de Terre sont rattachés à la STAT plutôt qu'à l'état-major, comme c'est le cas pour les autres armées. Alors que les groupements

aéromobiles et aéroportés étant respectivement situés à Valence et à Toulouse, dans des environnements adaptés aux évaluations, les 7 autres groupements sont colocalisés à Satory.

Le 9^e groupement est composé du Battle Lab Terre, soutenu par l'AID il est composé de 21 personnels, du Bureau de Coordination de l'Innovation (3 personnels), et de la cellule GAI4A (Groupement Académies, Industries, Ingénieurs d'Ile de France pour l'innovation au profit de l'armée de Terre).

La STAT dispose également d'un atelier de production, permettant de faire du **prototypage**, et donc d'exprimer des besoins plus matures, du fait de cette capacité interne de test.

Enfin, elle dispose d'un **service exécutant financier**, lui conférant la capacité de passer des marchés en propre (la STAT produit environ 2 000 notifications par an), au profit de l'armée de Terre, mais aussi pour d'autres armées ou pour la DGA.

La STAT a donc orienté son modèle sur une **forte intégration entre l'ensemble des acteurs** concourant à l'innovation et à la conduite des programmes de l'armée de Terre, permettant de décloisonner l'information. Elle s'est également dotée des capacités lui permettant **d'agir sur l'innovation de façon autonome**, via des capacités de prototypage et d'achats qui lui sont propres.

Un risque de perte de capacités stratégiques causé par le rachat de *startups* par des investisseurs étrangers

Dans ce nouveau paradigme, l'un des enjeux pour la France est de parvenir à identifier et soutenir le développement de *startups* au potentiel dual d'applications développant des innovations stratégiques pour la défense française, et ce, avant le seuil critique où ces entreprises font déjà l'objet de stratégie de prédation de la part de puissances étrangères. Ces *startups*, proposant des solutions innovantes à forte valeur ajoutée, sont en effet souvent convoitées par des fonds étrangers leur offrant des perspectives de levées de fonds conséquentes en phase d'amorçage et de capital développement. Or, compte tenu du caractère souverain des technologies qu'elles développent, la DGA a intérêt à ce qu'elles restent dans le giron français. Une fois ces pépites stratégiques identifiées, la France peut avoir recours à son régime de contrôle des investissements étrangers pour empêcher des opérations de rachat qui iraient à l'encontre des enjeux de souveraineté, qu'elle a récemment renforcé. En effet, les investissements étrangers font l'objet d'une procédure d'autorisation si les activités de la société cible sont de nature à « *porter atteinte à l'ordre public, la sécurité publique ou aux intérêts de la défense nationale* » (article L. 151-3 I a) du code monétaire et financier). La liste limitative des secteurs et activités compris dans ce périmètre est fixée par le Conseil d'État et comprend notamment « *les activités relatives aux armes, munitions, poudres et substances explosives destinées à des fins militaires de guerre et assimilés* » mais également « *les opérations spatiales* » ou encore « *les activités de recherche et développement portant sur les technologies critiques* » dont « *la cybersécurité, l'intelligence artificielle, la robotique, la fabrication additive, les semi-conducteurs, les technologies quantiques, le stockage d'énergie* ». Le décret intègre en outre « *les activités de recherche et développement portant sur des biens et technologies à double usage* »⁶³. Le seuil de détention des droits de vote déclenchant le contrôle des investissements

⁶³ Les secteurs d'activités dans lesquels les investissements sont soumis à autorisation préalable, Direction Générale du Trésor, 2021.

étrangers, anciennement fixé à 25 %, est passé à 10 % depuis juillet 2020, bien que les investisseurs européens en aient été exclus⁶⁴. Cet instrument a ainsi pu être envisagé lors des craintes suscitées par les prises de participation extra-européennes dans Photonis, ou plus récemment Exxelia.

Photonis : illustration des défis posés par les tentatives d'acquisition de pépites françaises par des fonds étrangers

Photonis développe des solutions opto-électroniques et des technologies de spectrométrie critiques pour la détection de très bas niveaux de lumière. Les produits d'imagerie de la *startup* française, notamment les amplificateurs de lumières destinés aux jumelles de vision nocturne, représentent un intérêt stratégique pour les applications défense. L'implication de l'État dans le rachat de cette pépite est emblématique des efforts du ministère des Armées pour préserver sa BITD.

Fondé en 1937 à Brive-la-Gaillarde en tant que filiale du groupe Philips, Hyperelec prend son indépendance en 1998 et devient Photonis en 2005, après sa fusion avec Delft Electronic Products et Burle, fournisseur historique de l'US Navy. Aujourd'hui leader des équipements de vision nocturne et fournisseur officiel de l'armée française, Photonis possède 4 sites de production à travers le monde, à Brive-la-Gaillarde (France), Roden (Pays-Bas), Sturbridge et Lancaster (États-Unis).

Son tube intensificateur de lumière est le plus largement déployé dans les armées du monde, et son tube INTENS est le seul produit du marché conforme au nouveau standard de vision nocturne 4G VISION NIGHT. Les caméras numériques NOCTURN de Photonis offrent quant à elles une application pour les visions périmétriques, de jour et de nuit. Des galettes de micro-canaux, détecteurs de rayonnement gamma & neutrons ainsi que des multiplicateurs d'électrons complètent son portfolio.

Photonis répond à des problématique complexes dans des environnements avec des applications critiques tels que la défense, la surveillance et la sécurité, la détection scientifique et l'imagerie, le nucléaire, l'exploration spatiale... L'entreprise a déposé plus de 100 brevets pour protéger ses technologies.

Le 28 décembre 2020, le ministère des Armées a mis son veto au rachat de Photonis par l'entreprise américaine Teledyne, après que Bercy s'y est déjà opposé. Spécialisé dans l'électronique et fournisseur des armées américaines et françaises, l'industriel souhaitait acheter les parts au fonds Ardian pour 500 M€, puis pour 425 M€, afin de développer Photonis et d'exploiter les synergies entre les deux groupes.

Alors que la France s'était contentée jusqu'alors de dissuader les investisseurs étrangers d'acquiescer les entreprises françaises prometteuses, le gouvernement, pour la première fois, a bloqué une transaction en s'appuyant sur le régime de contrôle des investissements étrangers. Le cabinet du ministère des Armées a affirmé qu'il était préférable de conserver dans le giron national une entreprise hautement stratégique pour les forces armées françaises. Ce veto a constitué un signal fort pour la souveraineté française, particulièrement dans le contexte de l'adoption d'un règlement européen (n° 2019/452) sur le filtrage des investissements étrangers.

⁶⁴ Bruno Le Maire et Franck Riester annoncent la prolongation d'un an de l'abaissement exceptionnel du seuil de contrôle des investissements étrangers en France de 25 à 10 %, Direction Générale du Trésor, 2021.

Safran et Thales ont été sollicités par les ministères des Armées et de l'Économie pour participer à un tour de table alternatif et proposer une solution française et pérenne qui puisse permettre à Photonis de développer ses technologies. Les deux groupes ne souhaitant pas verticaliser un sous-traitant, Photonis n'a pas retrouvé de repreneur industriel. C'est finalement le groupe d'investissement HLD qui s'est positionné en 2021 sur l'acquisition de Photonis, après avoir racheté Rafaut et Microwave Vision. HLD (société d'investissement créée par Jean-Bernard Lafonta, ancien patron de Wendel), qui investit sans contraintes de temps, s'est orienté vers un achat intégral de l'entreprise française pour 370M€. L'imposition d'une option nationale s'est pourtant accompagnée d'une valorisation moins conséquente que la proposition de rachat de l'industriel américain.

2 Surmonter les freins à l'innovation

Malgré des atouts importants et la récente prise de conscience du changement de paradigme d'une innovation largement portée par le monde civil, un certain nombre de freins demeurent pour libérer le potentiel d'innovation de défense en France. Ils sont notamment imputables à la spécificité du secteur de la défense. D'abord, les cycles d'équipement des forces s'inscrivent dans des temps longs. Les coûts associés sont importants et le cadre réglementaire rigide (la nature des équipements impose en effet des exigences de sûreté et de qualité complexes et des contrôles à l'export), ce qui n'est pas de nature à encourager la prise de risque pourtant nécessaire à l'innovation. Ensuite, le marché de la défense n'apparaît pas toujours accessible aux acteurs du monde civil. Les modes de contractualisation, son écosystème et ses dispositifs complexes ne sont pas facilement lisibles et il existe un manque d'information sur les besoins

des armées. Enfin, l'innovation de défense souffre de financements souvent inadaptés à une industrie souveraine, ainsi que d'une certaine friilosité de la part des acteurs financiers qui, pour des raisons liées à leurs engagements en matière de Responsabilité Sociale et Environnementale et le risque réputationnel associé, rechignent à financer l'industrie de défense. L'État a par ailleurs tendance à privilégier l'instrument de la subvention, en particulier au stade de l'amorçage, au détriment de celui de la commande publique, pourtant plus à même d'assurer aux entreprises un modèle économique pérenne. Privilégier les subventions permet en effet de mitiger le risque, dans la mesure où les volumes financiers engagés sont moins importants.

2.1. GRANDS PROGRAMMES D'ARMEMENT ET INNOVATION, DES TEMPORALITÉS DIFFÉRENTES

A. Une aversion au risque structurelle

Les grands projets industriels d'équipement des forces s'inscrivent dans des temps longs. L'origine du Rafale est l'expression d'un besoin par l'armée française dès la fin des années 1970, mais c'est en 2002 qu'il entre en service. L'inauguration du Sous-marin nucléaire d'attaque (SNA) Suffren à Cherbourg en 2019 par le président Emmanuel Macron résulte de premières décisions prises sous la présidence de François Mitterrand, et d'un programme lancé sous celle de Jacques Chirac⁶⁵. Ces grands programmes sont marqués par des cycles dits « en V » (phase descendante de conception, puis phase ascendante de validation et d'adoption) caractéristiques de l'ingénierie de systèmes complexes. Une fois les programmes lancés, il n'est pas aisé de susciter l'agilité nécessaire au déploiement d'innovations technologiques, caractérisées par des cycles beaucoup plus courts.

Ces grands programmes d'armement sont par ailleurs très coûteux. Selon un rapport de la Commission des affaires étrangères, de la défense et des

⁶⁵ Vincent Groizeleau, « Suffren : gros plan sur le nouveau SNA français », *Mer et Marine*, 19 juillet 2019.

forces armées du Sénat sur le projet de loi de finances pour 2012⁶⁶, le programme Rafale (actualisé au prix de 2011) a représenté un investissement de 43,56 milliards d'euros pour l'État. Ce niveau de coût génère une forte aversion au risque, compte tenu des sommes engagées qu'il convient de sécuriser. En effet, le ministère des Armées doit justifier des besoins d'investissements conséquents dans des capacités et systèmes d'armes complexes, alors que ses activités ont été ces dernières années largement perçues sous le prisme de missions intérieures (Opération Sentinelle) ou d'opérations extérieures sous le bas du spectre capacitaire (opérations de lutte contre le terrorisme à l'étranger). Si cela est à nuancer depuis l'invasion de l'Ukraine par la Russie et, à travers elle, le retour de la perspective d'un conflit de haute intensité sur le sol européen, le ministère des Armées doit répondre du bon emploi de l'argent public dévolu aux programmes d'armement et veille donc à limiter l'envolée des coûts des programmes.

La prise de risque et l'incertitude que comporte de façon inhérente l'innovation (variable en fonction de son niveau de maturité) vient ainsi se heurter à l'impératif de délivrer des capacités à la hauteur des exigences, tout en respectant les coûts et les délais. Dans ce contexte, les parcours de carrière, dans les forces comme à la DGA, en lien avec la mission d'équipement des forces, valorisent donc davantage le respect des attendus tels qu'exprimés parfois il y a dix ans que la prise de risque.

Le manque d'incitation au risque n'est cependant pas l'apanage du ministère des Armées. L'innovation des industriels de la défense est tirée par la demande du ministère, notamment dans le cadre des études amont au programme d'armement, plus que par un besoin de maintenir leur position de marché dans un contexte peu concurrentiel sur le marché français. Dès lors, il existe un faible intérêt à investir dans des efforts de recherche et développement, si aucun besoin des forces n'a encore été exprimé et que l'activité est déjà tirée par les grands programmes.

⁶⁶ *Défense : équipement des forces, rapport de la Commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées du Sénat sur le projet de loi de finances pour 2012, 2011.*

En outre, les programmes d'armement majeurs sur lesquels sont impliqués les industriels de la défense mobilisent une part importante de leurs ressources, limitant de facto les marges de manœuvre pour l'innovation.

B. Une culture des achats fortement axée sur la sécurisation budgétaire

La sécurisation des financements pour de telles opérations rend nécessaire une programmation pluriannuelle : les Lois de programmation militaire (LPM) prévoient ainsi les crédits qui sont dédiés aux développements de nouvelles capacités. Les sommes engagées étant particulièrement élevées, la sécurisation des coûts liés au programme est une dimension structurante dans la conduite des programmes d'armement. Cela se traduit par des procédures d'achat et de conduite de programmes qui visent à réduire au maximum le risque de dérive financière.

Ainsi, le Service des achats de l'armement (S2A) de la Direction des Opérations de la DGA, lors de la contractualisation, accorde une place centrale à la capacité perçue du titulaire du marché à délivrer les capacités attendues en respectant le budget, en se basant notamment sur les études et évaluations réalisées par le Service des affaires industrielles et de l'intelligence économique (S2IE) et le Service de la Qualité de la DGA. Ces attentes se répercutent également sur les équipes de programme du ministère. De ce fait, le cadre budgétaire du programme d'armement, ainsi que les provisions pour risque associées, sont définis dès son lancement : charge au ministère comme à l'industriel chargé de la réalisation de le respecter au mieux.

Dans le cadre des dispositifs actuels, il existe ainsi peu de marge de manœuvre pour intégrer l'innovation tout au long de la vie du programme, dans la mesure où celle-ci comporte par nature une part d'inconnu, difficilement quantifiable sur le plan financier. Cet état de fait implique de penser l'opération d'armement, une fois lancée en réalisation, comme un tout clairement délimité en termes de périmètre fonctionnel

et capacitaire, et d'enveloppe budgétaire associée, qui est ensuite exécutée tout au long de la vie du programme, en cohérence avec les grands jalons programmatiques définis en amont. Penser les opérations d'armement de sorte qu'elles puissent intégrer plus facilement l'innovation impliquerait ainsi de repenser les procédures et la culture d'achat, en privilégiant une logique incrémentale, axée autour de capacités cœur et d'enveloppes dédiées à l'innovation, dont l'exécution budgétaire bénéficierait de davantage de flexibilité.

C. Un cadre réglementaire peu propice à l'innovation

Le cadre réglementaire, pour des raisons *a priori* légitimes, vient également souvent limiter le champ des possibles en matière d'innovation. C'est par exemple le cas du cadre réglementaire régissant l'utilisation de drones (notamment s'agissant des essais), qui peut être de nature à décourager la volonté d'innovation dans le domaine. De même, l'utilisation de l'intelligence artificielle, qui sera pourtant clé pour la supériorité opérationnelle de demain, est restreinte afin de prévenir les risques éthiques (notamment lorsqu'intégrée à des systèmes d'armes autonomes). Si les préoccupations du législateur sont justes et rassurantes, elles induisent un nouveau champ de complexité pour l'innovateur, qui doit composer avec, et par conséquent des coûts et des délais supplémentaires pour l'innovation, dans un contexte où la rapidité est de mise et où d'autres États s'affranchissent de telles contraintes.

Réglementation, risques et innovation : le cas du Safran Patroller

Le Patroller est un drone tactique de renseignement conçu par Safran Electronics & Defense. Son développement et ses tests ont été retardés par une réglementation limitant les possibilités en

termes de tests de ces nouveaux systèmes. En effet, la réglementation de l'aviation à laquelle sont soumis les drones limite leur vol aux « zones ségréguées », pour ne pas survoler des zones peuplées d'une part, et ne pas risquer d'abordage aérien d'autre part, du fait de l'absence de systèmes « détecter et éviter » sur les drones.

Pour pallier ces limites, les tests du Patroller ont donc été réalisés en Finlande, où la réglementation n'impose pas aux drones de se cantonner à des zones d'entraînement dédiées.

Cette délocalisation forcée a eu plusieurs conséquences sur le développement du programme en termes de coût (nécessité d'installer des infrastructures dans un pays tiers) et de délai (retard dans l'appropriation du système par les forces).

Ce cas illustre l'existence de réglementations freinantes pour l'innovation en France, ici en matière de sûreté du trafic aérien, soulevant des questions d'arbitrages entre risques et opportunités.

2.2. UN MARCHÉ DE LA DÉFENSE DIFFICILE À PÉNÉTRER POUR LES ACTEURS CIVILS

A. Des modes de contractualisation rigides qui tendent à exclure les acteurs civils innovants

Cette rigidité se retrouve également dans les modes de contractualisation choisis par le ministère des Armées. Celui-ci privilégie en effet des marchés globaux, confiant la réalisation de l'ensemble du système d'arme à un ou plusieurs maîtres d'œuvre pour l'ensemble de la durée de vie des équipements. Ces modes de contractualisation visent notamment à sécuriser l'exécution budgétaire du contrat, et donc à prévenir autant que faire se peut les dérives financières, mais aussi à garantir que

le programme sera effectivement livré, en faisant reposer l'engagement sur des grands industriels robustes. Cette préoccupation du respect du budget induit ainsi des normes et processus administratifs lourds et restrictifs, qui excluent de fait beaucoup d'acteurs. Intégrer l'innovation par incrément, à échéance régulière au cours du programme, requerrait une flexibilité contractuelle plus importante, pour pouvoir associer de nouveaux acteurs économiques. Par ailleurs, le fait d'imposer des règles particulièrement lourdes en termes de propriété intellectuelle est susceptible de freiner l'engouement des entreprises à s'investir dans le domaine de la défense, et au détriment de la répliquabilité d'innovations à usage dual. Or, compte tenu des limites des marchés de défense, la capacité à déboucher sur un marché civil est un facteur clé de pérennisation des entreprises créatrices d'innovation, nécessitant un modèle économique pérenne. On note néanmoins une évolution récente de certains dispositifs qui offrent davantage de flexibilité au profit des entreprises innovantes. C'est notamment le cas du dispositif CENTURION de la DGA, puisque les entreprises qui y participent restent propriétaires de la totalité non seulement des acquis antérieurs, mais également des résultats des travaux financés dans ce cadre (la DGA ne bénéficiant alors que d'un droit d'usage des résultats des travaux).

Le cas du dispositif de contractualisation CENTURION

Le programme CENTURION, pour « cadre d'études de nouvelles technologies et nouveaux usages pour une rapide intégration au combattant » est une initiative innovante lancée par l'armée de Terre et la DGA en partenariat avec les industriels Thales et Safran réunis en groupement (GME). CENTURION est un outil contractuel d'un nouveau genre construit pour faciliter « le développement d'innovations qui ont ou auront une utilité avérée pour le

combattant à pied ». Le dispositif fonctionne sur le principe d'un accord-cadre, notifié aux industriels du GME, qui ont ensuite la charge d'intégrer de petites entités innovantes (*startup*, PME, ou centres de recherches comme le laboratoire de photophysique et photochimie supramoléculaires et macromoléculaires (PPSM) de l'Université Paris-Saclay, ou l'Institut S^t Louis (ISL)).

Les travaux doivent s'insérer selon une logique incrémentale dans les deux principaux programmes capacitaires en cours de l'armée de Terre : FELIN (Safran) et CONTACT (Thales), mais également préfigurer le successeur du combattant FELIN, le futur Système Combattant Débarqué Scorpion (SCDS).

Liste non exhaustive des domaines d'intérêt de CENTURION



Source : forcesoperations.com

Au travers de ce dispositif, la DGA souhaite s'adresser à tout acteur français s'estimant porteur d'une idée pouvant contribuer à la protection et à la supériorité du combattant débarqué, qui peut dès lors candidater sur la plateforme ouverte centurion-combattant.fr.

Le porteur bénéficiera d'un accompagnement tout au long du projet, tout en conservant la maîtrise de la propriété intellectuelle (accompagnement notamment au processus de dépôt de brevet).

Tous les trois mois, les projets déposés sur la plateforme sont étudiés en comité scientifique et technique (CST) rassemblant la DGA, l'AID, le GME, et l'état-major de l'armée de Terre. S'il est retenu, le projet passe alors en Comité Exécutif pour être ensuite contractualisé par Safran ou Thales dans le cadre d'une sous-traitance au profit du ministère. Une fois parvenu à son terme, le projet repasse en comité pour présenter les résultats. S'ils sont probants, ils pourront être intégrés dans un futur incrément FELIN ou CONTACT.

L'effort se concentre sur des innovations à faible niveau de maturité (TLR maximum de 6 démonstrateurs) afin réaliser des essais terrain et valider le besoin opérationnel.

Si cette initiative a le mérite d'offrir une certaine flexibilité, on note néanmoins que ce sont les industriels qui en sont garants. En effet, la charge de gestion des marchés et de pilotage des prestataires côté étatique est ainsi intégralement déportée en charge de sous-traitance côté industriels, qui gèrent la relation avec les innovateurs pour le compte du ministère.

B. Un écosystème et des dispositifs difficiles à appréhender

La taille et la complexité de l'écosystème d'innovation de défense exigent une structuration et des interactions organiques claires et partagées pour en assurer le fonctionnement optimal. Or, l'organisation institutionnelle, tant dans sa composition que dans ses modes de fonctionnement, souffre aujourd'hui d'un réel manque de lisibilité. La multiplicité des acteurs et des natures de structures (entreprises privées, acteurs publics,

semi-publics, organismes chargés d'une mission de service public, institutions sous tutelle, etc.), ainsi que celle des dispositifs proposés aux échelles nationale et européenne, rend l'écosystème difficile à appréhender, y compris pour les acteurs qui le composent. L'identification des interlocuteurs et dispositifs adéquats selon les démarches en est rendue d'autant plus délicate pour les innovateurs, en particulier ceux issus de la sphère civile.

La création de l'AID a permis de réaliser des progrès significatifs sur cet axe en conférant davantage de visibilité aux dispositifs d'accompagnement et de soutien existant au niveau national, centralisant l'accès aux innovateurs à l'écosystème de défense. Le périmètre d'accompagnement de l'AID demeure cependant largement focalisé sur les phases d'amorçage, laissant les innovateurs en plus grande difficulté lors des phases suivantes de développement. C'est lors de ces étapes de passage à l'échelle progressif que le manque de lisibilité de l'écosystème et de ses modes de fonctionnement porte davantage préjudice aux acteurs innovants qui, au-delà de devoir appréhender des interlocuteurs moins visibles et accessibles, doivent également intégrer de nouvelles contraintes de commande publique et de contractualisation.

Le manque de clarté de la structuration et des processus d'innovation de défense nuit de fait à la qualité et à la densité des interactions entre les acteurs, mais complexifie également la mise en lien des innovateurs avec les forces militaires. Cela se traduit par des fonctionnements en silos freinant la collaboration et par une capacité amoindrie à structurer l'innovation de défense au sein des programmes dans une approche systémique. Cette étanchéité s'applique également au sein même du ministère des Armées, entre les différentes unités de management de la DGA et entre les trois armées, et freine ainsi la coopération autant en interne qu'avec les potentiels partenaires extérieurs.

Enfin, les acteurs innovants issus du monde civil se heurtent à un manque d'informations lorsqu'ils envisagent de pénétrer le monde de la défense

pour développer des technologies duales. Ce phénomène est d'abord imputable aux enjeux de confidentialité inhérents à la chose militaire : les acteurs de la défense sont réticents à partager avec le reste de l'écosystème d'innovation certaines informations et données sensibles, susceptibles d'être employées et valorisées par un tiers et pouvant nuire à la sécurité nationale. À l'export, ces biens à double usage sont contrôlés, ce qui différencie l'accès au marché civil, et donc à leur compétitivité. Les grands industriels de défense peuvent également se montrer hésitants à partager des informations avec des acteurs qui pourraient venir concurrencer leur position de facto de monopole sur les opérations d'armement.

C. Une nécessaire optimisation de l'organisation de la prospective

Par ailleurs, l'organisation publique de la prospective de défense constitue, au moins indirectement, un frein à la collaboration avec les acteurs du monde civil, ne serait-ce que parce qu'elle ne permet pas suffisamment le partage des informations et d'une vision claire des besoins des armées qu'ils pourraient contribuer à pallier. Le contexte technologique, en constante évolution, impose aux armées de se projeter à long-terme sur les domaines à investiguer pour disposer demain des capacités nécessaires en opérations. Il s'agit d'anticiper des domaines technologiques prioritaires avec des TRL⁶⁷ parfois très bas mais qui pourront délivrer à horizon 30 ans ou plus des capacités majeures pour surpasser un adversaire. Plusieurs initiatives existent en termes d'anticipation au sein du ministère des Armées :

- le Document de référence d'orientation de l'innovation de défense (DrOID) est un document pivot pour les industriels de défense en ce qu'il permet de signaler un « état de l'art » de la réflexion et des orientations stratégiques du ministère des Armées en matière d'innovation

⁶⁷ Le référentiel TRL (Technology Readiness Level) évalue sur une échelle de 1 (peu mature) à 9 (très mature) le niveau de maturité technologique d'un produit. Cette échelle a d'abord été développée par la NASA dans les années 1970 et est aujourd'hui largement utilisée par des agences ou programmes publics au sein desquelles l'innovation occupe une place centrale (Département de la défense américain, European Space Agency, programme Horizon de l'UE).

et fait écho aux besoins opérationnels des forces armées. Il est mis à jour annuellement conjointement par l'AID et la DGA et s'avère clé pour orienter la recherche et développement à court terme de la BITD et conditionner les commandes publiques militaires ultérieures. Le DrOID 2022 met ainsi l'accent sur les besoins de coopération et d'hybridité (interopérabilité des forces armées européennes), les besoins en matière de lutte anti-drones (LAD), ou encore d'hypervélocité⁶⁸ ;

- la RedTeam, animée par l'AID depuis 2019, est une initiative chargée d'anticiper la nature des conflits à très long terme (horizon 2060). Elle associe la société civile, en mobilisant des auteurs de science-fiction, des experts scientifiques et militaires. Elle a fait l'objet d'un marché public de 2 millions d'euros remporté par l'Université Paris Sciences Lettres (PSL). L'initiative a notamment donné lieu à un livre d'anticipation baptisé *Ces guerres qui nous attendent – 2030-2060*, qui développe quatre scénarios différents. Le scénario n° 1 porte sur les conséquences du risque climatique, le scénario n° 2 fait état des conséquences du « transhumanisme » sur les capacités militaires, le scénario n° 3 anticipe les contours de la « guerre cognitive » dans un contexte de risque de désinformation et manipulation de l'information à grande échelle et le scénario n° 4 soulève le risque d'emploi des armes hypervéloces⁶⁹ ;
- un comité de pilotage d'innovation de défense (« COPIL ID ») a également été institutionnalisé. Il a vocation à orienter l'activité de l'AID et à proposer les objectifs ministériels de l'innovation de défense. Il réunit notamment l'EMA, la DGA, la DGNM, la DGRIS, le SGA, les armées et l'AID.

Néanmoins, le travail de projection reste aujourd'hui limité, en particulier la prospective à long-terme, au-delà de 20 ans. Les orientations du DrOID sont faites sur un horizon de temps restreint. Elles se limitent à une projection d'allocation des ressources en matière d'innovation à horizon 6 ans dans le cadre des travaux d'ajustement annuels de la programmation

⁶⁸ Document de référence de l'orientation de l'innovation de défense, ministère des Armées, 2022.

⁶⁹ *Ces guerres qui nous attendent – 2030-2060*, RedTeam, Equateurs-PSL, 2022.

militaire. La prospective à long-terme est pourtant cruciale pour éviter la surprise technologique : plusieurs États ont d'ailleurs décidé de se doter de structures dédiées, sous la forme d'agences opérationnelles conduisant directement des programmes d'innovation de rupture, ou d'administrations moins opérationnelles et davantage spécialisées dans la stricte réflexion stratégique.

Vu d'ailleurs : les structures de prospective à long terme

Aux États-Unis, après le choc suscité par le lancement du satellite soviétique Spoutnik en 1957, le Président Eisenhower crée l'Advanced Research Projects Agency, ou ARPA (auquel est ensuite ajouté un « D » pour « Defense ») afin d'éviter la répétition d'une surprise technologique de cette ampleur. Portant la vision technologique à 20 ans, l'agence est à l'origine dotée d'un budget de 500 millions de dollars, contre 3,5 milliards aujourd'hui. D'après une étude du Bureau de recherche économique américain NBER⁷⁰, son succès a largement reposé sur sa flexibilité organisationnelle, caractérisée par un pilotage hiérarchique étroit, la mise en place d'équipes opérant en mode projet, et orientées vers une mission clairement circonscrite (*mission-oriented programs*) et une forte tolérance à l'échec⁷¹. Comme le montre l'économiste américaine Mariana Mazzucato dans *L'État Entrepreneur*⁷², dans l'après-guerre,

la plupart des innovations de rupture, telles que l'Internet, le GPS ou l'ancêtre de l'ordinateur personnel, étaient issues des programmes du Pentagone et du renseignement, dont la DARPA était l'un des piliers. De nombreuses agences semblables à la DARPA se multiplient dans le monde, témoignant du besoin de réflexion prospective des gouvernements devant des technologies de rupture de plus en plus perturbatrices. Ainsi, le Japon dispose de sa Moonshot R&D Agency et l'Allemagne a créé deux agences, l'une civile (la Sprin-D) et l'autre militaire, spécialisée dans la cybersécurité⁷³. Le Royaume-Uni, quant à lui, s'est récemment doté de l'*Advanced Research Innovation Agency* (ARIA), avec un budget de 800 millions de livres, sous l'impulsion de Dominic Cummings, conseiller de l'ancien Premier ministre Boris Johnson. Cette agence est structurée pour « consolider la position du Royaume-Uni en tant que superpuissance scientifique »⁷⁴.

Il est cependant à souligner que ces agences, créées pour la recherche à haut risque et à haut rendement, se heurtent parfois à des freins bureaucratiques. Afin de contourner les difficultés inhérentes à la structuration d'agences créées par l'État, des initiatives d'intérêt général émanent de la société civile pour accompagner de manière plus agile des projets potentiellement porteurs de changements technologiques transformateurs. L'association Wellcome Leap, co-dirigée par l'ancienne directrice de la DARPA, construit à ce titre des programmes non-conventionnels de financement de R&D pour faire émerger des solutions scientifiques et technologiques révolutionnaires à horizon 5-10 ans dans le domaine de la santé. Désireux d'encourager de nouveaux développements technologiques pour créer des percées,

⁷⁰ Le NBER (*National Bureau of Economic Research*) est un organisme privé américain à but non lucratif réalisant des prévisions et études économiques dans un périmètre large de secteurs. L'influence du NBER est importante dans la vie politique américaine, de nombreux de ses anciens membres ayant par exemple occupé des fonctions au sein du *Council of Economic Advisors*, qui est une agence de conseil économique placée auprès du Président des États-Unis.

⁷¹ Azoulay, P. et al., *Funding Breakthrough Research: Promises and Challenges of the "ARPA Model"*, WP 24674, June 2018.

⁷² Mariana Mazzucato, *L'État entrepreneur : Pour en finir avec l'opposition public-privé*, Fayard, 2020.

⁷³ *The Economist*, *A growing number of government hope to clone America's DARPA*, June 3rd, 2021

⁷⁴ *Advanced Research and Innovation Agency (ARIA): policy statement. Department for Business, Energy & Industrial Strategy, Government of the UK. 2021.*

Peter Diamandis a créé la fondation XPRIZE, qui met en place des concours avec des prix fixés à plusieurs millions de dollars afin de soutenir les projets innovants de demain. Ces initiatives se structurent également à l'échelle européenne, avec la création de la *Joint European Disruptive Initiative* (JEDI) par un collectif de la société civile qui vise à percer des nœuds technologiques majeurs, fort d'une équipe de 4 600 acteurs du monde universitaire, de l'industrie et de l'écosystème entrepreneurial.

Par ailleurs, aux États-Unis, dans le prolongement de la DARPA, un *Office of Net Assessment* (ONA) est mis en place en 1973 par le Président Nixon. Il s'agit d'une administration placée au sein du ministère de la Défense américain en charge de la prospective stratégique à long-terme, au-delà de 20 ans, et de l'innovation de défense, avec pour fonction de penser de manière non conventionnelle (« *out of the box* ») en mobilisant une méthodologie pluridisciplinaire. Elle a traité de sujets aussi divers que la prolifération nucléaire, la guerre anti-sous-marine, les besoins énergétiques du futur ou encore l'optimisation des performances humaines. Cette approche a été copiée ailleurs. La Nouvelle-Zélande a mis en place un *National Assessment Bureau*, rattaché au Premier ministre et chargé de conduire des analyses indépendantes sur des sujets de sécurité. L'Australie dispose de son *Office of Net Assessment* depuis 1977. Le Royaume-Uni s'est également inspiré de cette démarche dans le cadre des travaux prospectifs associés à son *Strategic Defence and Security Review* (SDSR), sans pour autant avoir constitué de structure dédiée⁷⁵.

Une vision à long-terme des technologies dont souhaitent se munir les forces armées permettrait plus aisément aux entreprises innovantes de mobiliser leurs ressources (financières ou humaines) pour développer des produits aux débouchés militaires potentiels.

2.3. DES FINANCEMENTS PARFOIS INADAPTÉS À UNE INDUSTRIE QUI PRÉSENTE DE NOMBREUSES CONTRAINTES

A. Un financement de l'innovation de défense présentant d'importantes failles de marché

L'innovation s'inscrit dans un processus long, coûteux et aux rendements incertains, ce qui tend à décourager les financements privés. En particulier, les technologies dites « critiques » ou « de rupture », qui se situent au niveau de ce que les économistes appellent la « frontière technologique » (en d'autres termes, celles qui se tiennent à un instant donné à la limite de la connaissance accumulée sur une matière) font face à deux types de barrières à l'entrée⁷⁶ :

- l'intensité capitalistique élevée des projets. Celle-ci intervient à deux moments cruciaux du projet. Au moment de la recherche, d'abord, car elle s'effectue en environnement incertain et avec un niveau d'information asymétrique quant aux résultats possibles entre les innovateurs et les financeurs, ce qui allonge la durée des projets, et donc leur coût. Au moment de l'industrialisation du projet (passage à l'échelle), ensuite, car il implique des coûts d'équipement supplémentaires (outil de production). C'est d'autant plus le cas s'agissant des projets d'intérêt pour la défense, qui, contrairement aux projets de nature numérique dont le coût marginal tend vers zéro, ont également souvent une nature tangible (conception d'un tank, d'un nouvel avion de chasse tel que le projet SCAF) et nécessitent la mise en place d'unités de production en série et donc d'équipements lourds (usines, machines) qui impliquent

⁷⁵ Boutherin, G., *L'Office of Net Assessment : plongée au cœur du think tank du Pentagone*, Politique Étrangère 2017/1 (Printemps).

⁷⁶ *Una estrategia nacional de deep tech para España*, Fayçal Hafied, Real Instituto Elcano, 2022.

des investissements importants, dont l'amortissement est limité par les volumes produits. En outre, en Europe, le droit de la concurrence de l'UE est extrêmement strict quant aux aides d'États, et n'autorise qu'exceptionnellement des subventions à la production industrielle ;

- l'incertitude sur les rendements futurs des projets. L'innovation n'est pas un processus linéaire et procède d'itérations, d'échecs intermédiaires, d'apprentissages et de nouvelles tentatives. Ce tâtonnement permanent est générateur d'incertitudes, avec un taux d'échec final des projets de recherche élevé. Un récent rapport du Congrès américain donne une idée du taux d'échec des projets d'innovation de défense : parmi les 109 projets innovants examinés par la Defense Innovation Unit (DIU) du Pentagone entre juin 2016 et mars 2019, seuls 43 ont été traités par l'unité et 10 ont été convertis avec succès en contrats du DoD⁷⁷. En outre, les technologies de rupture peuvent constituer une percée telle qu'il n'existe par définition pas encore de marché pour les accueillir, ce qui augmente l'incertitude. Les coûts d'adoption d'une technologie peuvent être élevés pour ses destinataires, indépendamment de l'intérêt intrinsèque de la percée scientifique du projet.

La combinaison de ces deux barrières à l'entrée produit ainsi un effet désincitatif important en générant des « failles de marché » (*market failures*). Cela justifie sur le plan théorique la mobilisation de mécanismes correcteurs du marché comme l'intervention publique et ses différents vecteurs (subventions et aides publiques, incitations fiscales, financement public de la recherche, etc.) ou l'intervention d'investisseurs spécialisés, les capitaux-risqueurs (*business angels*, sociétés de capital-risque, fonds de corporate venture)⁷⁸.

⁷⁷ *Special Report: Failure is an option for DoD's experimental agency, but how much?*, Federal Network News, 2019.

⁷⁸ *Capital-risque et financement de l'innovation*, Fayçal Hafied, DeBoeck Supérieur, 2019.

B. Des enjeux de souveraineté de nature à contraindre le financement de l'innovation

Des sources de financement limitées

Les entreprises innovantes qui développent des technologies présentant des cas d'usage militaires sont contraintes dans leurs possibilités de financement par les enjeux de souveraineté. En effet, si ces technologies sont identifiées par le ministère des Armées comme représentant un intérêt stratégique pour la France, leur potentiel à l'export seront contrôlé et la possibilité pour l'entreprise de faire appel à des investisseurs étrangers pour se financer sera limitée. Or, si l'AID et les fonds joints entre la DGA et Bpifrance permettent de soutenir le développement de *startups* duales proposant des innovations stratégiques pour la défense française, ces dispositifs de financement restent trop peu nombreux et trop peu dotés pour pleinement couvrir et soutenir l'éclosion de projets innovants souverains.

Les freins à une collaboration efficiente au niveau européen

Les enjeux de souveraineté apparaissent également au niveau européen. Si la coopération européenne en matière d'innovation et de projets industriels, apparaît de plus en plus incontournable pour le secteur de la défense, notamment à des fins de soutenabilité économique, plusieurs facteurs dimensionnent la stratégie de coopération des États. L'achat de systèmes de défense à un tiers est tout d'abord une décision politique, qui s'inscrit dans une logique partenariale. De ce fait, les choix d'approvisionnement ne répondent pas seulement à une logique économique et opérationnelle.

En outre, le financement de programmes communs implique une convergence sur les capacités obtenues *via* ces programmes, et donc sur leur doctrine d'emploi, qui elle-même découle d'une politique de défense.

Ainsi, les besoins capacitaires ne seront pas les mêmes entre un État souhaitant disposer d'une capacité de projection de forces et un autre qui privilégiera la défense de son territoire.

La technologie et sa maîtrise soulèvent donc des enjeux de politique de défense et d'inscription dans une stratégie nationale plus large, incluant des choix de politique étrangère, des partenariats prioritaires et parfois des alliances. Le marché de la défense est sujet à une forte concurrence entre acteurs et États déjà établis (États-Unis, France, Russie, etc.) et acteurs moins traditionnels mais désormais technologiquement crédibles (Chine, Corée du Sud, Israël, Turquie, etc.), à l'heure où l'obtention de marchés à l'exportation est indispensable à la pérennité des BITD nationales. Les efforts de R&D portés sur les technologies qui façonneront l'innovation de demain, et donc les équipements d'après-demain, constituent la plus-value des systèmes d'armes qui seront exportés. Ils accordent parfois un avantage concurrentiel à l'intégration de l'innovation dans des systèmes d'armement, mais souvent ce sont des équipements dont la performance et la robustesse ont été démontrées par l'usage qui fonctionnent le mieux à l'export – l'innovation peut alors porter sur de l'optimisation de ces systèmes aux besoins spécifiques exprimés. Il reste que coopération européenne dans la recherche scientifique et technologique se heurte à la compétition que se livrent les entreprises pour s'imposer sur le marché mondial de la défense.

Si la France partage ses valeurs et des intérêts avec ses partenaires de l'Union européenne, cette communauté ne doit pas faire oublier la persistance de la compétition entre acteurs économiques nationaux. Ainsi, des États européens ont pu faire le choix d'acquérir l'avion F-35 américain plutôt que de privilégier une alternative européenne (Rafale, Eurofighter, Grippen), réaffirmant ainsi leur coopération avec l'allié américain mais acceptant le risque associé de dépendance technologique, alors que les Américains resteront maîtres des technologies clés du système d'armes. Dès lors, une coopération dans la R&D pourrait aboutir à des innovations similaires, mais qui seraient finalement intégrées dans des

systèmes d'armes différents, qui se feraient alors concurrence. Les difficultés à parvenir à un accord sur le programme SCAF entre Dassault et Airbus témoignent de ces enjeux de souveraineté et de leur impact – ne serait-ce qu'en termes de délais, avec un SCAF qui ne verrait désormais pas le jour avant 2040 – sur le déploiement des capacités dont les forces ont besoin.

C'est ainsi que certaines collaborations au niveau de l'UE appliquent le principe du retour géographique, souvent au détriment de l'optique d'efficacité. Par exemple, alors que les obligations d'inclusivité du FED encouragent la coopération technique et capacitaire entre États membres, notamment en orientant les aides vers des projets résultant d'un consortium d'entités juridiques établies dans au moins trois d'entre eux, certains acteurs sont davantage concernés par les répercussions nationales des projets. Chaque partie prenante au programme commun tâche en effet d'assurer le maximum de retombées économiques pour son pays, en favorisant ses propres acteurs nationaux, quand bien même ceux-ci ne seraient pas les mieux placés à l'échelle européenne. De ce fait, la dispersion des budgets alloués dans le cadre d'un programme tend à préserver une acceptabilité politique plus qu'une recherche d'efficacité et une maximisation des compétences et savoir-faire des acteurs concernés. Alors que l'innovation implique souvent une concentration des moyens au profit des acteurs les plus prometteurs, l'allocation au niveau européen des fonds tend donc à préserver les intérêts des BITD respectives des États contributeurs, créant ainsi une dynamique de saupoudrage.

C. Une certaine frilosité des acteurs financiers à financer des projets d'intérêt défense

Des règles de conformité qui contraignent les financements bancaires

Les failles de marché ne sont pas l'unique obstacle au financement bancaire de l'innovation de défense. Le durcissement de l'environnement juridique pour les entreprises constitue une autre contrainte importante. En effet, la promulgation de la loi dite « Sapin 2 » du 9 décembre 2016⁷⁹ relative à la transparence, à la lutte contre la corruption et à la modernisation de la vie économique a mis en place le cadre juridique de référence dans la lutte contre la corruption. Son article 17 impose notamment aux entreprises réalisant un chiffre d'affaires (ou un chiffre d'affaires consolidé) de plus 100 millions d'euros de prendre des mesures préventives de corruption ou de trafic d'influence. Cette disposition s'applique aux banques et s'est traduite par la mise en place de règles de conformité qui contraignent les financements bancaires vers les grands groupes de défense et touchent indirectement l'ensemble des PME et ETI sous-traitantes⁸⁰. Ces banques vérifient par ailleurs plus strictement la conformité des projets aux conventions internationales dont la France est signataire sur les armements sensibles ou controversés (mines anti-personnel, bombes à sous-munitions).

Une note du GICAT⁸¹ rendue publique dans la presse à l'automne 2020 alerte sur l'amenuisement des financements bancaires à destination des industries de défense du fait de la montée en puissance de ces règles de conformité, à trois niveaux :

- tout d'abord, ces règles font craindre aux investisseurs que les entreprises qu'ils soutiennent ne tombent dans le périmètre des lois d'extraterritorialité. Ces règles permettent aux juridictions d'un État de poursuivre des agents économiques étrangers pour la conduite d'activités non réalisées sur leur territoire. Elles permettent souvent de punir des entreprises pour violation des embargos financiers (lois Helms-Burton et d'Amato-Kennedy fixant le cadre des sanctions dans la violation de l'embargo américain sur Cuba), et portent également souvent sur la lutte anti-corruption internationale ou même sur la fiscalité (traités FACTA sur la fiscalité personnelle applicables aux citoyens américains non-résidents), la concurrence ou même les règles de comptabilité (loi Sarbanes-Oxley de 2002)⁸². S'agissant de l'industrie de défense, les banques tiennent compte de ces lois (principalement d'émanation américaine) dans leur politique d'octroi de financements aux grandes entreprises, particulièrement exposées au risque de violation des embargos et sanctions internationales à l'endroit d'un pays ou de la lutte anti-corruption. Or, le périmètre des pays concernés par les embargos est désormais large (Soudan, Cuba, Iran, Libye, Russie)⁸³ et la complexité accrue des échanges internationaux (mondialisation, établissement de filiales étrangères des entreprises) a augmenté le risque de tomber sous le coup de ces lois et génère *ex-ante* une frilosité plus prononcée des banques. Ce risque est d'autant plus prégnant dans le secteur de la défense que selon une étude du GICAT, la France était en 2018 le 3^e exportateur mondial d'armes et les entreprises de la BITD nationales réalisent 50 % de leur chiffre d'affaires à l'export⁸⁴;
- ensuite, le contexte géopolitique incertain entraîne l'affaiblissement de la garantie tacite des licences d'exportation. Lorsqu'elles sollicitent un financement bancaire, les entreprises de la BITD fournissent en particulier aux banques leurs licences d'exportation, dont l'État a le monopole

⁷⁹ Loi n° 2016-1691 du 9 décembre 2016 relative à la transparence, à la lutte contre la corruption et à la modernisation de la vie économique.

⁸⁰ Assemblée nationale, Françoise Ballet-Blu, Jean-Louis Thiériot, Mission « Flash » sur le financement de l'innovation de défense, 17 février 2021.

⁸¹ Armement : la bombe incendiaire de la filière défense (GICAT) contre les banques françaises, *La Tribune*, 2020.

⁸² *Rapport d'information sur l'extraterritorialité américaine*, Pierre Lellouche et Karine Berger, Assemblée nationale, 2016.

⁸³ *Extraterritorial sanctions on trade and investments and European responses*, European Parliament, 2020.

⁸⁴ *Sectors of intervention: Defence*, GICAT.

d'octroi. Le code de la défense donne en effet autorité à l'État pour « la fabrication, le commerce et l'activité d'intermédiation » du matériel de guerre (article L. 2332-1) et précise qu'aucun matériel ne peut être livré sans son approbation préalable (article L. 2335-2). Cet accord, formellement instruit par la Commission interministérielle pour l'étude des exportations de matériels de guerre (CIEEMG) a longtemps été considéré comme fortement sécurisant d'un point de vue juridique pour l'octroi des crédits bancaires. Cette « assurance tacite » apparaît désormais moins cruciale avec la montée en puissance de la conformité. D'autant plus que dans un environnement géopolitique plus tendu, les banques craignent de voir un État visé par des sanctions après avoir octroyé des crédits à une entreprise exportant vers celui-ci. Les sanctions internationales qui ont faite suite à l'invasion russe de l'Ukraine rappellent que ce cas est possible. L'autre raison est la montée en puissance du droit pénal international depuis la mise en place de la Cour Pénale Internationale (CPI) en 2002. Ainsi, des plaintes ont pu être déposées devant la CPI à l'encontre de plusieurs grands groupes industriels de défense bien que ceux-ci disposaient des licences d'exportation requises vers des zones de conflits armés suspectées de crimes de guerre (Yémen)⁸⁵ ou auprès de gouvernements controversés suspectés d'utiliser ce matériel à des fins de répression politique (Égypte, Lybie)⁸⁶ ;

- enfin, les banques sont influencées par une plus grande pression de l'opinion publique⁸⁷ et craignent pour leur image. Des organisations non-gouvernementales comme Banktrack pratiquent ainsi le « *name and shame* » (pratique consistant à divulguer publiquement le nom d'un établissement) en sourçant les financements bancaires octroyés à des industriels de défense, notamment les armements de type BASM⁸⁸. L'image des industries de défense a ainsi pu ressortir négativement ces dernières années, bien que la guerre en Ukraine semble déjà œuvrer

⁸⁵ ICC must investigate arms company executives linked to Yemen war crime allegations, Amnesty International, 2019.

⁸⁶ How French arms were used to crush dissent, Amnesty International, 2018.

⁸⁷ Assemblée Nationale, *Ibid*, 17 février 2021.

⁸⁸ High-risk arms trade and the financial sector, Banktrack, 2022.

pour un changement vers une opinion plus favorable du secteur de la part des investisseurs comme de la société civile et rappelle la nécessité d'une BITD forte afin de disposer des moyens d'assurer la souveraineté et la protection de la nation.

Ce renforcement des exigences de conformité a des conséquences asymétriques selon la taille des entreprises de la BITD. Les grands groupes disposent de départements juridiques compétents à même de dialoguer et répondre aux exigences de leurs interlocuteurs des départements conformité des groupes bancaires. C'est moins le cas des PME et ETI qui peuvent se retrouver démunis devant ces exigences administratives, avec deux conséquences : soit l'incapacité technique à satisfaire les exigences de conformité, soit l'auto-censure *ex-ante* et le renoncement à solliciter un prêt devant la charge administrative représentée par la conformité.

Des critères ESG et des « stratégies d'exclusion »
qui pénalisent l'investissement de défense

Au-delà du risque de tarissement des financements bancaires sous l'influence du durcissement des règles de conformité, on observe une montée en puissance des critères environnementaux, sociétaux et de gouvernance (ESG), vivement ressenti par la BITDE lors des discussions sur une taxonomie européenne⁸⁹ et dont l'impact est également important sur le financement de l'industrie de défense. Il faut distinguer deux niveaux d'investisseurs : les investisseurs institutionnels (assureurs, grandes banques, fonds de pensions, fonds souverains) qui collectent des encours massifs d'épargne et la déploient ; et les gestionnaires en charge de placer ces montants dans des entreprises cotées (sociétés de gestion d'actifs) ou privées (sociétés de capital investissement ou *private equity*, dont les sociétés de capital-risque). Les seconds (gestionnaires)

⁸⁹ RÈGLEMENT (UE) 2020/852 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 18 juin 2020 sur l'établissement d'un cadre visant à favoriser les investissements durables et modifiant le règlement (UE) 2019/2088.

gèrent au nom des premiers (investisseurs institutionnels) l'épargne dans le cadre d'un mandat de gestion pour un horizon de temps limité et partagent avec eux les rendements ou produits de cession des investissements.

L'introduction des critères ESG a mis en place un écosystème d'acteurs nouveaux, comme les agences de notation des critères extra-financiers ou de signaux nouveaux, tels que les labels permettant de certifier le caractère ESG des investissements. L'introduction de ces critères modifie l'allocation de l'épargne car ils répondent à une exigence de plus en plus prégnante des investisseurs et épargnants. Ainsi, d'après le rapport Natixis intitulé *Investissements ESG : un mouvement de fonds*⁹⁰, les sélectionneurs de fonds qui gèrent des plateformes d'investissement au sein des banques privées et les courtiers font état de ce que le nombre de fonds qui intègrent les critères ESG est passé de 65 % à 77 % au niveau mondial en 2021 au cours des trois années précédentes, ce qui témoigne de l'importance prise par ces critères dans les mécanismes d'allocation de l'épargne.

Ces critères conduisent à la mise en place de règles d'investissement rationnant potentiellement les investissements vers les entreprises de la BITD. Les gestionnaires d'épargne peuvent appliquer plusieurs stratégies d'investissement en référence à ces critères, dont la plus extrême, appelée stratégie « d'exclusion », implique l'interdiction d'investir dans un secteur entier. Cette stratégie est certes la plus rigide mais elle est la mieux comprise par les épargnants et certains acteurs n'ont pas hésité à l'appliquer à l'endroit du secteur de la défense. Ainsi, l'équivalent luxembourgeois du label ISR⁹¹, le label LuxFlag exclut explicitement de sa politique d'investissement : « *les mines antipersonnel, armes à sous-munitions, armes*

chimiques et biologiques, phosphore blanc, armes à uranium appauvri et armes nucléaires » ainsi que « *toutes les entreprises impliquées dans la production, la vente et la distribution* »⁹². De même, le premier fonds de pension norvégien KLP (qui gère un encours de près de 80 milliards d'euros) a exclu de ses investissements en 2021 14 entreprises du secteur de défense dont Thales et Dassault pour des motifs éthiques⁹³. Ce mouvement vers les stratégies d'exclusion concerne également les indices boursiers, à l'image du projet d'interdiction à la cotation sur le DAX (principal indice boursier allemand et équivalent outre-Rhin du CAC 40) des entreprises du secteur de la défense⁹⁴.

Ainsi, les stratégies d'exclusion, qui sont les stratégies de gestion les plus sévères, semblent être souvent l'option retenue par les gestionnaires lorsqu'ils s'agit d'investissements dans le secteur de la défense. Cela est préjudiciable au financement de celui-ci.

D. Des financements publics de l'innovation de défense trop centrés sur la subvention, en particulier au stade de l'amorçage

Les aides publiques à l'innovation de défense octroyées par l'État ont tendance à être orientées vers les phases de développement précoces des projets (*early stage*).

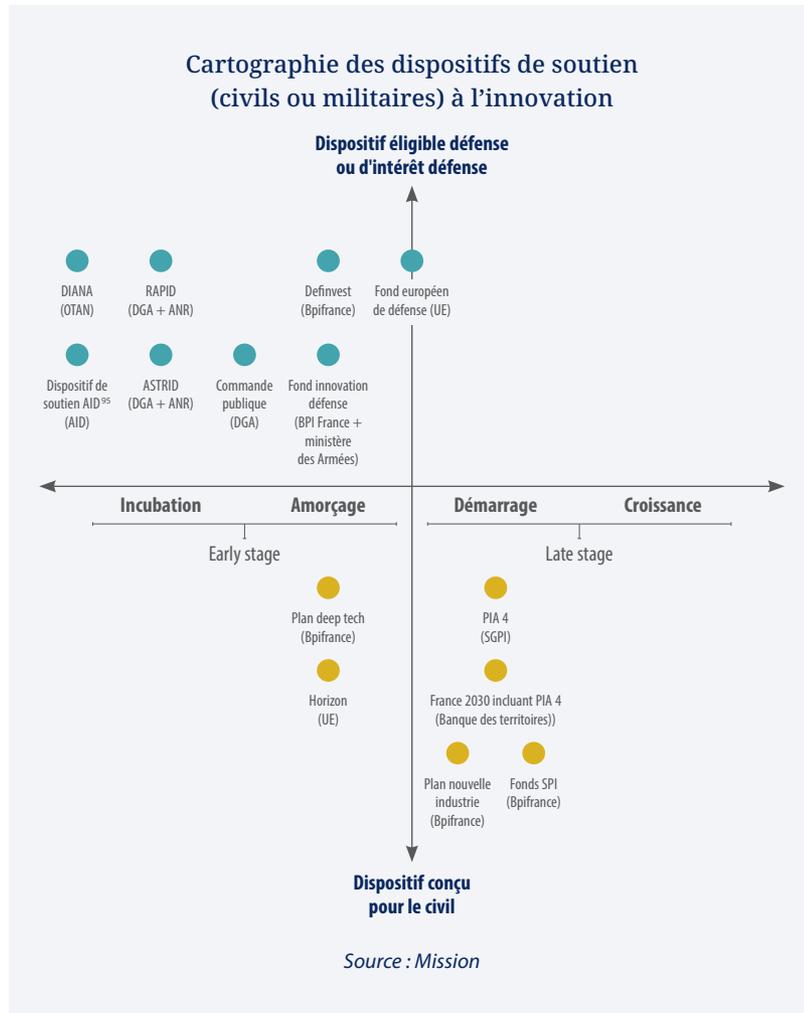
⁹⁰ *Investissements ESG : un mouvement de fonds, Enquête ESG 2021 auprès des investisseurs, Natixis, 2021.*

⁹¹ *Le label ISR (Investissement socialement responsable) est attribué à des fonds d'investissement dont la performance est meilleure que leur indice de référence ou leur univers d'investissement sur au moins deux des quatre critères ESG (environnement, social, gouvernance, respect des droits humains).*

⁹² *LuxFLAG ESG Label – Exclusion Policy.*

⁹³ *Decision to exclude companies that produce controversial weapons, KLP, 2021*

⁹⁴ *Assemblée Nationale, Ibid, 17 février 2021.*



Comme le démontre la présente étude, la subvention demeure l'instrument privilégié par l'État, au détriment de la commande publique, notamment dans les phases d'amorçage. À titre d'exemple, le français Unseenlabs et l'américain HawKeye 360, qui opèrent la même technologie et qui ont été créés en même temps, ont connu une trajectoire de croissance très différente. L'opérateur américain a en effet bénéficié très tôt de commandes publiques massives du Pentagone, ce qui lui a permis de conforter les investisseurs externes et de produire un effet de levier sur ces financements, pour lever à date 304,3 millions de dollars (décembre 2022) auprès de fonds de capital-risque prestigieux (Insight Partners, Raytheon). Dans l'intervalle, son rival français, qui n'a pas bénéficié du même soutien du ministère des Armées sous forme de commande publique, ne levait que 27,5 millions d'euros⁹⁶. Ces moyens financiers permettront à HawKeye 360 d'investir dans la montée en gamme technologique du projet et, à terme, de dépasser Unseenlabs. En France, les commandes publiques profitent encore largement aux grandes groupes et grandes ETI de la BITD et insuffisamment aux *startups* prometteuses, pourtant plus agiles et parfois plus innovantes du fait précisément de cette agilité.

UnseenLabs, une *success story* à la française

Grâce à sa constellation de satellites propriétaires, UnseenLabs intercepte des données électromagnétiques passives depuis l'espace, permettant ainsi l'identification infalsifiable des émetteurs. Cette entreprise technologique, aujourd'hui leader européen du traitement de signal radiofréquence, a révolutionné l'identification des navires sur l'ensemble du globe et compte décliner ses technologies à l'échelle aérienne et terrestre pour poursuivre sa course vers l'espace.

⁹⁵ *Projet d'accélération innovation, projets de recherche, projets de technologie de défense, projets d'innovation participative.*

⁹⁶ *Crunchbase, décembre 2022.*

Génèse, technologies et applications

Les produits d'UnseenLabs sont des listes d'émetteurs RF embarqués détectés qui contiennent des coordonnées de géolocalisation et une signature électromagnétique unique permettant une identification infalsifiable de l'émetteur. Unseenlabs est ainsi capable de géolocaliser depuis l'espace n'importe quel navire en mer, en temps quasi-réel et au kilomètre près.

La technologie satellitaire permet ce niveau de précision. Le premier satellite d'UnseenLabs, nommé BRO-1 (Breizh Recon Orbiter 1) a été lancé par Rocket Lab sur son orbite nonale circulaire en 2009. UnseenLabs a mis en mai 2022 son septième satellite en orbite, après le lancement réussi des satellites de détection des signaux radiofréquence BRO-5 et BRO-7. Ces satellites livrent chaque jour de la donnée qu'UnseenLabs transfère à ses clients pour la surveillance maritime : chaque mise en orbite améliore les performances d'UnseenLabs. La *startup* prévoyait que sa constellation atteigne la pleine échelle fin 2022 : l'entière du globe serait alors couverte, avec un temps de revisite optimal d'une demi-heure.

Les principaux clients d'UnseenLabs, de nationalités diverses, sont les responsables de l'action de l'État en mer qui souhaitent contrôler la pêche, les zones réglementées, le narcotrafic, ainsi que certaines ONG et acteurs privés comme les compagnies d'assurances et les industriels du gaz, de l'éolien et de l'hydraulien en mer.

Financement et passage à l'échelle

UnseenLabs a trouvé des investisseurs en phase d'amorçage, malgré un TRL très bas :

- en 2018, une première levée de fonds de 7,5 M€ fait entrer au capital Definvest – le fonds géré par la DGA et Bpifrance –, la société Nexeya et le fonds régional breton Breizh Up géré par Sofimal Innovation ;
- en 2020, une seconde levée de fonds de 20M€ en série B est actée. Ce nouveau tour de table réunit des investisseurs tels que 360 Capital, Omnes Capital et Blue Oceans Partners.

Aujourd'hui, une nouvelle levée de fonds pourrait permettre à UnseenLabs de se développer sur les marchés terrestres et aériens et de concurrencer son compétiteur américain HawkEye360, dont les projets se diversifient et s'étendent grâce à son portage spectaculaire par le DOD. Un tel passage à l'échelle pérenniserait le positionnement d'UnseenLabs, aujourd'hui assuré par ses ventes à l'export et les barrières à l'entrée qui protègent et différencient sa technologie.

Alors que certains fonds et entreprises étrangères courtisent la *startup*, UnseenLabs, soutenue par l'état-major de la Marine nationale, souhaite conserver un capital français et rester au plus proche des besoins de nos forces armées. Malgré la volonté de la DGA de protéger les pépites technologiques contre les appétits des acquéreurs étrangers, la frilosité des banques et des fonds français à financer et à investir dans les *startups* aux technologies matures pourrait devenir un obstacle à la course vers l'espace d'UnseenLabs.

Source : Auditions

3 Nos recommandations

Recommandation n° 1

Développer une feuille de route de long terme (horizon 25-30 ans) de l'innovation de défense, ajustée régulièrement à partir de concertations avec les acteurs concernés et d'évaluations des projets soutenus. Le contexte mondial actuel redonne toutes ses lettres de noblesse à un exercice prospectif axé innovation.

La France doit renouer avec la pratique d'exercice prospectif à long terme (25-30 ans) pour redonner un cap clair à l'ensemble des acteurs de l'innovation de défense sur les thématiques prioritaires à instruire. Le ministère des Armées doit être en charge du pilotage de la prospection. L'innovation ne se décrète pas – elle se nourrit d'un environnement favorable. En revanche, elle a besoin de l'éclairage de la prospective de long terme.

La planification de défense telle que définie par la Loi de programmation militaire se situe à horizon 7 ans, avec des travaux d'ajustement annuels, complétés par le Document de référence d'orientation de l'innovation de défense (DrOID) mis à jour tous les ans. Le ministère des Armées dispose certes de plusieurs mécanismes d'anticipation, dont le programme Red Team Défense, depuis 2019, qui a pour objectif d'anticiper la nature des conflits à horizon 2060. Mais ceux-ci portent sur l'environnement stratégique à très long terme pour la France, et non sur les moyens opérationnels. Le travail de projection à un horizon 25-30 ans, correspondant à la durée de vie d'une génération d'équipement, sur les innovations de défense reste aujourd'hui limité. Cela expose la France à un risque de « surprise technologique » qui aboutirait à un déclassement soudain de sa puissance militaire.

Ce déficit contraste avec les structures dédiées à la prospective de long terme qui existent outre-Atlantique. Aux États-Unis, l'exercice prospectif est réalisé à horizon 20 ans par la DARPA et décliné à horizon 1 à 5 ans par la Defense Innovation Unit du Department of Defense. En France, il existait jusque dans les années 2010 un Plan prospectif à horizon 30 ans (PP30), rédigé par les Officiers de cohérence opérationnelle (OCO) de l'état-major des armées et les Architectes des systèmes de forces (ASF) de la DGA. Il permettait à l'ensemble des acteurs amenés à jouer un rôle dans la préparation de l'avenir de la défense de disposer d'une vision claire des orientations stratégiques à long terme. Alors que ce dispositif avait été abandonné à une époque où les forces avaient davantage besoin de se concentrer sur la mise en œuvre des grands programmes (Scorpion, SCAF, PA-NG) issus d'un cycle conséquent de prospective, la récente orientation donnée par le nouveau Délégué de le réintroduire constitue un bon signal.

La prospection à horizon 25-30 ans doit s'accompagner d'une déclinaison en orientations à plus brèves échéances (5-10 ans), pour conserver des marges de manœuvre à moyen terme. Cela doit permettre de sécuriser les investissements dans l'innovation de défense sur le long terme, tout en admettant la réallocation de ressources en fonction des éventuelles réorientations. Pour anticiper ces réorientations, un travail régulier doit être mené mêlant prospection sur l'évolution des menaces et des technologies d'une part, et évaluation des projets soutenus d'autre part. Celui-ci doit être mené à partir de concertations incluant tous les acteurs concernés, y compris les forces armées, le politique, la société civile et la BITD.

Recommandation n° 2

Améliorer l'attractivité du secteur de la défense auprès des talents et des expertises d'innovation, à travers la mise en place d'une « réserve innovation » en partenariat avec les entreprises, d'incitations de recrutement et d'actions de sensibilisation aux enjeux de défense et aux opportunités de carrière.

Dans un contexte de concurrence forte sur les compétences technologiques, la détection, l'emploi et la fidélisation des talents constitue un enjeu clé pour l'écosystème de défense. Le secteur de la défense souffre d'un déficit d'image auprès des acteurs innovants de l'économie française, même si le contexte de la guerre en Ukraine contribue à atténuer ce phénomène en créant des vocations. Pour prévenir la fuite des cerveaux et nourrir les besoins d'innovation de la défense nationale, il est nécessaire d'agir.

Le cœur de l'effort doit porter sur la porosité entre les mondes civil et de la défense, alors que l'innovation est aujourd'hui tirée par le monde civil. Cela implique davantage de flexibilité dans les contrats, afin de permettre aux talents nécessaires à l'innovation de travailler au service de la défense pour un temps, même s'ils n'envisagent pas d'y consacrer l'ensemble de leur carrière. Cette flexibilité serait également utile pour répondre à des besoins ponctuels de compétences techniques en fonction du contexte stratégique.

Plusieurs mécanismes peuvent permettre d'attirer les compétences techniques du civil en fonction des besoins :

- la mise en place d'une « réserve innovation » pour mobiliser sur des temps courts des experts du monde civil souhaitant mettre leurs compétences au service de la supériorité opérationnelle française. Les réflexions actuelles sur un nouveau modèle de réserve, plus large et

plus intégré avec la société civile, sont l'occasion de prendre en compte ce volet innovation et de chiffrer le coût possible de la création d'une « réserve innovation ». Cette réflexion pourrait s'inspirer de l'exemple israélien, dont l'industrie stratégique nationale est notamment soutenue par des experts civils réservistes, ce qui est facilité par le fait que les ingénieurs de l'industrie sont pour la plupart d'anciens militaires. Cette « réserve innovation » doit passer par la conclusion d'accords avec des entreprises volontaires afin de contractualiser des partenariats sur le temps long. Cela doit s'accompagner d'un suivi des besoins de renfort sur les expertises d'innovation, de l'allocation et de l'emploi des réservistes, afin de s'assurer que les compétences soient pleinement utilisées et au bon endroit. Il convient également de s'appuyer sur les alumni du ministère. Ceux-ci constituent un vivier particulièrement pertinent car chaque année de nombreux militaires rejoignent le secteur privé, notamment les industries de défense ;

- la création d'un ensemble d'incitations de recrutement, visant à la fois les salariés et les employeurs, pour bénéficier de l'expertise de talents qui souhaitent ponctuellement s'engager pour la défense française, et favoriser ainsi mobilité et porosité. Le dispositif de convention de soutien à la réserve militaire pourrait être utilisé dans cette voie. La mobilité des militaires doit également être encouragée et facilitée, permettant ainsi de mieux connecter les entreprises du secteur de la défense au monde militaire ;
- des campagnes de sensibilisation aux enjeux souverains de défense et aux perspectives de carrière dans cet écosystème, menées par le ministère des Armées, en ligne, auprès de la communauté universitaire scientifique et technique, et lors de salons consacrés à ces filières. Il pourrait s'appuyer pour cela sur les actions entreprises par l'Alliance for Strategic Skills Addressing Emerging Technologies in Defence (ASSETS+), un consortium européen regroupant 30 entités sur 8 pays (des entreprises, des écoles et centres de formation, diverses organisations, etc.), dont l'objectif est de promouvoir une meilleure perception du secteur de la défense auprès des étudiants et des professionnels, afin de constituer une filière RH pérenne pour l'industrie de défense.

Recommandation n° 3

Optimiser l'impact de l'Agence de l'innovation de défense en renforçant son action au-delà de la phase d'amorçage de projets.

La création de l'AID a permis d'améliorer la porosité entre les acteurs et la lisibilité des dispositifs de soutien à l'innovation. En ce sens, le rôle de l'AID est d'agir comme un facilitateur et un fédérateur de l'écosystème d'innovation de défense en France. Afin d'optimiser l'organisation du soutien à l'innovation de défense, il convient de déterminer comment soutenir les innovateurs sur le plus long terme, en mettant en avant de façon explicite un interlocuteur référent unique sur l'ensemble du cycle de vie de l'innovation, jusqu'à sa parfaite intégration dans les programmes d'armement. L'AID est une structure encore jeune, disposant de peu de moyens et dont le périmètre d'accompagnement est centré sur les phases d'amorçage, laissant les innovateurs en difficulté lors des phases suivantes de développement. C'est lors de ces étapes de passage à l'échelle progressif que le manque de lisibilité de l'écosystème et de son fonctionnement porte davantage préjudice aux acteurs innovants.

L'innovation de défense bénéficie d'un écosystème riche et foisonnant, marqué par la multitude d'acteurs et de dispositifs, aux échelles nationale, européenne et otanienne. Il est néanmoins difficilement lisible et complexe à appréhender pour le secteur privé civil. Cet obstacle est particulièrement marqué pour les petits acteurs disposant de peu de moyens et n'ayant pas une grande connaissance de l'écosystème et des spécificités du monde de la défense. Cette réalité provoque un effet d'éviction naturel de certains de ces petits acteurs, alors que certains développent pourtant des technologies pertinentes pour la défense. Or une relation public/privé fluide est nécessaire pour confronter les idées des innovateurs avec la réalité du terrain des opérationnels, et à l'inverse mieux connaître les innovations du civil pour enrichir l'expression de besoin des utilisateurs finaux.

Dans ce contexte, les fonctions fédératrices de l'AID peuvent gagner en efficacité. Elle doit devenir le véritable point d'information unique disposant d'une vision d'ensemble de l'écosystème, lui permettant d'aiguiller les différentes structures vers les dispositifs de soutien les plus pertinents, français, européens ou otaniens. Loin de se substituer à la multitude des dispositifs existants, ce qui comporterait un risque de goulot d'étranglement, cette entité doit jouer un rôle d'intermédiaire, ne disposant pas d'un quelconque monopole sur les sujets d'innovation de défense en France. La Team France Export, au sein de Business France, est un modèle intéressant : elle joue un rôle d'aiguillage des PME candidates à l'export, allant jusqu'à leur proposer un conseiller dédié pour les orienter vers les meilleures opportunités de marché et les dispositifs d'aide nationaux ou régionaux. Cela implique une augmentation des capacités de l'AID, en termes d'effectifs et de maîtrise des écosystèmes d'innovation français, européen et otanien. Faire évoluer l'AID vers une fonction intermédiaire devra s'accompagner de l'ouverture de sa base de détection à l'ensemble des parties prenantes du ministère, afin qu'ils puissent la consulter et l'alimenter. En particulier, l'AID peut jouer un rôle clef au service des opérationnels en les aidant à développer leurs capacités de veille. Cela peut passer par l'ancrage dans les missions des forces d'une participation régulière à des salons pour se tenir informés des innovations proposées par le monde civil, afin qu'ils puissent identifier suffisamment tôt les développements pouvant répondre à leurs besoins.

Dans le même temps, il est important de renforcer les capacités d'innovation des opérationnels tout au long du cycle d'innovation :

- l'expérimentation, en lien avec les innovateurs, *via* l'organisation de journées d'immersion, de défis d'idées, de tests en conditions réelles. Ainsi en 2017, la Direction du renseignement militaire (DRM), dans une logique d'ouverture, a invité des laboratoires de recherche, des *startups* et des PME à travailler ensemble pour répondre à ses besoins de traitement des données récoltées par capteurs. L'expression transparente et détaillée des usages, des contraintes et des besoins a permis aux participants

au défi de développer des propositions innovantes de réponse en ligne avec une réalité terrain qui leur aurait été inaccessible dans un autre contexte. Ce temps d'échange collectif a permis à la *startup* Earthcube, devenue Preligens, de proposer des solutions innovantes adaptées au besoin, aux enjeux et aux contraintes de la DRM;

- et la concrétisation par la capacité à contractualiser. La capacité à gérer de bout en bout une innovation, jusqu'à sa contractualisation, a été testée avec succès par la Section technique de l'armée de Terre (STAT), encourageant d'autres entités du ministère à solliciter son service exécutant financier pour passer des commandes de manière souple et réactive sur des innovations.

Recommandation n° 4

Assurer un *continuum* État-acteurs de l'innovation afin de garantir une large diffusion de l'innovation. Une culture d'achat plus inclusive des *startups* aux grands groupes est à privilégier pour un passage à l'échelle.

Les processus d'achat dans la défense sont adaptés à des programmes d'armement qui s'inscrivent dans le temps long, avec des sommes engagées très élevées. Les innovateurs sont dépendants de la viabilité des programmes dans laquelle ils s'insèrent. Or la longueur des cycles d'acquisition rend difficile l'intégration de l'innovation rapidement dans les programmes. À cela s'ajoute l'attention particulière portée à l'optimisation des coûts et la réduction du niveau de risque, au détriment de la valorisation des gains potentiels sous-jacents à l'innovation. Par ailleurs, le manque de connaissance des objets technologiques, de leur valeur ajoutée et de leur capacité d'intégration aux systèmes existants du fait d'architectures fermées, contribue à accroître la réticence des acheteurs à prendre le risque de la montée en gamme technologique. Enfin, pour les petites entreprises innovantes, cette rigidité est un frein au passage à

l'échelle de leur technologie. Si le programme est annulé ou entièrement revu, tous les efforts ayant mené à l'innovation peuvent s'avérer avoir été consentis à perte.

Face à ce problème, il convient de repenser les procédures et la culture d'achat, en privilégiant une logique incrémentale, avec des enveloppes dédiées à l'innovation et une exécution budgétaire plus flexible. L'enjeu est de mettre les achats en capacité d'opérer une évaluation des risques au regard des effets recherchés, et de l'intégrer comme critère d'arbitrage complémentaire à l'optimisation des dépenses. La performance du processus d'achat se matérialiserait ainsi par une capacité à trouver un équilibre plus adapté aux projets innovants entre maîtrise des coûts et des délais d'une part, et prise de risque mesurée d'autre part.

Cette adaptation des processus d'achats implique d'abord de mener une transformation culturelle sur l'ensemble des acteurs de la chaîne, et notamment les acheteurs, en insistant sur les possibilités offertes par le Code des marchés publics, qui permet d'ores-et-déjà de répondre aux enjeux d'agilité des achats en matière d'innovation de défense. Il s'agit ensuite d'appliquer de manière concrète dans les cahiers des charges des critères d'achats revus au service d'une meilleure intégration de l'innovation, et d'imposer des étapes intermédiaires permettant à la fois évaluation continue et ajustements nécessaires.

Il existe un exemple récent encourageant. Pendant la crise du Covid-19, l'AID a lancé un appel d'offres ouvert pour faciliter l'identification de technologies pertinentes. Plus de 2 600 propositions ont été traitées en trois semaines et l'arbitrage du financement de 37 projets à hauteur de 10 millions d'euros a été opéré en un mois et demi. De telles capacités de financement, insérées dans un *continuum*, représenteraient des opportunités de passage à l'échelle pour les *startups* et les PME innovantes.

Recommandation n° 5

Orienter explicitement une partie des fonds et stratégies d'accélération publics de l'innovation vers le soutien aux technologies duales.

Il est important d'optimiser le fonctionnement des instruments de financement existants au service de l'innovation de défense.

À l'heure où l'Europe semble plus proche que jamais de renouer avec la politique industrielle, le rapport Potier, « Faire de la France une économie de rupture technologique », a identifié 10 priorités parmi 22 marchés émergents à forte intensité technologique, afin de renforcer la souveraineté technologique française et d'amener son industrie à une masse critique. Il a servi de support de réflexion aux stratégies d'accélération intégrées au quatrième Programme d'investissements d'avenir (PIA), destiné à amplifier l'effort d'innovation de France relance et doté de 20 milliards d'euros sur 5 ans, sous forme d'appels à projets ou à la manifestation d'intérêt. Avec une somme deux fois plus importante que les programmes précédents (12 milliards d'euros en 2014, puis 10 milliards en 2017), le PIA 4 souligne l'importance du soutien à l'innovation dans la politique d'investissement de l'État. Le plan France 2030, présenté à l'automne 2021, complète le PIA 4 avec 34 milliards d'euros supplémentaires, qui doivent encore être alloués.

À l'heure où la France accélère ses investissements, notamment dans l'industrie, et considère le financement de l'innovation de rupture comme un besoin impérieux, les projets ambitieux de *startups*, PME et ETI duales, civiles et militaires, doivent être des cibles d'investissements prioritaires, afin de stimuler les percées technologiques de demain. Il convient pour cela de lever la barrière artificielle existant aujourd'hui entre les technologies de défense et les technologies civiles : l'application duale des drones, l'utilisation des smartphones comme outil de défense en Ukraine, les

semiconducteurs, le cloud et bien d'autres technologies aux cas d'usages multiples soulignent la porosité croissante entre civil et militaire. De petites entreprises, parfois inattendues de prime abord mais proposant une innovation intéressante, doivent pouvoir être intégrées plus facilement à des projets d'ampleur.

Les stratégies d'accélération du PIA 4 et le plan France 2030 devraient ainsi prévoir des appels à projets ou à manifestation d'intérêt mentionnant explicitement l'intérêt défense des cibles. De même, le fonds « French Tech Souveraineté » devrait investir davantage dans des entreprises porteuses d'innovation de rupture dont l'intérêt défense est plus manifeste. Il convient de rappeler régulièrement dans les appels à manifestation d'intérêt orientés vers des projets d'innovation l'ouverture des financements aux technologies à caractère dual. C'est ce que fait par exemple Israël, dont l'appel à projet récent « Next-Stage U-Space » (ministère du Transport) mentionne explicitement l'ouverture du programme aux technologies spatiales d'intérêt défense.

Recommandation n° 6

Organiser de manière plus efficace la réponse française aux appels d'offres européens en matière d'innovation de défense afin de maximiser les chances de succès.

Il est nécessaire de mieux accompagner les entreprises innovantes dans leur recherche de financements européens, afin de les aider à naviguer des procédures complexes et techniques, pour lesquelles elles ne sont pas bien préparées, mais aussi de mieux gérer la compétition interne à la France qui affaiblit ses chances de succès.

L'UE dispose d'un certain nombre d'outils afin de financer l'innovation de pointe. C'est le cas du programme Horizon Europe, doté d'un budget de 95,5 milliards d'euros, du fonds européen d'investissement (FEI), qui dispose de programmes de financement de l'innovation, et du Nouvel agenda européen d'innovation. En particulier, le Fonds européen de défense (FED), lancé en 2017 par la Commission, est une avancée intéressante, destinée à réduire les doublons entre les États membres en matière de dépenses de défense. Dans le cadre pluriannuel de l'Union (2021-2027), le FED dispose de 13 milliards d'euros pour soutenir des consortiums d'entreprises de différents États membres qui entreprennent des activités de coopération dans le domaine de la recherche et du développement de produits et technologies de défense.

Si la coopération multilatérale dans les efforts de recherche et développement, notamment appliquée à des enjeux de défense, apparaît comme incontournable compte tenu du niveau d'investissement nécessaire à l'émergence de l'innovation, la technologie et sa maîtrise apparaissent très vite comme des enjeux de souveraineté et donc de compétition entre les États, mais également pour les entreprises d'un même État. De plus, répondre en ordre dispersé aux appels d'offres est préjudiciable pour la BITD française. Il convient donc pour la BITD française de bien se positionner au sein de consortiums afin de bénéficier au maximum de ces fonds européens.

La mise en place d'une structure de soutien des maîtres d'œuvre industriels au niveau national permettrait de les conseiller et d'optimiser la qualité de leur candidature aux appels à projets du FED notamment. Un bureau de support aux MOI administré par une entité du ministère des Armées pourrait y être consacré, afin de leur fournir une nécessaire expertise dans la réponse aux appels d'offres européens, pour lesquels ils sont souvent mal préparés. Cette entité doit également être capable de réguler la compétition entre plusieurs entreprises françaises répondant à un même appel d'offres, afin d'optimiser leurs chances de succès dans le choix des partenaires d'un même projet.

L'Institut Montaigne remercie l'ensemble des personnes ayant contribué à l'élaboration de ce travail :

PRÉSIDENTS DU GROUPE DE TRAVAIL

- **Julie Burguburu**, secrétaire générale du groupe TF1, membre ADER et Cercle Fontenoy
- **Marwan Lahoud**, directeur général délégué de Tikehau Capital, président du Private Equity

MEMBRES DU GROUPE DE TRAVAIL

- **Michaël Agbohouto**, principal, Eurogroup Consulting (rapporteur)
- **Jean Belin**, titulaire de la Chaire Économie de Défense, IHEDN, maître de conférence, Université de Bordeaux
- **Laurent Collet-Billon**, co-président, La Place stratégique, ancien délégué général pour l'armement
- **Vice-amiral Arnaud Coustillière**, président, Pôle d'Excellence Cyber, créateur de la DGNUM du ministère des Armées, ancien (et premier) officier général à la cyberdéfense
- **Benoît Deveaud**, *Vice Provost for Research*, École Polytechnique
- **Jonathan Guiffard**, *Senior Fellow*, Institut Montaigne
- **Faïçal Hafied**, *Managing Partner*, Klymb (rapporteur)
- **Olga Kokshagina**, *Associate Professor in Innovation and Entrepreneurship*, EDHEC Business School
- **André Loesekrug-Pietri**, président et directeur scientifique, Joint European Disruptive Initiative (JEDI)
- **Diana Mangalagiu**, professeur, Neoma Business School, *associate fellow*, Saïd Business School, University of Oxford

- **François Martin**, *Head of Space and Defense Business Unit*, STMicroelectronics
- **Général Denis Mercier**, directeur général adjoint, Fives, ancien chef d'état-major de l'Armée de l'Air, ancien commandant suprême allié pour la transformation de l'OTAN
- **Xavier Pernot**, associé responsable du pôle contentieux-arbitrage-médiation, Jeantet
- **Grégoire de Saint-Quentin**, ancien sous-chef de l'état-major des armées chargé des opérations, Vice-président senior de Preligens
- **Adeline Taravella**, directrice associée, Eurogroup Consulting (rapporteur)

LE GROUPE DE TRAVAIL REMERCIE ÉGALEMENT LES PERSONNES SUIVANTES POUR LEUR AIDE PRÉCIEUSE

- **Mathieu Duchâtel**, directeur des études internationales, expert résident principal, Institut Montaigne
- **Cédric Ménissier**, assistant chargé de projets, Institut Montaigne
- **Anissa Nabi**, assistante chargée de projets, Institut Montaigne
- **Axel Noisette**, assistant chargé de projets, Institut Montaigne
- **Mahaut de Fougères**, ancienne responsable du Programme politique internationale, Institut Montaigne

PERSONNES AUDITIONNÉES

- **IGA Patrick Aufort**, directeur, Agence de l'innovation de défense
- **Éric Autellet**, major général des armées
- **Gilles Babinet**, vice-président, Conseil national du numérique, co-fondateur, Isotope Energy

- **Nicolas Berdou**, directeur d'investissement Fonds Innovation Défense et Definvest, Bpifrance
- **Bruno Berthet**, PDG, ARESIA
- **David Bertolotti**, secrétaire général et directeur juridique, Eutelsat
- **Antoine de Braquilanges**, directeur général, Helsing France
- **Nicolas Chaillan**, *Founder of Ask Sage, former Chief Software Officer*, U.S. Air Force and Space Force
- **Emmanuel Chiva**, délégué général pour l'armement, ancien Directeur de l'Agence de l'innovation de défense
- **Jean-Pierre Clerc**, chef du service des achats d'armement, Direction générale de l'armement
- **Stéphane Cueille**, président, Safran Electrical & Power
- **Jean-Philippe Dufour**, Directeur des programmes, HyPrSpace
- **Thierry Dupoux**, directeur de l'innovation, Safran Electronics & Defense
- **Alexandre Dupuy**, directeur Affaires publiques, Communication et Commerce France, Nexter a company of KNDS
- **Marc Fontaine**, président, Helsing France
- **Clément Galic**, *Co-founder & CEO*, Unseenlabs
- **Denis Gardin**, *Director Innovation and Future Technologies*, MBDA
- **Éric Grivel**, responsable du projet Assets + pour Université de Bordeaux, Prof. à Bordeaux INP
- **Général Guy Girier**, conseiller défense auprès du directeur exécutif, Airbus
- **Arnaud Guérin**, PDG, Preligens
- **Sir Christopher Harper**, *Air Marshal*, Royal Air Force
- **Christian Jacques**, directeur de l'innovation, Arquus
- **Cyril Kabbara**, *Co-founder, Chairman & CEO*, Shark Robotics
- **Général André Lanata**, ancien *Supreme Allied Commander Transformation*, OTAN
- **Général de corps aérien Jean-Marc Laurent**, responsable exécutif de la chaire défense & aérospatial, Sciences Po Bordeaux
- **Sébastien-Yves Laurent**, professeur des Universités à la Faculté de droit et de science politique, Université de Bordeaux

- **Jean-Vincent Legrand**, directeur R&T et business development de la division défense, Safran Electronics & Defense
- **Hervé Le Guyader**, auteur, délégué à l'ENSC pour les relations avec le Commandement allié transformation de l'OTAN
- **Frédéric Le Lidec**, directeur stratégie développement industriel international, Naval Group
- **Olivier Lesbre**, directeur général, ISAE-SUPAERO
- **Bertrand Lucereau**, président, Secamic, président d'honneur, Comité Aéro-PME du GIFAS
- **Alexis Mabile**, directeur de l'innovation et de la transformation digitale, Nexter a company of KNDS
- **François Mattens**, co-fondateur et vice-président, Défense Angels
- **Jean-François Morizur**, *Founder & CEO*, Cailabs
- **Guillaume Muesser**, directeur défense et affaires économiques, Groupement des industries françaises aéronautiques et spatiales (GIFAS)
- **Éric Papin**, *Executive Vice President*, directeur technique, Naval Group
- **Cédric Perrin**, sénateur, vice-président de la Commission des affaires étrangères, de la défense et des forces armées, Sénat
- **Colonel Sébastien de Peyret**, Agence de l'Innovation de Défense, ancien directeur du Battle Lab Terre
- **Guillaume Scottez**, directeur de l'Innovation et du Corporate Venturing, Eutelsat
- **François Pintart**, directeur des opérations, Direction générale de l'armement
- **Benoît Rademacher**, directeur du domaine armement et économie de défense, IRSEM
- **Olivier Ruas**, directeur stratégie, innovation et technologie, Safran Electronics & Defense
- **Burkard Schmitt**, directeur défense et sécurité, association européenne des industries aérospatiales et de défense (ASD)
- **Adrien Schu**, maître de conférence en science politique, Université de Bordeaux
- **Massis Sirapian**, chef de pôle adjoint « innovation ouverte », Agence de l'innovation de défense

- **Philippe Valéry**, *VP, Technical Operations*, Thales
- **Général Benoît Vidaud**, directeur, Section technique de l'armée de Terre (STAT)

Les opinions exprimées dans ce rapport n'engagent ni les personnes précédemment citées ni les institutions qu'elles représentent.

Retrouvez nos autres notes et rapports sur les mêmes sujets :

Défense

- Sept dilemmes majeurs de la politique de défense française (juin 2023)
- Défense française : ajuster nos efforts (juillet 2022)
- Repenser la défense française face aux crises du 21^e siècle (février 2021)

Tech

- Mobiliser et former les talents du numérique (mai 2023)
- Investir l'IA sûre et digne de confiance : un impératif européen, une opportunité française (avril 2023)
- Géopolitique et technologie : le tournant de la stratégie européenne (mars 2022)
- Fintech chinoise : l'heure de la reprise en main (avril 2021)

Innovation

- Innovation française : nos incroyables talents (octobre 2021)
- Enseignement supérieur et recherche : il est temps d'agir! (avril 2021)

L'ensemble de nos travaux et publications est disponible sur notre site institutmontaigne.org

Président

Henri de Castries président, Institut Montaigne

Membres

David Azéma associé, Perella Weinberg Partners

Emmanuelle Barbara *Senior Partner*, August Debouzy

Marguerite Bérard directrice des Réseaux France, BNP Paribas

Jean-Pierre Clamadieu président du Conseil d'Administration, ENGIE

Paul Hermelin président du Conseil d'administration, Capgemini

Marwan Lahoud directeur général délégué de Tikehau Capital, président du Private Equity

Natalie Rastoin présidente, Polytane ; *Senior Advisor*, WPP

René Ricol président, Ricol Lasteyrie

Jean-Dominique Senard président du Conseil d'administration, Groupe Renault

Arnaud Vaissié président-directeur général, International SOS

Natacha Valla économiste ; doyenne de l'École de Management et d'Innovation, Sciences Po

Florence Verzelen directrice générale adjointe, Dassault Systèmes

Philippe Wahl président-directeur général, Groupe La Poste

Président d'honneur

Claude Bébéar fondateur et président d'honneur, AXA

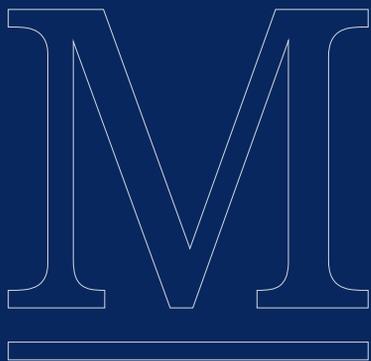
L'Institut Montaigne vous propose de contribuer à la réflexion sur ces enjeux afin d'élaborer collégialement des propositions au service de l'intérêt général.

Institut Montaigne
59 rue La Boétie, 75008 Paris
Tél. +33 (0)1 53 89 05 60
institutmontaigne.org

Imprimé en France
Dépôt légal : juin 2023
ISSN : 1771-6764

ABB France	Compagnie Plastic Omnium	Katalyse	Raise
AbbVie	Conseil supérieur du notariat	Kea & Partners	RATP
Accenture	Crédit Agricole	Kearney	RELX Group
Accuracy	D'Angelin & Co.Ltd	Kedge Business School	Renault
Adeo	Dassault Systèmes	KKR	Rexel
ADIT	De Pardiou Brocas	KPMG S.A.	Ricol Lasteyrie
Air France - KLM	Maffei	Kyndryl	Rivolier
Air Liquide	Doctolib	La Banque Postale	Roche
Airbus	ECL Group	La Compagnie Fruitière	Rokos Capital Management
Allen & Overy	Edenred	Linedata Services	Roland Berger
Allianz	EDF	Lloyds Europe	Rothschild & Co
Amazon	EDHEC Business School	L'Oréal	RTE
Amber Capital	Egis	Loxam	Safran
Amundi	Ekimetrics France	LVMH - Moët-Hennessy - Louis Vuitton	Sanofi
Antidox	Enedis	M.Charraire	SAP France
Antin Infrastructure Partners	Engie	MACSF	Schneider Electric
Archery Strategy Consulting	EQT	MAIF	Servier
ArchiMed	ESL & Network	Malakoff Humanis	SGS
Ardian	Ethique & Développement	Mazars	SIER Constructeur
Arqus	Eurogroup Consulting	Média-Participations	SNCF
AstraZeneca	FGS Global Europe	Mediobanca	SNCF Réseau
August Debouzy	Fives	Mercer	SNEF
Avril	Getlink	Meridiam	Sodexo
AXA	Gide Loyrette Nouel	Michelin	SPVIE
Bain & Company France	Google	MicroPort CRM	SUEZ
Baker & McKenzie	Groupama	Microsoft France	Taste
BearingPoint	Groupe Bel	Mitsubishi France S.A.S	Tecnet Participations SARL
Bessé	Groupe M6	Moelis & Company	Teneo
BG Group	Groupe Orange	Moody's France	The Boston Consulting Group
BNP Paribas	Hameur et Cie	Morgan Stanley	Group
Bolloré	Henner	Natixis	Tilder
Bona fidé	Hitachi Energy France	Natural Grass	Tofane
Bouygues	HSBC Continental Europe	Naval Group	Tofane
Brousse Vergez	IBM France	Nestlé	TotalEnergies
Brunswick	IFPASS	OCIRP	UBS France
Capgemini	Inkarn	ODDO BHF	Unibail-Rodamco
Capital Group	Institut Mérieux International SOS	Oliver Wyman	Veolia
CAREIT	Interparfums	Ondra Partners	Verlingue
Carrefour	Intuitive Surgical	onepoint	VINCI
Casino	Ionis Education Group	Onet	Vivendi
Chubb	iQO	Optigestion	Wakam
CIS	ISRP	Orano	Wavestone
Cisco Systems France	Jeantet Associés	PAI Partners	Wendel
Clifford Chance	Jolt Capital	Pelham Media	White & Case
Club Top 20	Kantar Public	Pergamon	Willis Towers Watson
CMA CGM		Prodware	France
CNP Assurances		Publicis	Zurich
Cohen Amir-Aslani		PwC France & Maghreb	

Le modèle français d'innovation de défense, même performant, demeure centré sur la commande et l'innovation étatique planifiée. Or le secteur privé est plus dynamique en matière d'innovation. Comment capter ce qui en émane ? La création de l'Agence de l'innovation de défense (AID) témoigne d'une prise en compte de cet enjeu par le ministère des Armées. Néanmoins, de nombreux freins persistent. Ils tiennent aux différentes temporalités entre programmes d'armement et innovation civile, à la difficulté pour le secteur privé de pénétrer le marché de la défense, à l'inadaptation des mécanismes de financement ou encore aux contraintes parfois mal adaptées du cadre réglementaire. Il est donc nécessaire d'optimiser les mécanismes de soutien à l'innovation de défense en France, en cherchant une complémentarité entre planification et captation.



10 €

ISSN : 1771-6764

RAP2306-03