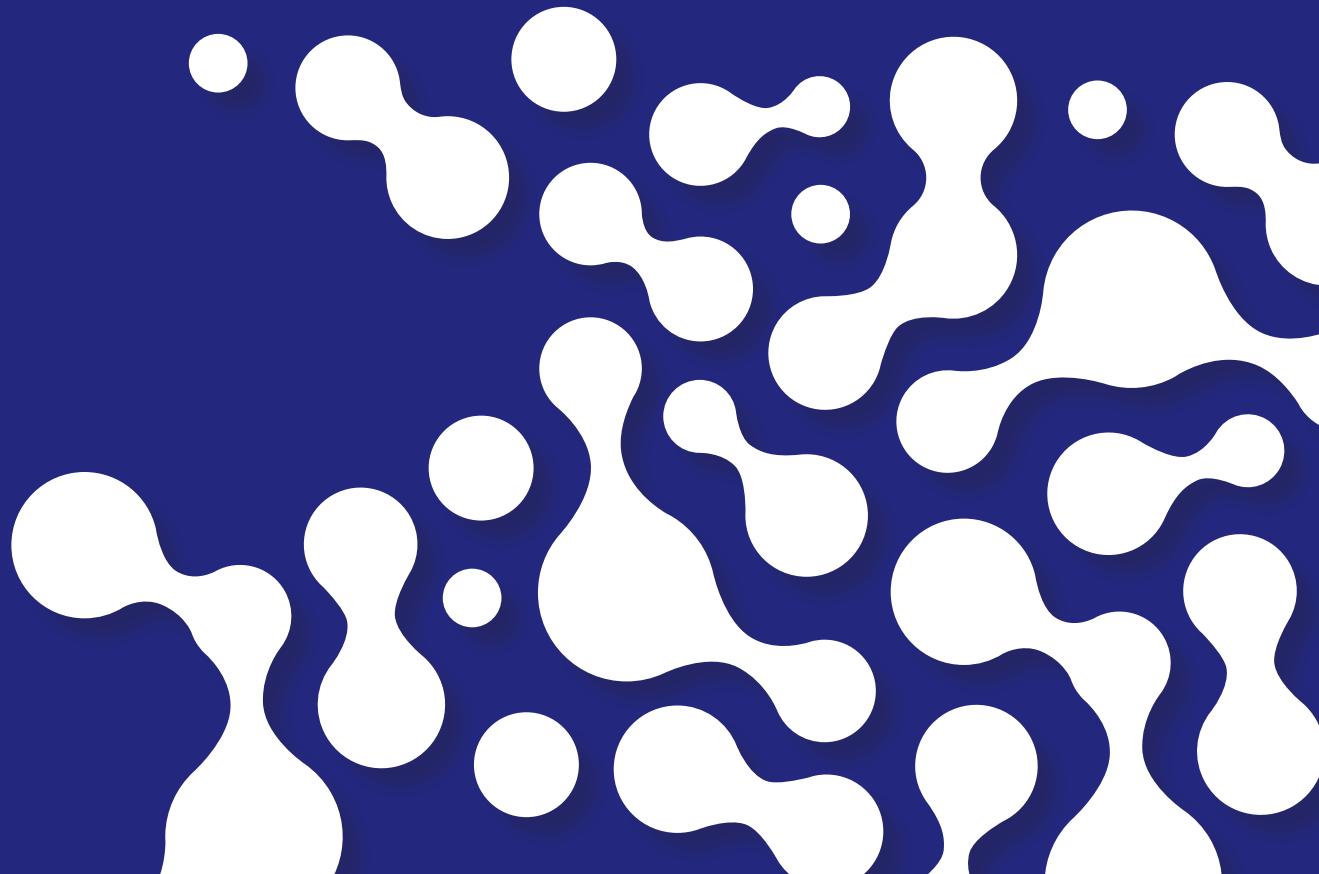




MINISTÈRE
DES ARMÉES

*Liberté
Égalité
Fraternité*

DOCUMENT DE RÉFÉRENCE
DE L' **ORIENTATION**
DE L' **INNOVATION**
DE **DÉFENSE**
2020



SOMMAIRE

1. INTRODUCTION.....	4
1.1 Les enjeux de l'innovation pour le ministère des Armées.....	4
1.2 Les défis de l'agilité et de l'audace.....	5
1.3 Périmètre de l'innovation de Défense.....	5
1.4 Organisation et gouvernance.....	5
1.5 Activités.....	6
2. DÉTECTOR, CAPTER	7
3. SUSCITER, PROGRAMMER.....	8
3.1 Axe d'effort : futures capacités structurantes du système de forces « Engagement combat ».....	9
3.2 Axe d'effort : futures capacités structurantes du système de forces « Commandement et maîtrise de l'information »	10
3.3 Axe d'effort : futures capacités structurantes des systèmes de forces « Protection sauvegarde » et « Projection mobilité soutien »	12
3.4 Axe d'effort : soutien du combattant, logistique, maintien en condition opérationnelle (MCO).....	13
3.5 Axe d'effort : santé du combattant.....	14
3.6 Axe d'effort transverse : intelligence artificielle.....	15
3.7 Axe d'effort transverse : énergie	15
3.8 Axe d'effort transverse : technologies émergentes et de rupture.....	16
3.9 Axe d'effort : prospective et recherche stratégique.....	16
3.10 Axe d'effort : administration générale	16
4. ACCÉLÉRER, PASSER A L'ÉCHELLE.....	17
4.1 Un processus unifié sous l'égide de l'Agence de l'innovation de défense	17
4.2 Renforcer le processus d'accélération de bout-en-bout	19
4.3 Acheter l'innovation, innover en achetant.....	20
4.4 Vers des programmes d'armement plus agiles et réceptifs à l'innovation	20
4.5 Le soutien aux entreprises innovantes	20
5. PARTAGER.....	22
5.1 Une implication forte dans la stratégie nationale de recherche et d'innovation	22
5.2 Des partenariats solides avec la recherche académique	23
5.3 La coopération internationale en matière d'innovation	27
5.4 L'industrie de Défense.....	28
6. ÉVALUER, VALORISER	29
7. NOURRIR.....	30
7.1 Eclairer l'innovation de défense par des idées nouvelles.....	30
7.2 Des organisations plus agiles.....	31
8. ÉLÉMENTS FINANCIERS GÉNÉRAUX.....	34

ÉDITO

L'INNOVATION : UNE PRIORITÉ ABSOLUE POUR NOTRE AUTONOMIE STRATÉGIQUE

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.

C'est avec ces deux maximes à l'esprit que j'ai souhaité faire de l'innovation un des quatre piliers de la loi de programmation militaire 2019-2025 et une priorité de mon action car elle conditionne la souveraineté actuelle et future de la France. En 2019, le document d'orientation de l'innovation de défense portait l'ambition d'un nouvel élan pour l'innovation.

Cet élan, le ministère des Armées a su le saisir à plusieurs titres.

1. En 2020, un effort porté vers les armes hypersoniques, les lasers et les technologies quantiques

L'année 2019 a pleinement confirmé l'ambition portée par la loi de programmation militaire 2019-2025 d'augmenter de 25 % les crédits consacrés à l'innovation pour atteindre 1 milliard d'euros en 2022. Une grande partie de ces investissements est consacrée aux technologies qui seront nécessaires pour la préparation des futures capacités de nos forces armées. L'énergie, l'intelligence artificielle, l'espace ou encore la cyberdéfense constituaient les domaines prioritaires de l'année 2019. Indispensables à la supériorité opérationnelle, ils seront complétés en 2020 par des efforts accentués dans le domaine hypersonique, les armes à énergie dirigée (lasers, armes électromagnétiques), les nouvelles technologies dans le domaine des capteurs et des composants critiques ou encore les technologies quantiques.

2. De nouveaux outils pour capter les innovations issues du monde civil

Le ministère poursuit son effort d'investissement en R&D de long terme et il ne cesse de chercher à s'ouvrir à l'innovation civile et à l'écosystème des startups pour saisir les opportunités d'intégration rapide de nouvelles technologies à forte valeur ajoutée. Cette ouverture est une des priorités que j'ai donnée à l'Agence de l'innovation de défense. C'est pourquoi j'ai souhaité que le ministère des Armées complète sa palette de dispositifs d'accompagnement des PME (Action PME), durement éprouvées par la crise économique résultant de la crise sanitaire. Avec la volonté de contribuer activement à la relance de notre économie, nous avons créé un nouveau fonds d'investissement, en faveur des pépites françaises dans des domaines technologiques pointus pouvant intéresser la Défense.

3. Un seul horizon : préparer les guerres du futur

Enfin, la guerre du futur, celle qui dépasse l'horizon de deux LPM, se prépare dès maintenant ! Avant-gardiste, l'Agence de l'innovation de défense a lancé un projet, la Red Team : une équipe d'auteurs de science-fiction chargée d'imaginer des scénarios de menaces et de conflictualité à l'horizon 2030-2060 pour ensuite les confronter à un panel d'experts du ministère des Armées.

Toutes ces priorités sont décrites dans le document de référence et d'orientation de l'innovation de défense en 2020 (DrOID). Il est le fruit de la collaboration de tous les acteurs concourant à l'innovation de nos armées, pour conserver notre supériorité opérationnelle et garantir notre autonomie stratégique.

Florence Parly,
Ministre des Armées

1. INTRODUCTION

Le Document de référence de l'orientation de l'innovation de Défense (DrOID) fixe les objectifs du ministère des Armées en matière d'innovation, en cohérence avec l'ambition définie par la revue stratégique de défense et de sécurité nationale de fin 2017 et déclinée dans la Loi de programmation militaire (LPM) 2019-2025. L'édition 2020 s'inscrit dans la continuité de la première, dont elle confirme les principaux enjeux, tout en actualisant et précisant certaines orientations.

1.1 LES ENJEUX DE L'INNOVATION POUR LE MINISTÈRE DES ARMÉES

Notre pays, déjà exposé à des menaces avérées et engagé opérationnellement à un haut niveau, est confronté à un environnement stratégique instable et incertain. De nouveaux espaces possibles de conflictualité apparaissent, avec des adversaires potentiels mieux armés grâce à des investissements importants. En outre, le rythme des évolutions technologiques s'accélère et doit nous conduire au « **maintien d'un niveau d'ambition élevé dans tous les domaines, qu'ils soient technologiques, industriels, capacitaires ou opérationnels, reposant sur une politique d'innovation exigeante** ». L'innovation répond donc en premier lieu à un **enjeu opérationnel** : garantir à nos armées, **de manière pérenne et réactive**, la supériorité opérationnelle qui leur permettra de défendre nos intérêts vitaux et d'assurer la sécurité des Français, sur notre sol comme en dehors de nos frontières, tout en se maintenant dans le groupe des puissances militaires qui comptent dans le monde.

Cet enjeu emporte une forte dimension **capacitaire** : détenir la supériorité opérationnelle dans toutes les conditions d'engagement actuelles et prévisibles requiert la maîtrise de l'ensemble du champ capacitaire (doctrine, organisation, ressources formées et entraînées, équipements, soutien) pour être capable d'agir aujourd'hui et demain en mobilisant des aptitudes clés (savoir, comprendre et commander, entrer en premier, influencer, combattre et protéger, soutenir et durer) dans tous les espaces de conflictualité potentiels : terre, air et mer mais aussi espace exo-atmosphérique et cyberspace.

Au plan **technologique**, la supériorité opérationnelle requiert de disposer de manière souveraine des dernières innovations de pointe nécessaires à la réalisation des systèmes de défense pour lesquels la France entend s'assurer une autonomie, soit strictement nationale, soit en lien avec des partenaires dans le cadre de dépendances mutuellement consenties.

Cet objectif d'autonomie stratégique se traduit enfin par des **enjeux industriels** afin de constituer et de développer une base industrielle et technologique de défense (BITD⁽¹⁾) compétitive et performante sur le long terme.



© Armée de terre

En outre, il est nécessaire de conduire une démarche de veille, d'exploration et de maturisation des technologies, notamment des technologies émergentes et plus spécifiquement de celles dotées d'un potentiel de rupture, sans nécessairement attendre l'expression préalable d'un besoin



© Gwladys David/Marine Nationale/Défense

⁽¹⁾ La base industrielle et technologique de défense se compose de maîtres d'œuvre industriels (dont les principaux sont Airbus, ArianeGroup, Dassault, MBDA, Naval Group, Nexter, SAFRAN, THALES) de leur chaîne de sous-traitance, et d'autres équipementiers, dont de nombreuses ETI et PME.

L'AUTONOMIE STRATÉGIQUE EN MATIÈRE TECHNOLOGIQUE ET INDUSTRIELLE : UN ENJEU DONT LE CARACTÈRE FONDAMENTAL A ÉTÉ RAPPELÉ PAR LA CRISE DE LA COVID-19

La supériorité opérationnelle à laquelle le ministère des Armées s'emploie avec constance requiert une capacité à développer les technologies critiques, les adapter, les produire et les employer.

La pandémie de COVID-19 souligne la vulnérabilité des chaînes d'approvisionnement trans-frontalières, surtout au-delà des limites de l'Union européenne, face à des crises, conduisant à des situations de pénurie.

L'objectif d'autonomie stratégique, nationale et européenne, implique la nécessité de s'assurer sur le court, le moyen et le long terme la liberté d'accès, d'emploi, d'exportation et de modification aux technologies critiques pour sa défense.

L'innovation permettant de développer et d'entretenir sur le territoire national des capacités nécessaires à la maîtrise des technologies de souveraineté est donc une des composantes fondamentales de la politique d'innovation de Défense. Chaque domaine d'innovation (cf. 3) prend en compte cette composante dans la définition de ses objectifs.

capacitaire. Ces technologies nouvelles sont en effet le socle de futures capacités aujourd'hui difficiles à concevoir.

Enfin, l'innovation est un **levier de transformation au service de la performance** du ministère, en particulier dans ses dimensions managériale et organisationnelle. Ainsi, dans les métiers du soutien ou administratifs, elle vise à offrir une meilleure qualité de service à la communauté de défense et à ses usagers, comme à gagner en efficience et à simplifier le travail des agents au quotidien, en tirant notamment parti des opportunités du numérique.



1.2 LES DÉFIS DE L'AGILITÉ ET DE L'AUDACE

« L'innovation et l'audace doivent être les maîtres-mots de notre stratégie de défense, car c'est un enjeu essentiel de notre efficacité et de notre souveraineté »

Florence Parly, avant-propos de la Revue stratégique de défense et de sécurité nationale.

Dans un contexte d'incertitude sur l'environnement stratégique, d'évolution de la menace, face à des adversaires agiles et inventifs, il est indispensable de **gagner en réactivité** pour capter et intégrer l'innovation d'où qu'elle vienne.

Cela suppose de piloter certains projets autant par les délais que par la performance, de privilégier **la simplicité et l'adaptabilité des procédures, et d'accepter davantage de prise de risque**. Au-delà, les cycles de développement peuvent adopter de nouvelles approches incrémentales et adaptatives et recourir à une plus large subsidiarité décisionnelle et financière.

1.3 PERIMÈTRE DE L'INNOVATION DE DÉFENSE

L'innovation de Défense couvre l'ensemble des activités du ministère et intègre aussi bien les fonctions opérationnelles et organiques que les fonctions d'administration générale et de soutien.

Sur ces dernières (fonction RH, finances...), les problématiques sont partagées avec l'ensemble des administrations et entreprises et le ministère s'attachera à employer les meilleures pratiques en vigueur.

1.4 ORGANISATION ET GOUVERNANCE

L'innovation de Défense est pilotée par le Comité de pilotage de l'innovation de Défense (CPID), présidé par le Délégué général pour l'armement et réunissant les armées, directions et services du ministère. Des personnalités qualifiées extérieures siègent également à ce CPID qui définit l'orientation et arbitre la mise en œuvre de la politique d'innovation.

L'Agence de l'innovation de défense joue un rôle de chef d'orchestre dans la définition et la mise en œuvre de la politique d'innovation du ministère. Elle anime et nourrit le réseau des acteurs de l'innovation de défense, dans un esprit de mise en cohérence et de subsidiarité.

L'instruction Ministérielle d'innovation de Défense, signée le 7 mai 2020, précise le rôle des principaux acteurs du ministère, en déclinant notamment les

dispositions du décret 2018-764 du 30 août 2018 relatif à l'Agence de l'innovation de défense.

Ce texte définit notamment le rôle des « correspondants innovation » chargés de favoriser le foisonnement des idées et l'émergence des plus prometteuses, de les diffuser et de mettre en œuvre les orientations ministérielles de l'innovation de Défense.

Le ministère s'appuie également sur l'expertise de la direction technique de la Direction générale de l'armement (DGA), qui compte plus de 6 000 ingénieurs et techniciens de haut niveau, répartis dans 10 centres d'expertise et d'essais, disposant d'équipements scientifiques exceptionnels, parfois uniques en Europe.

L'innovation de Défense est naturellement au cœur des activités de préparation de l'avenir portées par le programme 144 du budget de l'État (« environnement et prospective de la politique de Défense »), ainsi que par le programme 191 (« recherche duale »). Elle peut néanmoins solliciter l'ensemble des programmes budgétaires de la mission Défense, notamment pour assurer le passage à l'échelle et le déploiement des innovations jugées pertinentes.

1.5 ACTIVITÉS

La revue stratégique souligne que les « objectifs [de la politique de défense et de sécurité] ne pourront être atteints que s'ils s'accompagnent d'une politique globale de soutien à l'innovation, et d'une transformation globale de cet écosystème ».

Le présent document vise donc à orienter l'innovation de Défense autour des activités suivantes :

➤ **déetecter et capter** : de nombreuses innovations trouvent leur source en dehors du ministère, parfois sans lien initial avec les activités de défense. Il est donc nécessaire de développer une stratégie visant à améliorer leur détection puis leur captation ;

➤ **susciter et orienter** : la politique d'innovation de Défense s'attache aussi bien à susciter et soutenir l'innovation proposée en interne, fruit de la créativité et de l'expertise opérationnelle de ses personnels, qu'à orienter les efforts par le financement de projets d'intérêt (appels d'offres thématiques ou de marchés publics d'études) ;

➤ **accélérer et passer à l'échelle** : différentes étapes de maturation technologique et opérationnelle doivent pouvoir être franchies, tout en tolérant davantage l'échec, sur des cycles plus courts avec des méthodes agiles ;

➤ **partager** : une politique de partenariats publics et privés, de coopération internationale notamment européenne, est indispensable à l'atteinte des objectifs du ministère ;



L'AGENCE DE L'INNOVATION DE DÉFENSE : UN CHEF D'ORCHESTRE POUR L'INNOVATION DE DÉFENSE

L'Agence de l'innovation de défense, créée le 1^{er} septembre 2018, fédère tous les acteurs du ministère des Armées et toutes les actions qui concourent à l'innovation de Défense.

Ses missions :

- préparer et mettre en œuvre la politique ministérielle en matière d'innovation ;
- orienter les stratégies élaborées dans ce domaine par les états-majors, directions et services (EMDS) du ministère et participer aux travaux budgétaires associés ;
- piloter la mise en œuvre des travaux d'innovation et de recherche scientifique et technique réalisés par les EMDS et veiller à leur cohérence d'ensemble ;
- conduire les dispositifs d'innovation qui lui sont confiés ;
- développer et mettre en œuvre les partenariats et les coopérations internationales nécessaires avec les acteurs publics et privés.

L'Agence permettra de gagner en réactivité pour capter les avancées et les ruptures, en particulier en provenance du domaine civil. Son ambition : transformer les projets d'innovation en produits et services au profit des forces et des utilisateurs du ministère.

➤ **évaluer et valoriser** : faire connaître les projets d'innovation, faciliter leur sponsoring et leur adoption opérationnelle, accompagner les innovateurs dans la valorisation de leur propriété intellectuelle. Par ailleurs, comme pour toute politique publique, la politique d'innovation du ministère fera l'objet d'une évaluation, principalement au travers de ses résultats, de ses retombées et de ses impacts, afin de générer un retour d'expérience et un apprentissage organisationnel.

➤ **nourrir** : l'esprit d'innovation doit irriguer tout le ministère, son organisation, ses méthodes de travail, pour en faire évoluer la culture et accepter la part de risque dont il est indissociable. Cet effort sur la culture doit se doubler d'actions dans la sphère réglementaire, de manière à assurer le niveau adapté de protection des acteurs dans le cas d'une prise de risque pertinente et maîtrisée.

Le Document de référence de l'orientation de l'innovation de Défense (DrOID) décrit la politique globale d'innovation selon ces six composantes.

2. DÉTECTOR, CAPTER

Afin de capter les innovations produites par le secteur civil, le ministère doit se donner les moyens de les détecter et de caractériser leur veille en particulier constituée :

- des **responsables innovation ouverte** (RIO) au sein des différentes entités du ministère ;
- des Labs et Fabriques numériques du ministère ;
- des **pôles innovation** constitués autour des centres d'expertise et d'essais de la DGA, véritables relais de l'Agence en régions ;
- du réseau de la DGA au sein des DIRECCTE (Directions régionales des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi) et de ceux de la délégation à l'accompagnement régional, qui constituent des relais régionaux vers le tissu industriel ;
- du réseau de la recherche académique, notamment en instaurant ou renforçant des partenariats avec les opérateurs de l'État (ONERA, ISL, CEA, CNES, écoles, CNRS, ANR, etc.) ;

Les six pôles d'innovation fondés autour des centres d'expertise et d'essais de la DGA en 2019

PÔLE D'INNOVATION NAVALE « ORION »

Ensta Bretagne, École Navale, Technopole Brest Iroise, EMM, DGA

PÔLE D'INNOVATION AÉROSPATIAL « ALIÉNOR »

Pôle Aerospace Valley, EMAA, EMAT, DGA

PÔLE D'INNOVATION AÉROMOBILITÉ « CI-AILE »

ISAE-Supaéro, EMAT, Aerospace Valley, DGA

DÉVELOPPER ET ENTREtenir UN RÉSEAU DE CAPTEURS

L'Agence s'est attachée, dans un premier temps, à fédérer le réseau de capteurs de l'innovation de Défense et à mettre en place un fonctionnement collaboratif.

Il s'agit désormais d'organiser dans le détail ce fonctionnement avec un processus partagé et qui s'appuie sur des outils numériques performants.

L'Agence a initié, dès 2019, des partenariats avec différents opérateurs de programmes d'incubation et d'accélération de start-up nationaux ou européens en se focalisant sur les thématiques prioritaires de l'innovation de Défense en termes d'innovation ouverte. Cinq partenariats ont été conclus en 2019, trois supplémentaires doivent voir le jour en 2020.

- des clusters d'entreprises, pôles de compétitivité, opérateurs de programmes d'amorçage et d'accélération de start-up ainsi que des fonds

PÔLE D'INNOVATION DÉFENSE NRBC « GINCO »

CEA, SSA, EMA, STAT, DGA

PÔLE D'INNOVATION TERRESTRE « LAHITOLLE »

Centre de ressources des industries de Défense, DGA



PÔLE D'INNOVATION NAVALE GIMNOTE

Système Factory, EMM, DGA

d'investissement en capital, avec lesquels le ministère entretient des relations de longue durée.

Enfin, la participation du ministère à une dizaine de salons majeurs et mondiaux d'innovation, comme le Consumer Electronic Show ou Viva Technology, mais également aux jurys de sélection d'incubateurs, d'accélérateurs, ou de fonds d'investissement permet de compléter ce dispositif de captation.

3. SUSCITER, PROGRAMMER

Le mode d'intervention du ministère peut être peu directif - mode d'action innovation ouverte - ou au contraire très orientant - définition précise de besoins conduisant à des actions programmées, objet de marchés publics, ou de projets menés dans des organismes publics sous la tutelle du ministère - mode d'action innovation planifiée. Loin d'être étanches l'un à l'autre, ces modes d'action s'enrichissent mutuellement. Il importe ainsi de savoir programmer des actions de captation, autant que de savoir mobiliser des modes d'action peu prescriptifs et de nouvelles formes d'innovation afin de satisfaire des besoins définis.

Le présent document combine donc une analyse « top-down » du besoin militaire prévisible en termes capacitaires, industriels et technologiques, avec une approche « bottom-up », tirée par les progrès des technologies, produits ou services pouvant être à l'origine de rupture dans les usages, les performances ou les coûts.

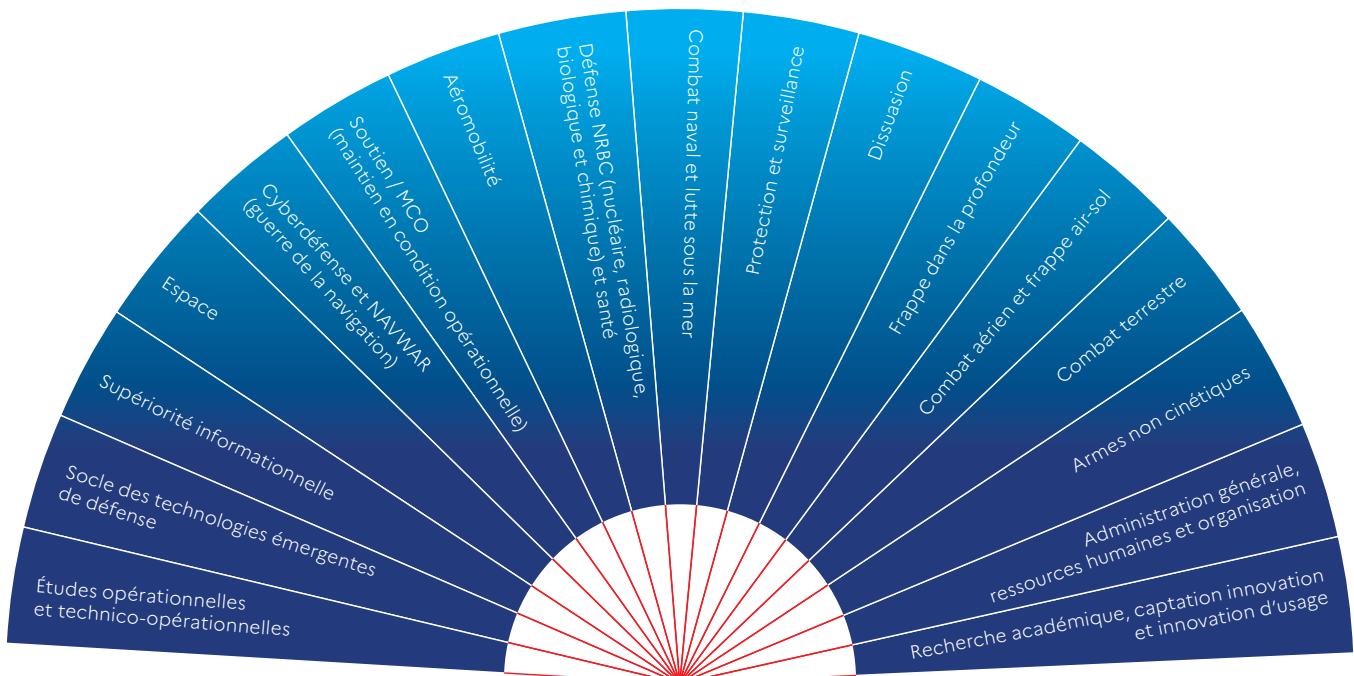
RENDRE LA DIMENSION CAPACITAIRE PLUS LISIBLE POUR UN PILOTAGE PLUS EFFICACE

L'orientation 2020 de l'innovation de Défense est pour la première fois structurée en « domaines d'innovation » suivant une approche capacitaire, complétée par des compartiments dédiés aux technologies émergentes, à la captation de l'innovation et l'innovation d'usage, et à des enjeux non technologiques.

En remplaçant le découpage historique par agrégats sectoriels construits selon une logique dominante de familles de produits, ces évolutions favorisent une approche transversale pour l'orientation des technologies communes et le développement de technologies émergentes. Elle doit également faciliter l'arrivée de nouveaux « entrants » ou de PME/ETI proposant des technologies innovantes, ce qui était difficile dans une approche sectorielle.

La place donnée à la dimension capacitaire permet de nourrir l'orientation de l'innovation de Défense par la démarche dite « capacitaire renforcée » de préparation des futures capacités, sans pour autant compromettre la poursuite d'un haut niveau d'ambition technologique.

Les axes d'effort décrits dans la première partie de cette section sont issus de l'analyse du contexte stratégique et du besoin militaire prévisible à horizon 2030-2035.

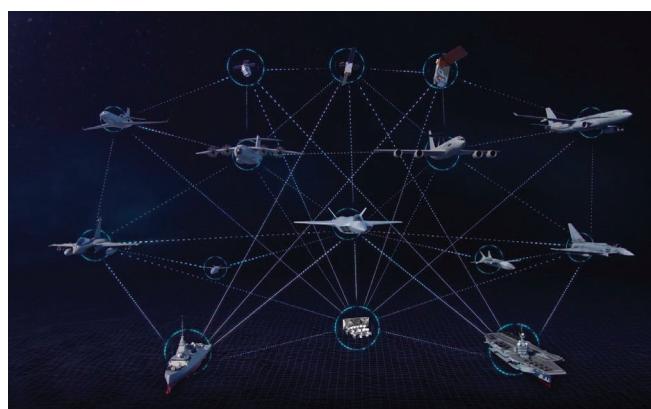


LES DOMAINES D'INNOVATION DE DÉFENSE

3.1 AXE D'EFFORT : FUTURES CAPACITÉS STRUCTURANTES DU SYSTÈME DE FORCES « ENGAGEMENT COMBAT »

En vue de conserver un avantage technologique qui permettra de faire face à l'évolution de la menace dans la troisième dimension, les axes d'efforts retenus dans les différents domaines d'innovation devront permettre de préparer l'**architecture système de système du SCAF** à l'horizon 2040 : un nouvel avion piloté sera accompagné par des drones, des Remote Carrier, qui fonctionneront en réseau de manière collaborative, y compris avec les plates-formes navales (frégates de défense aérienne notamment) et terrestres. Les capacités du Rafale seront maintenues au premier plan, en cohérence avec les exigences de plus en plus élevées de l'environnement opérationnel, notamment en matière de guerre électronique.

Les technologies des armements air/surface et air/air seront améliorées afin de répondre aux enjeux posés par les stratégies de déni d'accès (meute saturante de munitions, armes à énergie dirigée, conjonction du cyber et de la guerre électronique, apport de l'espace, etc.).



© DGA-MasterImageProgrammes

SCAF

Dans les conflits aériens de 2040, la notion de « duel aérien » que nous connaissons actuellement, sera supplantée par une organisation en système de systèmes dans le cadre de combats collaboratifs connectés : le Système de Combat Aérien Futur (SCAF).

L'Allemagne, l'Espagne et la France partagent la même vision. Ces trois pays ont fait le choix de coopérer ensemble sur la composante commune : un avion de combat de nouvelle génération, accompagné de drones qui produiront des effets complémentaires. L'ensemble sera interconnecté au sein d'un cloud de combat. Il sera apte à agir soit en autonomie, soit en réseau. Ce projet commun est dénommé projet de système d'arme du futur (Next Generation Weapon System - NGWS).



L'évolution du contexte stratégique exige que la force terrestre puisse combattre en haute intensité. Elle doit pour cela cultiver son esprit guerrier, sa résilience et se doter d'équipements innovants et connectés, pour mettre en œuvre un véritable combat collaboratif. Les travaux d'études ou de recherche technologique permettront de poursuivre les **efforts de transformation du combat de contact** en préparant notamment les prochains incrément du programme SCORPION et, en coopération avec l'Allemagne, le programme structurant Main Ground Combat System (MGCS) successeur du char Leclerc, et la nouvelle génération d'hélicoptères d'attaque. Le ministère portera notamment l'effort sur :

- **le développement des systèmes automatisés** qui doit permettre de recentrer le combattant sur les tâches à haute valeur ajoutée et leur épargner des tâches dangereuses ou répétitives, fastidieuses et sources d'erreurs ;
- **la protection des plateformes** : les véhicules disposeront d'équipements innovants pour faire face à des menaces variées dans un environnement NRBC tout en accroissant leur furtivité ;



- **une mobilité et une disponibilité accrue des plateformes** : une mobilité performante sera recherchée dans tous les milieux même déstructurés, en particulier en zone urbaine. Par ailleurs, les plateformes seront appelées à bénéficier des dernières technologies civiles en matière de maintenance ;

• **l'amélioration de l'agressivité des systèmes** : des études seront menées sur des systèmes d'armes (canon, roquette, missile, etc.) permettant de réagir vite et à courte distance. Elles couvriront également les capacités de tir au-delà de la vue directe (TAVD).

Les technologies de guidage et de miniaturisation permettront d'améliorer la précision des obus de char, d'artillerie terrestre comme navale ou de mortier et de faire progresser la capacité TAVD. Couplées à l'amélioration des charges propulsives, elles doivent également servir à préparer le Common Indirect Fire System (CIFS), futur système d'artillerie.

Le combattant débarqué bénéficie lui aussi d'un effort marqué dans tous les champs d'action : moyens d'observation améliorés, identification ami-ennemi, protection, énergie, textiles innovants, aide à la mobilité, continuité indoor/outdoor, continuité embarqué - débarqué, monitoring santé...

Dans **le domaine naval**, les travaux d'études et de recherche permettront d'anticiper les évolutions des frégates multi-missions (FREMM), des frégates de défense et d'intervention (FDI) et des sous-marins nucléaires d'attaque (SNA) de la classe Suffren, ainsi que de rénover les frégates de défense aérienne (FDA) Horizon au regard de l'évolution de la menace et des contextes d'emploi. Ils permettront également d'identifier les études nécessaires à la préparation de la future composante porte-avions. Des enjeux analogues à ceux cités pour le combat terrestre (protection, agressivité, développement des systèmes automatisés...) seront notamment poursuivis. Le recours aux drones doit notamment permettre d'étendre les zones couvertes par les capteurs d'établissement de situation tout en éloignant le porteur de la menace.

FMAN /FMC (FUTUR MISSILE ANTINAVIRE / FUTUR MISSILE DE CROISIÈRE)

Emblématique et structurant pour la capacité d'entrée en premier ainsi que pour le futur de la coopération franco-britannique, le projet FMAN/FMC franchira une nouvelle étape en 2021, pour permettre de monter en maturité deux architectures possibles pour le missile : l'une subsonique furtive à turboréacteur et l'autre supersonique à statoréacteur. Ce programme dotera les forces françaises et britanniques à l'horizon 2030 de missiles pour un emploi à partir de frégates et de plateformes aéroportées pour des missions anti-navires et de frappe dans la profondeur.



Version avec turboréacteur



Version avec statoréacteur

cissement de l'environnement et des capacités de déni d'accès. Le canon électrique (railgun) s'inscrit quant à lui dans le processus d'exploitation de ruptures technologiques et de mise à disposition de solutions novatrices.

3.2 AXE D'EFFORT : FUTURES CAPACITÉS STRUCTURANTES DU SYSTÈME DE FORCES « COMMANDEMENT ET MAÎTRISE DE L'INFORMATION »

Les travaux de recherche technologique sur les futurs moyens de communication doivent permettre de préserver la souveraineté nationale sur un « cœur maîtrisé⁽²⁾ », en préparant les briques technologiques spécifiquement militaires dans les domaines haut débit tactique et liaisons de données discrètes.

Les technologies clés essentielles à l'interconnexion des futurs réseaux interarmées hétérogènes seront adaptées pour permettre une plus grande interopérabilité pour les opérations en réseau et en coalition.

⁽²⁾ « Capacité cœur maîtrisé » : noyau dur des moyens de communications utilisés pour les opérations, apportant les garanties nécessaires à l'autonomie d'appreciation et d'action.



L'innovation irriguera enfin **les capacités de frappe dans la profondeur**, de manière à permettre de généraliser les systèmes de détection lointaine, d'étudier les possibilités offertes par les drones en essaim, et l'augmentation de la portée des armements. Les technologies nécessaires pour la future génération de missiles de croisière et anti-navire seront étudiées, en tenant compte du dur-



VIRTUAL MAP est une expérimentation par les forces terrestres, qui vise à tester et évaluer l'apport de la réalité virtuelle dans le cadre du travail collaboratif de préparation d'une mission, à travers un poste de commandement virtuel, autour d'une carte en 3D. ©Thales



© CNES

L'amélioration des capacités de connectivité et de combat en réseau est un enjeu bien réel dans l'ensemble des milieux, permettant de l'inscrire dans un cadre collaboratif interarmées et interalliés.

Dans le domaine des systèmes de communication et des **systèmes d'information et de commandement**, les travaux viseront à établir des liaisons rapides ou réflexes entre différentes plateformes dans tous les milieux. Le combat collaboratif devra ainsi devenir multi-domaines et interarmées ; il sera appuyé par des terminaux multiservices, permettant de bénéficier à la fois de services de communication, de guerre électronique et de radar.

Les innovations issues du secteur civil dans le domaine du **traitement de données en masse et de l'intelligence artificielle**, permettront de faire évoluer :

- les systèmes d'information des armées (en particulier leurs architectures) ;
- les moyens de production des données (hors capteurs), d'hébergement et de traitement. Ils contribueront notamment à accroître le volume des données traitées en provenance des capteurs de renseignement ;
- les services d'environnement géophysique (géographie, hydrographie, océanographie, météorologie). Dans ce secteur, le ministère s'appuiera sur les établissements publics compétents pour la production de telles données.

Le **domaine spatial** connaît des ruptures importantes qui ont mis en exergue de nouvelles vulnérabilités : émergence de nouveaux acteurs, multiplication des mini satellites civils, comportements potentiellement agressifs dans l'espace, débris spatiaux... Pour les prendre en compte, le ministère a établi une stratégie spatiale de défense et portera l'effort en priorité sur les objectifs suivants :

- pérenniser les capacités d'appui spatial aux opérations ;

- préparer de nouvelles capacités souveraines de communications militaires par satellites et de satellites de renseignement ;
- améliorer de la surveillance de l'espace depuis le sol et l'espace ;
- acquérir une capacité de défense active dans l'espace.

Pour atteindre ces objectifs, le ministère s'appuiera sur l'expertise du Centre national d'études spatiales (CNES) et soutiendra l'émergence d'une filière nationale duale du « New Space » sur les enjeux de miniaturisation et de réduction des coûts.

La **maîtrise du cyberspace** est au cœur du double enjeu de défense des infrastructures critiques souveraines de l'Etat et de préservation de l'efficacité opérationnelle de nos forces. Dans ce domaine, où

CELESTE, LA FUTURE CAPACITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE SPATIALE

L'objectif du programme CELESTE est d'assurer à l'horizon 2028-2030 la pérennité de la capacité spatiale de renseignement d'origine électromagnétique (à savoir la capacité de collecte de données en tout point du globe pour permettre la détection, la caractérisation et le suivi des émetteurs susceptibles de représenter une menace).

Les enjeux d'innovation du programme CELESTE sont triple : il s'agit d'exploiter le potentiel des petits satellites et des composants « low cost » pour l'interception de certains signaux depuis l'espace, de tirer profit de l'émergence de nouveaux acteurs et services commerciaux, et de développer des stratégies de calcul ainsi que des algorithmes permettant d'absorber un grand nombre de données.



Vue d'artiste de la composante d'écoute électromagnétique CERES : vol en formation de trois satellites. © Cnes

IRIS, LE FUTUR INSTRUMENT DE RENSEIGNEMENT ET D'IMAGERIE SPATIALE

La composante spatiale optique participe à la veille stratégique, à la planification et à la conduite des opérations militaires en fournissant des images à haute résolution en tout point du globe, de jour comme de nuit.

Le programme IRIS succédera à l'horizon 2028-2032 aux moyens spatiaux ainsi qu'aux moyens sol de la capacité d'observation spatiale MUSIS/CSO actuellement en cours de déploiement. Les innovations apportées sur le programme IRIS visent à améliorer les performances d'observation et à gagner en efficacité ainsi qu'en réactivité. La future capacité bénéficiera des travaux de maturation technologique actuellement menés dans des domaines tels que la réalisation de grandes optiques, la cryogénie spatiale et les technologies de communication spatiale. L'accès, avec une réactivité forte, aux nombreuses sources de données disponibles (notamment commerciales), ainsi que la capacité de traitement d'un volume massif de données constituent les enjeux techniques majeurs de ce programme.



Vue d'artiste du premier satellite de la composante spatiale d'observation CSO. © Cnes 2018

les menaces se multiplient et se perfectionnent, les travaux d'étude ont pour objectifs de :

- maintenir les capacités nationales à un haut niveau technologique afin de créer de manière autonome des produits de sécurité aptes à résister aux menaces cybernétiques les plus avancées ;
- préparer la diffusion des usages de la lutte informatique offensive, en particulier dans les systèmes d'armes ;



© Cnes

- assurer la supériorité opérationnelle dans le domaine de la sphère informationnelle ouverte (réseaux sociaux, blogosphère, etc.), domaine de la lutte informatique d'influence.

L'innovation dans le domaine a aussi vocation à concourir à l'objectif de maîtrise du spectre électromagnétique (en lien avec les autres domaines d'innovation), afin de permettre aux forces en opération de **maîtriser leur empreinte électromagnétique**, de conserver leur liberté d'action et d'en dénier l'usage par l'adversaire.

3.3 AXE D'EFFORT : FUTURES CAPACITÉS STRUCTURANTES DES SYSTÈMES DE FORCES « PROTECTION SAUVEGARDE » ET « PROJECTION MOBILITÉ SOUTIEN »

3.3.1 DÉFENSE SURFACE-AIR ET DÉFENSE NRBC

Le raccourcissement des boucles décisionnelles au profit des opérations nécessitera des systèmes d'exploitation capables de fusionner des informations de nature et de classification différentes, provenant de sources multiples, dans un temps serré.



© ECPAD

Dans le domaine de la Défense surface-air élargie et de la lutte anti-drones, l'amélioration des portées utiles des capteurs et de la puissance de calcul permettront d'accélérer le processus d'identification, de classification et de la menace. Les études technologiques seront lancées pour préparer les futurs outils de commandement et de conduite des systèmes de surveillance et d'aide à la décision, qui seront multi-sources et multi-domaines.

En ce qui concerne la défense NRBC, les enjeux sont d'une part, de maintenir et de développer la capacité souveraine à évaluer le risque et d'autre part de préparer la réalisation des capacités futures.

3.3.2 SAUVEGARDE MARITIME ET PROJECTION STRATÉGIQUE MER

Le retour de la compétition stratégique navale, dans les approches comme dans les zones d'intérêt françaises, impose de rester proactif dans l'évolution de nos capacités. Les travaux d'innovation doivent donc permettre de maîtriser l'espace aéromaritime et d'intervenir, dans un cadre interarmées et interalliés, de la basse intensité jusqu'à la confrontation haute intensité.

En termes technologiques, l'effort portera sur les cinq axes suivants :

- performances des senseurs (en particulier les sonars, y compris sous forme de bouées acoustiques), et des moyens de guerre électronique ;
- application de la robotique au domaine naval : guerre des mines, protection de la force aéronavale, lutte contre la menace asymétrique, etc. ;
- conduite des unités à la mer et leur capacité à durer, dans des conditions de mer plus exigeantes (stabilité, mise en œuvre des embarcations et des sonars remorqués...) ;
- l'amélioration des performances des futurs moyens d'interdiction ;
- la capacité à s'affranchir de la menace sous-marine avec un nouveau système de lutte anti-torpilles.

3.3.3 PROJECTION-MOBILITÉ-SOUTIEN



© MBDA - NX70

Les travaux dans le domaine permettront de disposer des technologies permettant l'insertion des aéronefs (spécialement les drones) dans la circulation aérienne. Les axes technologiques sur lesquels l'effort sera porté sont :

- l'amélioration de la sécurité des vols, grâce au développement de systèmes d'aide au pilotage en conditions visuelles dégradées (automatisation et allègement des tâches des équipages) ;
- la survivabilité des plateformes ;
- les opérations en coopération drones-aéronefs pilotés (hélicoptères et avions) dont les drones évoluant en essaim ;
- l'accroissement de l'autonomie et/ou de la vitesse des systèmes aéronautiques, grâce à l'application des travaux du secteur civil dans le domaine de l'énergie et de la propulsion (électriques, hybrides, distribuées...).

Sur ces sujets seront mis à profit l'expertise de l'ONERA et les développements civils (notamment les futurs systèmes autonomes aériens dans le domaine de la logistique).

COOPÉRATION DRONE/HÉLICOPTÈRE

L'utilisation des drones se fera à l'avenir au sein de systèmes coopératifs, de manière très étroite. Ainsi, un équipage d'hélicoptère sera capable d'assigner aux drones des missions de type renseignement, ou de ciblage pour l'aider dans sa propre mission.



Le développement de la **robotique au sol et près du sol** bénéficiera des technologies d'intelligence artificielle visant à progresser dans le domaine de l'autonomie des robots (fonctions mobilité et fonctions plus tactiques liées à la réalisation de la mission), de la coopération multi-robots, de la conduite semi-autonome des systèmes habités, des exosquelettes/dermosquelettes. Cela permettra d'envisager l'amélioration de sûreté des itinéraires.

Les efforts dans les domaines de la **mobilité** (hybridation des véhicules, technologie moteur), de la **logistique** (instrumentations et traitement des données de masse), de l'**énergie** (autonomie des systèmes, énergies alternatives), seront réalisés avec le recours aux technologies duales. Une veille technologique active sera mise en place afin de détecter tout éventuel gap technologique et d'évaluer les applications potentielles au profit de la Défense.



L'exosquelette est une structure bio-mécatronique active (assistée par un moteur), qui est appareillée sur le corps humain en vue de l'assister dans ses mouvements ou de restaurer sa mobilité. Le but n'est pas d'amplifier les capacités, mais d'étendre l'endurance du soldat ou son aptitude physiologique après un effort.

© SAFRAN -Exosquelette

3.4 AXE D'EFFORT : SOUTIEN DU COMBATTANT, LOGISTIQUE, MAINTIEN EN CONDITION OPÉRATIONNELLE (MCO)

Le ministère doit bénéficier des innovations numériques et technologiques à disposition des entreprises et adapter celles qui peuvent l'être à la



Expérimentation de tractage assisté d'aéronefs lancée par l'Innovation Défense Lab par et pour l'Armée de l'air, afin d'automatiser et de simplifier certaines fonctions comme l'approche de l'avion.

© Loïse Guillout – Armée de l'air

réalité des opérations, en recherchant des partenariats avec les acteurs économiques de ces secteurs.

En particulier, les efforts principaux pour le MCO visent à faire monter en maturité les briques de base nécessaires à la mise en place d'une maintenance prévisionnelle exploitant l'ensemble des données produites lors de l'utilisation et du soutien des systèmes d'armes – données dont la captation et l'exploitation sont au cœur des enjeux d'innovation de ce domaine. Dans le domaine des concepts et moyens de maintenance, de nouvelles chaînes de test, les systèmes embarqués à vocation de maintenance et concepts de maintenance basés sur l'état réel des matériels seront étudiés.

Parmi les domaines technologiques d'intérêt pour le soutien des forces, on peut notamment citer :

- **les objets connectés** pour, d'une part, gagner en efficience logistique et, d'autre part, garantir la traçabilité et la continuité du soutien dans les domaines du facility management (traitement des déchets à titre d'exemple), de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires et de l'habillement ;
- **la fabrication additive** et ses implications potentielles sur l'organisation du soutien ;
- **la réalité augmentée**, qui offre aussi des opportunités dans les domaines de la simulation, de la formation et de la maintenance dont le ministère doit étudier les apports ;
- **les textiles intelligents** : fibres connectées, textiles furtifs...
- **la gestion optimisée des ressources en eau et en énergie** (cf. §3.9 infra) et la réduction des déchets en opération.

3.5 AXE D'EFFORT : SANTÉ DU COMBATTANT

Dans le champ de la prévention, les travaux viseront en premier lieu à identifier et caractériser les risques pour la santé des environnements d'emploi des armées. Les progrès des techniques d'hygiène et de protection contre les agents infectieux, les innovations sur l'ergonomie des systèmes d'armes et sur la sécurité des missions, participent également à cette mission de prévention.



© ADC Didier / IRBA / SSA

Pour les pratiques de soin, les innovations recherchées portent sur le **diagnostic et la prise en charge** :

- **en situation isolée**, en utilisant des techniques robustes et facilement déployables, avec le recours éventuel à des acteurs distribués en réseau, à la télémédecine et la robotique ;
- **en situation de crise**, avec un afflux massif de blessés, une désorganisation des moyens et une incertitude élevée sur l'évolution ;
- en réponse à des agressions liées au milieu d'emploi (ballistique, infectieux, psychologique, NRBC).

Les innovations en matière de reconstruction tissulaire et de réhabilitation en période postcritique seront également recherchées.

L'évaluation des performances physiques et cognitives des militaires ainsi que des risques auxquels ils sont exposés au cours de leur carrière sont aussi un axe d'effort qui permet de déterminer l'aptitude à l'emploi, d'adapter les conditions d'exercice et de documenter la décision d'aptitude (initiale ou après un épisode pathologique).



Expérimentation d'une méthode d'évaluation de l'état cognitif (charge mentale et stress) à partir de l'analyse de l'activité cérébrale du soldat en situation de pilotage de véhicules blindés.
© Armée de Terre

3.6 AXE D'EFFORT TRANSVERSE : INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Le rapport « l'intelligence artificielle au service de la Défense » publié en septembre 2019 définit 7 axes d'efforts prioritaires, pour lesquels il s'agit de doter les armées de nouvelles capacités : aide à la décision en planification et en conduite, combat collaboratif, cybersécurité et influence numérique, soutien logistique et maintien en condition opérationnelle, renseignement, robotique et autonomie, soutien.

En synergie avec le volet recherche de la stratégie gouvernementale en matière d'IA, la mise en place d'un premier partenariat a été conclu avec l'Inria, dont l'expertise scientifique de niveau mondial dans le domaine de l'IA contribuera à préparer ses futurs systèmes opérationnels et leurs évolutions. Les partenariats se poursuivent, avec notamment la mise en place d'un nouvel accord en 2020 avec le Centre National de Recherche Scientifique (CNRS).

Le recours à l'IA pour le ministère des Armées présente des spécificités qui nécessitent un effort particulier dans la conception des chaînes algorithmiques. En effet, le secteur de la défense utilise des données issues de capteurs militaires spécifiques (radars, sonars, systèmes opto-niques, équipements de guerre électronique) aux-quels le secteur civil a peu accès. Ces différences font notamment apparaître de réels enjeux techniques, mais également scientifiques, à conduire.

La recherche d'une IA « **robuste, explicable et demain certifiée** ; d'une IA embarquable, frugale c'est-à-dire peu gourmande en données et en énergie ; et enfin, d'une IA capable d'accomplir des tâches critiques en environnement contraint » est également un enjeu majeur lié à l'emploi de l'IA dans les systèmes militaires, et

d'une manière générale, dans tous les systèmes critiques.

Au-delà de l'intégration de l'IA dans les systèmes opérationnels, les armées ont besoin de pouvoir plus largement exploiter l'IA dans leur dynamique de transformation numérique et explorer ses apports et ses implications potentielles dans toutes leurs activités.

Par ailleurs, le ministère attache une grande importance au développement d'une IA de confiance reposant non seulement sur une **maîtrise technique, mais aussi éthique, des enjeux**. C'est la raison d'être du comité d'éthique ministériel installé en 2020 qui sera étroitement associé aux travaux dans le domaine.

Il s'agit donc de mobiliser tout le potentiel de l'IA au service des objectifs de la politique d'innovation de défense, supériorité opérationnelle et performance du ministère, en recherchant le niveau d'autonomie stratégique nécessaire à sa maîtrise dans la durée.

3.7 AXE D'EFFORT TRANSVERSE : L'ÉNERGIE

Afin de préserver la sécurité de nos approvisionnements et d'intégrer la transition énergétique dans les orientations capacitaires tout en garantissant la supériorité opérationnelle de nos Forces, le ministère des Armées a élaboré une stratégie en matière d'énergie, dans laquelle l'innovation joue un rôle majeur. Cette dernière doit en particulier permettre de limiter les émissions de carbone des équipements, plates-formes ou emprises et d'optimiser leur consommation, alors que le besoin en énergie pour répondre à l'exigence de supériorité opérationnelle est croissant.

Le ministère s'appuiera autant que faire se peut sur les technologies civiles, tirées par un marché très dynamique, tout en assurant les adaptations nécessaires aux cas d'usage militaires. Sont par exemple envisagées l'expérimentation de bio-carburants sur avions de combat, l'intégration de propulsions hybrides sur véhicules terrestres, le déploiement de réseaux haute tension sur certains navires, ou le test de piles à combustibles sur des camps en opérations extérieures. Certaines technologies militaires spécifiques (par exemple alimentations impulsionales à très haute performance, piles thermiques...) nécessiteront des projets de recherche ou des projets de technologies de défense. Sera ainsi lancé dès 2020 le projet GENOPTAIRE⁽³⁾, qui a pour objectif d'optimiser l'énergie sur les plates-formes militaires et de développer des indicateurs d'efficacité énergétique.



⁽³⁾ Gestion énergétique optimisée des plateformes militaires.

UN NOUVEL ÉLAN POUR LE DÉVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES QUANTIQUES

Les enjeux de souveraineté et de croissance économique liés à la maîtrise des technologies quantiques ont conduit le gouvernement à lancer les travaux d'élaboration d'une feuille de route, sur la base des constats et propositions de la mission parlementaire conduite par la députée Paula Forteza. Le ministère des Armées est étroitement associé à ces travaux et a d'ores et déjà prévu de consacrer 30 M€ aux technologies quantiques sur la période de la LPM 2019-2025. Ce budget permettra de financer un large spectre de projets, allant de la recherche exploratoire jusqu'à l'intégration de technologies quantiques dans des opérations d'armement. On peut par exemple citer :

- le lancement d'un appel à projets thématique en 2020, en partenariat avec l'ANR ;
- le développement d'un premier équipement opérationnel intégrant un gravimètre quantique, au profit du programme « Capacité Hydrographique et Océanographique du Futur ».

Le ministère peut s'appuyer sur une communauté académique au meilleur niveau et sur des acteurs industriels aux compétences avérées dans le domaine du quantique. L'objectif est d'assurer à terme la disponibilité de solutions technologiques adaptées aux cas d'usage défense, qui incluent souvent des problématiques particulières de tenue à l'environnement et de miniaturisation.

3.8 AXE D'EFFORT TRANSVERSE : TECHNOLOGIES ÉMERGENTES ET DE RUPTURE

Notre positionnement sur le champ de bataille de demain dépend, en partie, de notre capacité à identifier et faire mûrir des ruptures technologiques. Outre l'**intelligence artificielle** évoquée précédemment et ses corollaires dans le domaine de la robotique, on peut citer notamment les thématiques suivantes :

- **technologies quantiques** (cf. encadré) ;
- **planeur hypersonique** : le démonstrateur dédié à la montée en maturité des technologies afférentes a été lancé en 2019. Il comprend notamment l'essai en vol d'un véhicule manœuvrant expérimental prévu d'ici fin 2021 ;
- **armes à énergie dirigée** (armes électromagnétiques, armes laser...) : une exploration transverse de ces technologies permettra de répondre aux besoins identifiés dans les différents milieux ; l'importance qui y est attachée a conduit à faire de cette thématique un « domaine d'innovation⁽⁴⁾ » à part entière ;
- outre les technologies quantiques, de nombreuses **technologies de capteurs** justifient un effort soutenu. Sont en particulier concernés le domaine des radars (radars à émission colorée, radars cognitifs) et celui de l'optronique (capteurs multi-spectraux) ;
- font enfin l'objet d'une attention particulière les **technologies des composants critiques** (déTECTEURS infrarouge, composants numériques...) et les filières industrielles associées afin d'assurer une sécurité d'approvisionnement, ainsi que les technologies émergentes transverses (matériaux furtifs, fabrication additive, traitements radar, nouvelles technologies optroniques, MEMs iner-

tiels, ...) et leur intégrabilité dans les futurs systèmes de défense.

3.9 AXE D'EFFORT : PROSPECTIVE ET RECHERCHE STRATEGIQUE

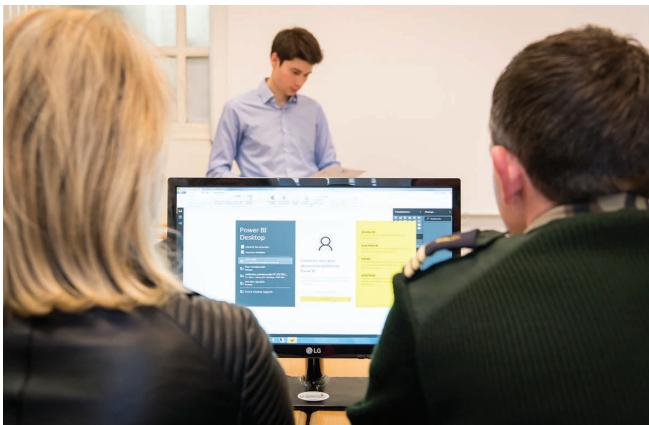
Dans un contexte stratégique incertain et complexe, la défense a plus que jamais besoin d'étudier et de comprendre les grands enjeux stratégiques internationaux et les nouvelles formes de la conflictualité. À cette fin, le ministère des Armées soutient la recherche stratégique française dans le domaine des sciences humaines et sociales (SHS) via le « Pacte Enseignement Supérieur » lancé en 2015, le dispositif contractuel en matière d'études externalisées (EPS ; observatoires ; contrats-cadres) ainsi que l'institut de recherches stratégiques de l'école militaire. Ces trois vecteurs, exploités en synergie, doivent :

- contribuer à faire émerger une filière académique des « war studies » à la française ;
- encourager les logiques d'hybridation entre SHS et approches technologiques notamment big data ;
- favoriser l'employabilité des jeunes chercheurs en recherche stratégique.

3.10 AXE D'EFFORT : ADMINISTRATION GENERALE

Deux principes majeurs caractérisent le domaine de l'administration générale : la **continuité de l'innovation** entre le milieu opérationnel, l'environnement de soutien et l'**agilité administrative** contribuant à adapter en permanence et simplifier autant que nécessaire l'outil de défense.

⁽⁴⁾ Cf. encadré p.8



Le ministère des Armées poursuit en conséquence une politique visant à améliorer sa capacité d'innovation organisationnelle et managériale. Il s'agit de diffuser et d'adopter des processus, des outils, des modes de fonctionnement nouveaux, intuitifs et centrés sur l'expérience usager. En outre, ils doivent être accessibles autant sur site qu'à distance permettant ainsi d'anticiper les périodes de crise telle que celle ayant résulté de la pandémie de COVID-19 au printemps 2020.

Pour les métiers administratifs, des solutions seront notamment recherchées pour :

- développer des capacités de partage de données en temps réel et de conception collaborative ;
- assurer la sécurité, l'intégrité et la traçabilité des échanges notamment avec les technologies blockchain ;
- développer des capacités d'analyse prédictive, corrélation et traitement de données massives pour faciliter l'aide à la décision ;
- concevoir et réaliser des bâtiments intelligents ;
- automatiser les tâches répétitives et chronophages pour les processus métier à flux fortement transactionnels (RH, contrôles en clôture de compte, approvisionnement, traitement des factures...) ;
- automatiser la production de documents à partir de contenus existants (questions parlementaires, notes d'exécution budgétaire, ...) grâce à des robots logiciels de recopie de données ;
- accélérer et automatiser la recherche et l'identification de la « bonne » information en s'appuyant notamment sur des IA « de confiance » particulièrement dans les domaines juridique et RH ;
- simplifier les environnements de travail en personnalisant et fluidifiant les interfaces (interrogation en langage naturel), en offrant un « bureau digitalisé » complet et intégré, permettant le nomadisme et en « augmentant » les agents grâce à des assistants personnels virtuels ;

- mettre en place de nouveaux modèles d'apprentissage en continu, en exploitant les formats ludiques de mise en situation (serious games, réalité augmentée et simulation, places de marché de formation, formation à distance) pour accélérer les apprentissages des collaborateurs ;
- valoriser le patrimoine de la Défense et favoriser le lien armées-Nation en utilisant les techniques numériques les plus avancées (réalité virtuelle dans les musées, reconnaissance faciale dans des images d'archives...)
- repenser les modèles d'employabilité et de recrutement, en développant des programmes d'acquisition de talents, en exploitant les techniques des sciences comportementales et cognitives.

Un potentiel important d'innovation dans tous ces domaines réside dans une meilleure appréhension de la valeur stratégique des données.



Projet Maison numérique des blessés et familles : plateforme numérique en faveur des militaires blessés et de leurs familles visant à leur simplifier et moderniser les démarches administratives.

4. ACCÉLÉRER, PASSER A L'ÉCHELLE

4.1 UN PROCESSUS UNIFIÉ SOUS L'ÉGIDE DE L'AGENCE DE L'INNOVATION DE DÉFENSE

La création de l'Agence a, dans un premier temps, permis de regrouper en son sein un ensemble de dispositifs de soutien de l'innovation précédemment répartis entre différentes entités du ministère et de les enrichir grâce notamment à l'instauration de la cellule innovation ouverte et de l'Innovation Défense Lab.

L'Agence s'est attachée, dans un deuxième temps, à sortir d'une logique structurée par dispositifs (constituant autant de guichets presque indépendants) pour faire prévaloir une approche par types de projets, aux finalités bien établies.

- projets de technologies de défense (PTD), qui structurent les capacités futures ;
- projets de recherche (PR) pour explorer les technologies d'intérêt défense dans une logique de long terme ;
- projets d'accélération de l'innovation (PAI) pour agir rapidement en réponse à des besoins opérationnels ou à des opportunités ;



Projet de technologies de défense

Préparer les technologies de défense de demain avec les projets de technologies de défense (PTD) qui portent à maturité les technologies nécessaires aux besoins militaires.



Projet d'accélération de l'innovation

Accélérer l'innovation avec l'écosystème civil grâce aux projets d'accélération de l'innovation (PAI). Ils visent à capter l'innovation issue du marché civil afin de les déployer au plus tôt.

STRUCTURATION EN MODE « PROJET »



Projet d'innovation participative

Encourager l'innovation provenant du ministère grâce aux projets d'innovation participative (PIP) qui permettent à tout personnel, civil ou militaire, du ministère des Armées et de la Gendarmerie nationale de proposer un projet innovant.



Projet de recherche

Permettre de détecter et faire émerger les futures technologies stratégiques avec les projets de recherche (PR) auprès d'universités, d'organismes de recherche, d'écoles ou de certaines entreprises.

- projets d'innovation participative (PIP) pour les innovateurs internes du ministère.

Ces projets, hors PTD, majoritairement mis en œuvre via des modalités d'innovation ouverte, peuvent être financés au travers de dispositifs de subventions (c'est le cas des PR et de certains PAI) ou par des marchés publics. L'Agence poursuit la recherche de synergies avec des opérateurs civils de référence, comme la Direction générale des entreprises, BPI France, ou l'Agence nationale de la recherche.

Tout en tenant compte des particularités liées aux modes de financement et aux gouvernances conjointes mises en place avec les opérateurs civils, l'Agence met progressivement sur pied un mode de sélection unifié des projets, au travers d'un processus de « labellisation » impliquant à la fois experts et opérationnels. Les projets labellisés répondent à deux critères prioritaires : leur caractère innovant et leur intérêt pour la Défense. La mise en place d'un guichet unique a permis de structurer la collecte et l'instruction des projets afin d'orienter plus rapidement les innovateurs

UN GUICHET UNIQUE POUR FACILITER L'ACCÈS DES INNOVATEURS À L'INNOVATION DE DÉFENSE

Le guichet unique de l'Agence remplit le rôle d'information et d'assistance dans les démarches d'innovation afin de :

- simplifier le parcours client (renseignements, fluidité de la démarche de dépôt d'un dossier, suivi de l'instruction) ;
- optimiser le traitement du projet ;
- permettre au déposant d'obtenir une réponse quant à l'éligibilité de son projet dans un délai restreint.

Un point d'entrée unique pour la soumission et le traitement des projets d'innovation ouverte qu'ils soient, internes ou externes au ministère :

<https://www.defense.gouv.fr/aid/deposez-vos-projets>

vers le dispositif le plus adapté à leur projet. Enfin, l'instauration du comité permanent d'accélération de l'innovation permet un suivi des projets d'accélération d'innovation partagé entre l'ensemble des acteurs du ministère et de préparer le passage à l'échelle des innovations.

4.2 RENFORCER LE PROCESSUS D'ACCÉLÉRATION DE BOUT-EN-BOUT

Les évolutions mises en œuvre par l'Agence visent *in fine* à instaurer un processus d'accélération de l'innovation de bout-en-bout, c'est-à-dire depuis la phase d'idéation jusqu'au déploiement opérationnel. Ce processus de bout-en-bout d'accélération de l'innovation est amorcé. Il s'agit maintenant de le renforcer et de le fluidifier davantage afin de limiter les ruptures dans le soutien à un projet. Dans ce but, plusieurs évolutions sont en cours de mise en œuvre ou à l'étude.

Ainsi, conçue en lien avec l'ANR, l'**évolution du dispositif ASTRID maturation permettra, dès 2020, d'instaurer trois dates de dépôt des projets échelonnées dans le cadre de l'appel à projets annuel. Ceci permettra un accès plus souple à ce dispositif.** En complément, une réflexion plus globale est en cours afin de favoriser la transition des projets entre les laboratoires et les entreprises.

En ce qui concerne les projets d'accélération de l'innovation, le recours accru aux marchés publics permet aujourd'hui d'apporter un moyen d'accompagnement des projets, complémentaire des modes de subvention comme le dispositif RAPID. Le moyen le mieux adapté pour soutenir un projet est ainsi choisi en fonction des critères du projet et des objectifs visés (niveaux de maturité – technologique, économique et utilisateur –, caractère dual du projet, gestion de la propriété intellectuelle, déploiement opérationnel envisageable à l'issue, etc.).

Les évolutions catalysées par l'Agence depuis sa création ont permis tout à la fois d'enrichir la boîte à outils des dispositifs, de simplifier l'accès des innovateurs à ceux-ci, et de replacer plus fortement ces dispositifs au service de finalités clairement établies.

Cette palette d'outils doit cependant être encore renforcée afin de pouvoir accompagner le développement de certaines entreprises en investissant dans leur capital, c'est l'objet du nouveau fonds d'investissement, pour accélérer l'innovation de défense, en gestation.

Enfin, il s'agit de faciliter le passage à l'échelle des projets, notamment au sein des opérations d'armement, en consolidant la gouvernance mise en place (comité permanent d'accélération de l'innovation), en poursuivant la structuration des processus et en développant la culture de l'innovation au sein du ministère des Armées.

DÉPASSER LE MODÈLE DES TRL (TECHNOLOGY READINESS LEVEL)

Traditionnellement dans le secteur de la Défense, la maturité est mesurée sur l'échelle des TRL (Technology Readiness Level ou niveau de maturité technologique), conçue par la NASA en 1974 et formalisée en 1989. Bien qu'utile car constituant un standard universel, cette échelle est insuffisante pour mesurer la maturité d'une innovation et encore moins celle d'un acteur économique.

En effet, si une innovation naît de la rencontre entre une technologie, un marché et un financement, le TRL ne mesure que la première dimension. C'est la raison pour laquelle l'Agence propose d'enrichir la grille de lecture en évaluant non seulement la maturité technologique, mais également la maturité marché d'un projet innovant. Cette dernière consiste à évaluer le niveau de maturité de l'acteur économique sur son marché cible : comment la start-up se finance-t-elle et quelles sont ses sources de revenus ? Sera-t-elle capable de servir son marché cible prioritaire ? À quelle échéance et avec quel niveau d'investissement ?

Enfin, il est nécessaire de mesurer une troisième dimension : la maturité utilisateur. Celui-ci est-il en train de sonder une technologie, de s'interroger sur un concept ou cas d'usage ? Est-il déjà mûr pour une expérimentation et un déploiement ?

L'Agence est attentive à prendre en compte ces trois niveaux de maturité : la maturité technologique, la maturité de l'acteur économique vis-à-vis de sa cible initiale et prioritaire et enfin la maturité de l'utilisateur final (interne). La logique d'accélération des projets d'innovation ouverte, promue par son pôle Innovation Ouverte, s'inscrit dans cette vision : financer la maturation sur tous ces axes, et non le seul axe technique, afin de déployer le plus rapidement possible l'innovation détectée.

4.3 ACHETER L'INNOVATION, INNOVER EN ACHETANT

La plus grande partie du financement de l'innovation de défense (plus de 80 %) prend aujourd'hui la forme de marchés publics. La commande publique est une boîte à outils très riche qui permet d'acheter de l'innovation et d'innover en achetant et qui nécessite d'évoluer du fait de :

- l'accélération de l'évolution des technologies et des besoins ;
- les évolutions rapides du paysage des acteurs économiques dans certains domaines ;

- les attentes accrues de réactivité et d'agilité pour la montée en maturité des innovations jusqu'au passage à l'échelle.

Il s'agit donc d'accroître la réactivité du processus d'acquisition et la flexibilité des marchés publics passés par le ministère, pour mieux répondre à ces attentes. **L'enjeu essentiel réside dans une meilleure gestion des incertitudes inhérentes à l'innovation et dans la prise en compte du délai comme partie intégrante de la performance attendue.**

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

Afin de répondre aux enjeux de l'intégration de l'innovation dans les capacités déployées, les acteurs de la conduite des programmes d'armement peuvent désormais tirer parti des nouvelles dispositions, plus souples, introduites par l'instruction ministérielle sur la conduite des opérations d'armement révisée en 2019. Des architectures techniques ouvertes, l'identification précoce des opportunités, et des méthodes de management de projet adaptées à la gestion de l'incertitude sont favorisées. Le processus de gestion de configuration est mis à profit pour intégrer des évolutions innovantes.

L'approche « capacitaire renforcée » permet également d'ouvrir des opportunités d'innovation par une prise en compte plus globale du besoin capacitaire, ne reposant pas uniquement sur les grands systèmes d'armes.

4.5 LE SOUTIEN AUX ENTREPRISES INNOVANTES

Le ministère des Armées doit pouvoir s'appuyer sur une base industrielle nationale performante et pérenne, mais également dotée d'une forte capacité d'innovation. Outre les grands champions industriels de défense, cette base industrielle est constituée de plusieurs centaines de PME, TPE et start-up que le ministère soutient dans leurs projets d'innovation et leur développement à long terme. Ainsi, le plan « action PME », réaffirme la volonté du ministère d'orienter prioritairement ses dispositifs vers ces entreprises innovantes. Mais au-delà du soutien financier, le ministère des Armées dispose d'atouts considérables pour soutenir les entreprises innovantes françaises :

- des cas d'usage : le ministère des Armées, est en mesure de proposer à ces entreprises des cas d'usage exigeants et valorisables pour leur permettre de s'ouvrir aux marchés défense nationaux et internationaux. On peut citer par exemple la cartographie d'un bâtiment sans GPS,

DYNAMISER L'ACQUISITION DE L'INNOVATION OUVERTE

Afin d'accélérer les projets d'innovation ouverte, l'Agence de l'innovation de défense a ajouté à sa panoplie de dispositifs une capacité de passation agile et réactive de marchés publics. Cette capacité est assurée par une cellule achat dédiée du Service des achats d'armement de la DGA.

Une fois le projet sélectionné et structuré par l'Agence, et s'il est éligible aux dispositions de la commande publique favorisant l'innovation (dispositions existantes du code ou du décret 2018-1225), la cellule achat est en mesure de passer un marché d'accélération d'innovation en moins de 3 semaines.

Pour cela la cellule a mis en place en 2019 un nouveau modèle de marché type de quelques pages particulièrement adapté à la réalisation et l'expérimentation de maquettes, démonstrateurs, voire prototypes innovants, déjà utilisé à une vingtaine de reprises.

C'est ainsi que l'Agence a pu lancer :

- quatre appels à proposition thématique sur des domaines très variés allant de solutions d'antennes résistantes au brouillage et au leurrage GNSS à des solutions innovantes dans le domaine du MCO aéronautique ;
- des compétitions visant à comparer des objets innovants sur terrain d'expérimentation concret et les faire monter en maturité, pouvant ainsi déboucher jusqu'à l'acquisition en série.

Les outils et méthodes de sourçage de l'Agence, qui complètent l'expertise existante, ont également été affûtés au fil de l'expérience acquise, offrant une capacité efficace de sondage du tissu particulièrement dynamique des opérateurs économiques innovants.

UN ACCÈS FACILITÉ À DES CAPACITÉS D'EXPÉRIMENTATION

La disponibilité des moyens d'essais et d'expérimentation constitue souvent un frein pour le déploiement de l'innovation.

Afin de permettre aux PME/ETI ou aux innovateurs internes du ministère d'accéder plus facilement, dans un processus de soutien à l'innovation post labellisation, à des moyens d'essais, l'Agence, en concertation avec les centres d'expertise et d'essais de la DGA, étudie l'opportunité de mettre en place, dans la planification de certains moyens d'essais des périodes dédiées à l'accueil de tests d'innovations.

Cette initiative structurera les appels à projets avec la perspective d'organiser plus facilement les expérimentations avec les experts de la DGA et les utilisateurs opérationnels. L'accès ainsi facilité aux moyens techniques et humains du ministère des Armées permettra aux PME/ETI de consolider leurs produits ou services, et le cas échéant les adapter au mieux à un usage militaire.

En application de l'action 9 du plan action PME, l'efficience du dispositif sera évaluée après une année de tests sur des moyens jugés les plus pertinents.

la protection d'une emprise militaire, l'utilisation d'exosquelettes en opération, etc. Ces sujets peuvent notamment donner lieu à des ateliers de réflexion mixtes entreprises – ministère des Armées organisés par l'Innovation Defense Lab ;

- **de la compétence technique et managériale, des moyens d'essais et d'expérimentation :** l'innova-

tion ouverte permet de mettre en relation ces entreprises avec les acteurs du ministère, pour les accompagner dans leur développement tout en faisant bénéficier le ministère des innovations qu'elles portent. A titre d'exemple, la mise en place du dispositif RAPID-Expé en 2017 a permis une appropriation des technologies par les militaires de terrain et favorise un échange autour d'un prototype entre les utilisateurs et les entreprises ;

- **des marchés futurs :** le ministère des Armées est le premier acheteur de l'État. Après une phase d'innovation réussie les entreprises innovantes peuvent en effet se positionner sur les marchés défense ;
- **des leviers** pour favoriser la consolidation des entreprises ainsi soutenues.

Pour développer encore ses capacités à soutenir les entreprises innovantes, le ministère des Armées étudie la création d'un fonds de développement pour les PME et ETI déjà engagées dans l'environnement Défense (cf. encadré page suivante). En effet, bien que l'approche par marché public sur les études amont permette une très bonne intégration de l'innovation au sein des opérations d'armement, elle conduit cependant à multiplier les investissements avec chacun des maîtres d'œuvre sans possibilité de développer une *supply chain* mutualisée lorsque cela est pertinent, conduisant à un morcellement des acteurs qui n'atteignent pas une taille suffisante pour être leader européen sur leur marché.

En synthèse, les nouvelles méthodes d'acquisition de l'innovation d'une part, et l'optimisation des financements d'autre part, permettent de redynamiser l'investissement dans l'innovation de défense.

UN NOUVEAU FONDS D'INVESTISSEMENT POUR ACCÉLÉRER L'INNOVATION DE DÉFENSE

L'Agence fait le constat des imperfections du marché suivantes :

- un positionnement sur le court-moyen terme de la grande majorité des fonds, écartant des sociétés proposant des innovations aux temps de développement structurellement au-delà de cette fenêtre temporelle ;
- un tropisme vers l'innovation numérique, rendant difficile l'accès aux financements pour les sociétés portant des projets « hardware » nécessitant des investissements plus importants avec un retour sur investissement plus long ;
- un manque d'expertise dans le domaine de la Défense des équipes des fonds ;
- un modèle économique des fonds fondé sur le retour sur investissement par cession des actifs ; les fonds limitent ainsi les prises de participations dans des sociétés pouvant avoir des activités trop marquées Défense. Ces dernières étant régulées par la puissance publique, les investisseurs considèrent à juste titre que cela conduira à défavoriser des sorties potentielles rentables.

En réponse à ces constats, l'Agence propose la création d'un fonds d'investissement de souveraineté de capital-risque pour soutenir la croissance et le développement de start-up, PME et ETI dont le développement est tiré par l'innovation et pouvant intéresser le secteur de la Défense. L'objectif serait de faire émerger de nouveaux acteurs ayant la taille critique au niveau national puis européen. La création de ce fonds a pour objectif d'orienter les financements disponibles sur le marché sur les thématiques Défense.

Les caractéristiques principales de la thèse d'investissement envisagée sont ainsi les suivantes :

- phase de capital-risque de manière privilégiée sur les stades avancés de « série B » à « Growth », intervention plus amont de manière exceptionnelle (amorçage et série A) ;
- entreprises innovantes ayant fait la preuve de son modèle économique sur un marché primaire hors défense et dont les technologies, produits ou services innovants peuvent intéresser le ministère des Armées ;
- prise de participation minoritaire et investissement « patient ».

La thèse d'investissement portera sur des thématiques technologiques transversales et duales (usages civils et militaires) dont notamment l'énergie, l'intelligence artificielle, les technologies quantique, l'électronique et les composants, la santé, les matériaux.

5. PARTAGER

Au plan national, la politique d'innovation du ministère des Armées s'inscrit pleinement dans la politique nationale de soutien à l'innovation. Le ministère développe notamment des partenariats étroits avec le ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation (MESRI) pour favoriser les recherches académiques sur des thématiques d'intérêt pour la Défense et leur transfert vers l'industrie, ainsi qu'avec le ministère de l'économie pour coordonner les efforts en soutien à l'industrie française, en recherchant chaque fois les conditions d'une intervention différenciante, permettant d'orienter les travaux – souvent duaux par essence – vers des problématiques défense, tout en veillant à ne pas obérer le potentiel de valorisation civil.

A l'international, l'Union européenne constitue plus que jamais un cadre de coopération majeur, à l'instar des récentes initiatives communautaires en matière de défense et plus particulièrement la création du Fonds européen de défense (FEDef). La France s'appuie également sur des partenaires de référence via des coopérations bilatérales avec, en particulier, l'Allemagne et le Royaume-Uni.

5.1 UNE IMPLICATION FORTE DANS LA STRATÉGIE NATIONALE DE RECHERCHE ET D'INNOVATION

Le ministère des Armées a la volonté de jouer pleinement son rôle dans l'écosystème national d'innovation. Cette volonté se traduit par une implication forte dans le Conseil de l'Innovation et par des relations étroites avec les ministères en charge

de la politique d'innovation dans le domaine civil. Le ministère des Armées apporte ainsi sa contribution à la stratégie nationale de recherche et d'innovation. Cette relation interministérielle de niveau politique se décline au niveau opérationnel dans les relations étroites établies entre l'Agence et, notamment, la Direction générale des entreprises (DGE), la Direction générale pour la recherche et l'innovation (DGRI), le Secrétariat général pour l'investissement (SGPI), ou la Banque publique d'investissement (BPI France).

Le ministère des Armées participe également aux travaux des Comités stratégiques de filière (notamment aéronautique, navale, sécurité), à la politique de pôles de compétitivité ainsi qu'à la sélection des « grands défis » financés par le fonds pour l'innovation et l'industrie.

5.2 DES PARTENARIATS SOLIDES AVEC LA RECHERCHE ACADEMIQUE

Souvent aux prémices des ruptures technologiques, la recherche académique construit un socle étendu de savoirs et de savoir-faire essentiels à l'innovation et en particulier à l'innovation

UNE SYNERGIE INTERMINISTÈRIELLE AU PRISME DE LA LUTTE CONTRE LA COVID-19

Plusieurs initiatives ont été lancées en vue de stimuler l'innovation en réponse à la pandémie COVID-19, en particulier des appels à projets émanant du MESRI (appel flash ANR, appel recherche-action ANR, appel à projets de court terme coordonné par le comité CARE), la task force masques pilotée par la DGE, et l'appel à projets lancé par l'Agence. La coordination opérationnelle entre les services a permis de démultiplier les capacités de captation, et l'orientation rapide des meilleurs projets vers les guichets les plus pertinents.

de défense. Elle est portée en France par un vaste réseau de laboratoires de haut niveau s'appuyant sur des chercheurs relevant d'universités, d'organismes de recherche, d'écoles. Le ministère des Armées a construit depuis de nombreuses années des partenariats solides avec la recherche académique, avec le souci permanent de valoriser ses

UNE NOUVELLE STRATÉGIE D'INVESTISSEMENT DANS LA RECHERCHE EXPLORATOIRE

En investissant dans la recherche exploratoire, le ministère des Armées ambitionne de préparer le futur au-delà du « besoin militaire prévisible », dont l'horizon est typiquement une quinzaine d'années. Il soutient ainsi des projets à bas, voire très bas, niveau de maturité technologique (TRL), en particulier sur des sujets émergents et porteurs de rupture potentielle.

Le ministère souhaite également renforcer l'efficacité et l'efficience de son investissement dans la recherche, par exemple en encourageant la synergie entre dispositifs et entre acteurs (de la recherche académique et de l'industrie notamment) pour favoriser l'accélération et la valorisation des résultats, afin que les bonnes idées trouvent un débouché rapide, ou en introduisant davantage de souplesse dans l'allocation des budgets à ces dispositifs pour assurer la montée en TRL et soutenir plus efficacement les meilleurs projets.

Le principe général gouvernant cet investissement est qu'il soit différenciant, c'est-à-dire permettre de financer des travaux qui ne seraient pas conduits, ou pas orientés dans les directions d'intérêt pour la Défense, sans cette intervention.

En cohérence avec ces objectifs, le ministère a la volonté d'accroître l'impact de sa relation avec la communauté académique. Cela passe notamment par une plus grande focalisation des investissements vers les thématiques majeures d'intérêt pour la Défense, au travers de partenariats stratégiques avec des acteurs de référence ; des partenariats structurés présentent notamment l'avantage d'inscrire certains projets dans la durée et d'envisager les financements de manière globale et non segmentés par type de dépense (allocation doctorant, financement laboratoire, etc.) ; l'Agence prévoit par exemple de lancer en 2020 des partenariats concernant l'énergie, en cohérence avec la stratégie du ministère sur le sujet, ou les « matériaux chauds » pour moteurs d'avions de combat, sous la forme d'une chaire industrielle ;

L'Agence veillera néanmoins à conserver une composante « ouverte » très significative permettant de capter des propositions de l'ensemble de la communauté académique ; c'est ainsi qu'un appel à projets thématique sur les technologies quantiques sera lancé cette année, en complément d'appels large spectre.

résultats et consolider ses liens avec le monde socio-économique au travers d'outils tels que des laboratoires communs, des spin-off, de chaires industrielles, des dispositifs type label Carnot, des thèses CIFRE,...

Le ministère des Armées s'attache en particulier à **disposer d'un portefeuille équilibré d'actions de recherche scientifiques et techniques**, incluant en particulier des travaux à niveau de maturité technologique (TRL – Technology readiness level) très bas sur des sujets émergents et porteurs de ruptures pour préparer le futur au-delà du besoin militaire formalisé. En cohérence avec ce besoin, le ministère rénove sa stratégie d'investissement dans la recherche exploratoire. Il souhaite également redonner toute sa place à la prospective technologique pour mieux structurer et partager la démarche de détection des technologies de rupture potentielle.

L'atteinte des objectifs du ministère dans ce domaine repose notamment sur la mobilisation au sein du ministère d'une expertise scientifique et technique solide détenue par la DGA qui dispose de 6 000 experts techniques répartis dans 10 centres d'expertise et d'essais et permettent de :

- développer une connaissance approfondie des laboratoires et de leurs activités, d'échanger avec eux sur nos axes d'effort respectifs et de susciter l'intérêt pour les travaux répondant aux priorités du ministère ;
- détecter les travaux à fort potentiel d'application défense et, parmi eux, les travaux les plus à même d'apporter un avantage décisif dans les domaines opérationnels, du soutien ou du management ;
- expérimenter les résultats des travaux de recherche sur des cas d'usage réels.

Sur le plan opérationnel, un accord général de coopération régit les relations entre l'Agence et l'Agence nationale de la recherche (ANR). Il établit notamment l'ANR comme opérateur des dispositifs ASTRID et ASTRID Maturation destinés respectivement à soutenir des travaux de recherche d'intérêt défense, puis leur valorisation. Ce partenariat, lui aussi clé pour la réalisation des objectifs du ministère des Armées en matière de recherche, permet également de faciliter l'accès de l'Agence à l'ensemble de la recherche publique civile et d'identifier de manière plus efficace des ruptures



potentielles. Une recherche permanente d'évolutions dans le sens de meilleures synergies entre les agences a permis pour la première fois en 2019 au ministère des Armées d'utiliser le dispositif ANR des « chaires industrielles », et conduira en 2020 au premier appel à projets thématique passé au titre du dispositif ASTRID.

5.2.1 LES ÉTABLISSEMENTS PUBLICS DE RECHERCHE SOUS TUTELLE

Le ministère des Armées exerce la tutelle de l'ONERA (office national d'études et de recherches aérospatiales), de l'ISL (institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis) et participe à celle du CNES (centre national d'études spatiales) et du CEA (commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives). Ces établissements réalisent des activités de recherche d'intérêt défense et assurent un rôle d'expertise au profit du ministère (assistance à maîtrise d'ouvrage ou expertise de référence sur certains domaines).

L'innovation de défense, en s'appuyant sur ces établissements, contribue à développer leurs pôles d'excellence et à pérenniser des compétences et moyens jugés indispensables à la préparation des futurs systèmes de défense.

L'apparition de nouveaux enjeux stratégiques autour de l'espace est appelée à renforcer le rôle de l'ONERA, acteur clé des axes d'effort dans le domaine aéronautique et spatial de défense. Récompensé tout au long de l'année 2019 par des prix scientifiques prestigieux, l'ONERA apporte en effet son expertise de tout premier plan dans de nombreux domaines: essais et modélisation aérodynamique, propulsion, capteurs et environnement spatiaux, mais aussi capteurs, matériaux innovants, drones... Ces compétences permettent par exemple à l'Office d'être le maître d'œuvre du projet « SHIELD », démonstrateur pour la lutte anti-drone intéressant la Défense et la sécurité nationale. Pour répondre aux enjeux accrus du moment, une démarche de révision du contrat d'objectifs et de performance (COP) de l'Office a été engagée, mobilisant des efforts immédiats dont la priorité est la création des conditions d'attractivité permettant à l'ONERA de relever dans les meilleures conditions les défis technologiques que les futurs programmes, en particulier le SCAF, vont poser.



La feuille de route technique commune 2020-2025 (Common Need Paper) de l'ISL, institut franco-allemand dédié à la recherche de défense, conforte cet établissement sur ses domaines d'excellence autour de la maîtrise des effets énergétiques. Sont notamment programmés des travaux sur les matériaux énergétiques, les munitions guidées, les technologies laser, les canons électriques, la protection du combattant et la perception de son environnement. Le caractère franco-allemand de l'ISL lui

PROJET PILUM*

D'une durée de deux ans, le projet européen PILUM "Projectiles for Increased Long-range effects Using electroMagnetic railgun" financé par la Commission Européenne dans le cadre du programme de recherches Action préparatoire sur la recherche en matière de défense (PADR) regroupe dans un consortium coordonné par l'Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis (ISL) 9 partenaires de 5 pays : ISL, deux intégrateurs systèmes, Naval Group et Nexter Systems, l'Institut de Recherches von Karman, spécialisé dans la dynamique des fluides et la propulsion (Belgique), deux industriels spécialistes des munitions Diehl Defence (Allemagne) et Nexter Munitions (France), la PME polonaise Explomet, l'Italien ICAR et la société de conseil française Erdyn Consultants.

Sur la base de simulations numériques et d'expériences, l'objectif de PILUM est de valider le concept du canon à rails électromagnétique de longue portée, démontrant que le canon aie la capacité à lancer des projectiles à une vitesse hypersonique augmentant la portée du tir par un facteur de cinq en comparaison avec l'artillerie classique. Ce projet comprend aussi un travail de réflexion sur les concepts permettant d'envisager des applications futures dont l'intégration de cette technologie sur des plateformes terrestres et navales. Ces études et expérimentations poseront les fondations d'un futur démonstrateur complet disponible à l'horizon 2028.

confère une vocation naturelle à participer à des travaux de recherche en coopération, au profit notamment du programme franco-allemand MGCS et de projets européens comme le projet « PILUM »* récemment sélectionné au titre de l'action préparatoire au FEDef. Plus généralement, les compétences de l'ISL continueront à soutenir les axes d'effort du domaine terrestre en permettant la maturation de certaines technologies clés et leur transfert vers l'industrie.

Dans le contexte de la publication de la stratégie spatiale de défense en juillet 2019 et de la création du Commandement de l'Espace en septembre, une nouvelle gouvernance de la relation avec le CNES sera implémentée en 2020. Elle vise en particulier à assurer une vision d'ensemble, concertée entre toutes les parties prenantes du ministère des Armées, des travaux de préparation de l'avenir dans le domaine spatial de défense. Ces évolutions se traduiront dans le contrat d'objectifs et de performance du CNES, qui sera mis à jour en 2020. Ce document permettra de réaffirmer l'apport primordial du CNES à la préparation des principales capacités spatiales de défense (renseignement d'origine image, renseignement d'origine électromagnétique, télécommunications spatiales, maîtrise de l'espace) et à la nécessaire innovation transverse suscitée notamment par la révolution du « New Space ».

Enfin, un accord général de partenariat venant consolider l'ensemble des relations en matière d'innovation entre le ministère des Armées et le CEA (hors thématiques relevant de la direction des applications militaires) sera mis en place. En cohérence avec la trajectoire financière du programme 191 « recherche dual » du budget de l'Etat, l'orientation des travaux⁽⁶⁾ relevant de ce programme sera revue avec le CEA, en particulier afin de privilégier les travaux pour lesquels ce financement constitue un levier fortement différenciant.

5.2.2 LES AUTRES GRANDS ORGANISMES DE RECHERCHE PUBLICS

Outre les organismes sous tutelle, la stratégie d'innovation de défense s'appuie sur l'expertise de grands organismes de recherche nationaux afin de couvrir les différents domaines scientifiques et technologiques nécessaires et d'aider au maintien des compétences du ministère des Armées dans les filières scientifiques et technologiques utiles à la Défense.

⁽⁶⁾ Les projets subventionnés au CEA au titre du P191 couvrent six domaines d'études : sciences du vivant, cybersécurité, composants capteurs communications, photonique, systèmes énergétiques embarqués et numérique. Les activités NRBC-E (nucléaire, radiologique, biologique et chimique – explosif) représentent près de la moitié de la subvention versée.

Un **nouvel accord-cadre avec le Centre national de la recherche scientifique (CNRS)**, partenaire incontournable, sera signé afin de lancer des projets d'intérêt commun (dans un premier temps dans les domaines du numérique (INS2I⁽⁷⁾), du quantique, des matériaux ainsi que des ondes et composants associés), et de favoriser la conduite de réflexions conjointes dans le domaine de la prospective technologique.

Les opportunités de partenariat avec des **pôles universitaires majeurs** seront également exploitées.

Désigné pilote du programme national d'intelligence artificielle « AI for humanity », Inria est l'acteur incontournable de la recherche en France pour les sciences du numérique et à ce titre un partenaire majeur du ministère des Armées. Ainsi, en s'appuyant sur un accord de partenariat déjà fructueux, une convention de recherche ambitieuse a été mise en place avec Inria fin 2019 dans le cadre de la stratégie ministérielle sur l'IA pour les applications défense. L'approche structurée par projets de cette collaboration, comme de celle en cours de mise en place avec le CNRS, permettra d'orienter prioritairement les recherches académiques et les études industrielles vers les défis techniques à relever afin d'avancer plus progressivement vers l'intégration de l'IA dans les systèmes critiques.

L'ACCORD AGENCE DE L'INNOVATION DE DÉFENSE-INRIA SUR L'IA POUR LA DÉFENSE : UN MODÈLE DE PARTENARIAT THÉMATIQUE

La convention de recherche établie avec Inria permettra de s'appuyer sur l'excellence de cet Institut pour répondre à des besoins exigeants et spécifiques de la défense en IA, qui ne sont que partiellement pris en compte dans les solutions commerciales disponibles. Les recherches porteront principalement sur :

- la cybersécurité : analyse des malwares (logiciels malveillants), protection des réseaux ;
- le traitement de données massives : données issues de capteurs (détection, reconnaissance), fusions multi-capteurs, fouille de données pour l'extraction d'information, etc.

La connaissance experte de l'Institut permettra d'avancer sur la caractérisation des méthodes d'apprentissage machine, la sensibilité des données d'apprentissage, la résistance au leurrage ; autant de défis à relever pour les futurs systèmes opérationnels.

5.2.3 LES ÉCOLES DU MINISTÈRE DES ARMÉES

Le ministère des Armées exerce la tutelle de plusieurs établissements d'enseignement supérieur contribuant à l'innovation de défense tant par leur activité de formation que par leur activité de recherche : l'École polytechnique, ISAE-SUPAERO (Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace), l'ENSTA Paris (École nationale supérieure de techniques avancées) et l'ENSTA Bretagne. Ce sont des établissements publics, dotés d'une personnalité juridique autonome, pleinement intégrés dans le paysage de l'enseignement supérieur.

Ces écoles bénéficient d'une subvention pour charges de service public pour leur rôle dans la formation d'ingénieurs de haut niveau répondant aux besoins de l'État et de l'industrie de Défense. Elles sont également soutenues pour les activités de recherche qu'elles conduisent dans le domaine de la Défense. Leurs thématiques d'excellence sont nombreuses, notamment : systèmes cyberphysiques, physique et technologie quantiques, physique des plasmas à l'École polytechnique, IA, robotique et énergie à l'ENSTA Paris, recherche navale à l'ENSTA Bretagne, recherche aéronautique et spatiale à l'ISAE-SUPAERO. Ces dernières sont également parties prenantes des pôles d'innovation (cf. §2) : l'ISAE-SUPAERO pour le pôle aéromobilité CI-AILE, ENSTA Bretagne dans le pôle naval de défense ORION.

Afin de renforcer la cohérence entre la politique d'innovation du ministère et la politique des écoles, un plan stratégique puis une feuille de route pour l'implication des grandes écoles dans l'innovation de défense ont été élaborés avec les quatre écoles d'ingénieurs sous tutelle DGA.

Par ailleurs, le statut d'établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel désormais

LE DÉPLOIEMENT DE LA FEUILLE DE ROUTE RELATIVE AUX ÉCOLES DU MINISTÈRE

Les premières actions de la feuille de route ont d'ores et déjà été mises en œuvre, notamment le lancement de projets plus ambitieux et menés davantage en coopération nationale et internationale.

Ces actions seront amplifiées à partir de 2020 en élargissant notamment la coopération vers les écoles d'officiers des armées.

Concernant plus spécifiquement l'École polytechnique, et dans le contexte de la création de l'institut polytechnique de Paris le 31 mai 2019, des travaux conjoints ont débuté en vue de la mise en place d'un partenariat structurant en matière d'innovation de défense.

⁽⁷⁾ Institut des sciences de l'information et de leurs interactions

détenu par l'école Navale et l'école de l'Air **offre de nombreuses opportunités de renforcement et de développement des activités de recherche et d'innovation, opportunités qui seront explorées** en s'appuyant en particulier sur les instituts de recherche intégrés dans les écoles. Tournées aussi vers l'innovation, les écoles de Saint-Cyr Coëtquidan possèdent un centre de recherche interne, et l'école des commissaires des armées tout comme les écoles du service de santé des armées prennent en compte l'innovation dans la formation qu'elles dispensent aux futurs officiers.

5.3 LA COOPÉRATION INTERNATIONALE EN MATIÈRE D'INNOVATION

Dans un environnement stratégique plus instable et imprévisible qu'anticipé, les coopérations contribuent à renforcer les liens qui nous unissent à nos partenaires à travers le monde, dans des cadres multilatéraux – notamment européens – comme bilatéraux. Ce constat vaut pour l'innovation de défense, où **la coopération permet de mutualiser les risques et les investissements entre plusieurs partenaires. La coopération autorise la réalisation d'objectifs impossibles à atteindre seul.**

De plus, l'objectif d'autonomie stratégique poursuivi par la France s'inscrit désormais dans une ambition européenne forte en matière de défense. **La France entend à ce titre, notamment au travers de son implication dans le FEDef et Horizon Europe, participer au développement d'une industrie européenne cohérente, innovante et compétitive**, dans laquelle les pôles d'excellence français seront valorisés.

Une politique volontariste de coopérations européenne et internationale impose de concevoir un cadre d'action rénové, conformément aux préconisations de la revue stratégique de 2017. Les coopérations doivent en effet être maîtrisées et ne conduire qu'à des dépendances mutuelles consenties.

La coopération en matière de R&T est menée dans le cadre d'accords bilatéraux (Royaume-Uni, Allemagne, États-Unis, Singapour, par exemple) et multilatéraux (AED, OTAN) ou de forums (format dit de la Letter of Intent). La coopération internationale s'inscrit aussi dans le cadre des nouvelles initiatives de la Commission européenne, en particulier le FEDef. Outre les activités de R&T « traditionnelles », les accords de coopération peuvent couvrir des échanges d'ingénieurs, des programmes communs de thèse, des appels à projets communs dans le domaine de l'innovation ouverte...

La France consacre à ce jour environ 10 % du montant total du budget de la R&T à des travaux menés dans le cadre d'une coopération internationale,

essentiellement dans un cadre bilatéral. Ce montant devrait augmenter au cours de la LPM du fait des orientations retenues en matière de coopération.

5.3.1 LA COOPÉRATION EUROPÉENNE

La création du FEDef aura un impact structurant sur la BITD européenne puisque le financement demandé par la Commission européenne est de 8 Md€ sur 2021-2027, dont 4,1 Md€ au titre du volet recherche et innovation. Le retour d'expérience de l'action préparatoire à ce volet recherche est positif. Il montre la capacité des acteurs français à contribuer à des projets au service de l'autonomie stratégique de l'UE.

Cette dynamique doit être conservée dans le cadre de l'élaboration des feuilles de routes technologiques européennes au sein des groupes de travail de l'Agence européenne de défense. La France prépare la mise en place du FEDef, en élaborant des sujets pour son programme de travail, mais également en dialoguant avec la Commission Européenne et les Etats Membres afin que soient consolidés les points de règlement essentiels à la réalisation des ambitions de ce fonds, en cohérence avec la stratégie française en matière capacitaire et d'autonomie stratégique. Le cadre offert par la coopération structurée permanente permettra également de valoriser les projets envisagés, pour obtenir un soutien financier du FEDef.

L'accent devra être mis sur le développement de démonstrateurs technologiques pour expérimenter de nouveaux concepts en coopération (comme les plateformes stratosphériques, permettant d'assurer des fonctions d'écoute, de relais ou d'observation de façon complémentaires à des aéronefs classiques ou des satellites), pour préparer des sous-systèmes essentiels à la réussite de programmes européens (ex : motorisation des futurs aéronefs) ou pour investir dans des domaines critiques transverses (composants électroniques et photoniques, matériaux...). La duplication inutile de compétences industrielles sera évitée.

Par ailleurs, il sera également fait appel aux instruments de financement civils de l'innovation (Horizon 2020 puis Horizon Europe notamment) pour les thématiques d'intérêt dual.

5.3.2 LES COOPÉRATIONS BILATÉRALES ET MULTILATÉRALES

Dans ces domaines, la stratégie suivie repose sur le renforcement de la coopération avec l'Allemagne, le maintien d'un lien bilatéral solide avec le Royaume-Uni et l'élargissement des coopérations aux pays européens en ayant la capacité et la volonté.

Dans le futur, les forces armées d'un certain nombre d'États européens pourraient se doter d'équipements issus des programmes structurants de haut niveau, identifiés dans l'actuelle LPM et développés en coopération. Ces programmes ambitieux appellent un investissement préalable en matière de recherche et d'innovation scientifique et technologique.

Le lancement effectif des travaux d'étude du programme NGWS-SCAF et l'élargissement du partenariat franco-allemand à l'Espagne tracent désormais un chemin de coopération dont l'un des enjeux est de consolider une BITD européenne de l'aéronautique de combat. Cette démarche représente l'exemple souhaité pour le programme MGCS, structurant pour le domaine de l'armement terrestre, et dont l'organisation industrielle est désormais constituée.

Il s'agit également :

- de définir l'architecture possible du futur système de patrouille maritime aéroporté MAWS (Maritime Airborne Warfare System) sur lequel la France coopère avec l'Allemagne ;
- de poursuivre avec le Royaume-Uni les expérimentations sur les prototypes et démonstrateurs de systèmes dronisés de lutte contre les mines et IED maritimes (MMCM) et d'engager les travaux de préparation des futures générations de missiles de croisière et antinavires ;
- de moderniser les moyens de veille des orbites basses (GRAVES, SATAM) dans le domaine de la surveillance de l'espace exo-atmosphérique en bénéficiant des opportunités de coopération européenne en la matière.

L'innovation constitue un pôle d'excellence des États-Unis, un renforcement des relations avec les acteurs de l'innovation au sein du Pentagone, et notamment la DARPA, revêt un intérêt majeur pour la France. Initiative américaine, les Multinational Capability Development Campaign regroupent à la fois des États et des organisations (OTAN/ACT, AED)

et constituent un forum de l'innovation, dans lequel de multiples opportunités peuvent être saisies.

La relation avec Singapour, partenaire stratégique, reste un vecteur fort de coopération et la conclusion en 2019 d'un accord bilatéral relatif à l'innovation ouverte en constitue une illustration majeure. Enfin, la coopération avec l'Australie poursuivra le renforcement initié dans le sillage du programme de futurs sous-marins ; l'accord général de coopération sur la Science et Technologie, complété par un premier arrangement technique dans le cadre de l'hydrodynamique, signé en septembre 2020, en constitue l'une des étapes.

Enfin, l'**Agence a rejoint le réseau mis en place par l'Innovation Hub de l'OTAN** auquel participent déjà plusieurs hubs, incubateurs et accélérateurs européens (DASA déjà cité, Cyber Innovation Hub allemand), et américains : AFWerx (Air Force), SOFWerx (Forces spéciales). De la même manière, les Labs des EMDS pourront également développer des partenariats avec leurs homologues étrangers.

INNOVATION OUVERTE : PREMIÈRES COOPÉRATIONS

La coopération avec Singapour, active dans les domaines de la R&T et des échanges capacitaire au travers des accords SAFARI et SAFIR, s'est enrichie en juillet 2019 d'un accord dédié à l'innovation ouverte. Cet accord permet un partage des meilleures pratiques de chaque partenaire dans le domaine, mais aussi et surtout d'identifier et proposer des projets conjoints en innovation ouverte. Deux thèmes ont d'ores et déjà été identifiés, la surveillance aéroportuaire et l'adaptation de produits civils d'e-training à des fins militaires.

Dans la perspective des 10 ans du traité de Lancaster House, des travaux sont également en cours pour élargir à l'innovation ouverte la coopération de défense franco-britannique.

5.4 L'INDUSTRIE DE DÉFENSE

La politique d'innovation de défense ne peut se concevoir sans une relation quasi-partenariale avec l'industrie de défense, certes structurée par des marchés.

L'apport de l'industrie de défense aux orientations de la politique ministérielle d'innovation a ainsi été recherché, au travers notamment des groupements professionnels (en particulier le CIDEF). Certains sujets d'intérêt prioritaire ont fait l'objet d'avancées concrètes, par exemple concernant le partage de feuilles de route, la mise en place d'une approche conjointe de l'innovation



ouverte, d'autres devront continuer à faire l'objet d'échanges, s'agissant notamment des évolutions visant à rendre les programmes d'armement plus agiles et réceptifs à l'innovation, les achats innovants, l'expérimentation conjointe et enfin la valorisation des projets à bas niveau de maturité technologique.

Le pilier de ces synergies consiste à partager une vision des enjeux et des priorités capacitaire de l'État et des forces armées. Sur cette base peut se construire une vision partagée des développements technologiques indispensables pour répondre aux finalités de l'innovation de défense. Ils peuvent également contribuer à l'élaboration de feuilles de route de S&T « composites », mixant études amont et expérimentations.

La recherche de synergies passe également par la mise à profit des nouvelles méthodes d'acquisition de l'innovation ; cela peut prendre la forme des marchés publics plus innovants (évoqués au § 4.3), d'expérimentations avec les forces armées, ou encore de chaires industrielles qui permettent d'installer une relation partenariale dans la durée sur des thématiques d'intérêt commun.

Le comité de politique industrielle de défense, créé en janvier 2019, permet de structurer les échanges entre l'État et l'industrie (sur l'innovation de défense mais pas uniquement), en particulier sur la question du partage de l'effort financier. L'innovation constitue en effet pour l'industrie un différentiel concurrentiel qui renforce la compétitivité de l'offre française à l'export, essentielle au modèle économique du secteur. De plus, un grand nombre d'activités industrielles sont duales, ce qui permet d'envisager une optimisation des besoins de financement spécifiques pour l'innovation de défense.

- de contribuer à améliorer l'efficience de la politique d'innovation (« boucle de retour ») notamment par l'élaboration de suggestions et recommandations concernant les dispositifs, procédures de fonctionnement, et d'éléments de nature à renforcer les effets ;

- de s'assurer de l'adéquation entre les objectifs de la politique d'innovation et les moyens qui y sont consacrés.

Enfin, l'évaluation sera garante de la diffusion des meilleures pratiques organisationnelles afin d'ancrer en permanence au sein du ministère un environnement propice au développement de l'innovation dans tous les domaines concernés (technologique, capacitaire, administratif, humain...).

Un certain nombre d'évaluations sur l'efficacité des dispositifs de soutien ont d'ores et déjà été conduites dans une démarche interne. Elles ont ainsi permis de définir le socle commun des évolutions, en cours d'implémentation, pour quelques dispositifs de soutien et de proposer également la création d'un nouveau fonds d'investissement.

La forme prioritaire de la valorisation est le déploiement et le passage à l'échelle des innovations pertinentes, et donc leur utilisation opérationnelle par les états-majors, directions et services du ministère

Afin d'accroître la performance de la politique d'innovation, **une stratégie volontariste de valorisation**, est déployée en interne comme en externe, afin de favoriser l'exploitation rapide des résultats des projets. La forme la plus évoluée, et prioritaire dans l'action de l'Agence, de la valorisation est naturellement **le déploiement et le passage à l'échelle des innovations** pertinentes au profit des États-majors, directions et services dans l'ensemble des processus opérationnels, technologiques, organisationnels, administratifs ou au sein des opérations d'investissement du ministère. En complément, la valorisation s'articule également autour d'autres enjeux :

- **améliorer le taux d'intégration de l'innovation** en intéressant au plus tôt des parties prenantes « utilisateurs » au projet ;
- soutenir la **valorisation économique** des innovations en favorisant les mises en relation entre innovateurs, acteurs de la BITD et acteurs financiers ;
- sécuriser les possibilités pour l'État d'utilisation ultérieure des projets soutenus par l'Agence ;
- accompagner les innovateurs dans la protection intellectuelle de leur innovation ;
- stimuler l'innovation au sein du ministère en mettant en valeur les innovateurs internes du ministère et en favorisant leur intéressement à l'exploitation de l'innovation dans **une démarche intrapreneuriale adaptée** ;

6. ÉVALUER, VALORISER

L'évaluation qualitative et quantitative de l'innovation de défense est un outil majeur d'aide à la décision et au pilotage des dispositifs de soutien mis en œuvre par l'Agence, ainsi qu'au choix de la répartition la plus adéquate possible des ressources relativement à la politique d'innovation du ministère.

Pour cela, il s'agit en particulier :

- d'apprécier et quantifier les résultats et les retombées des projets en termes de montée en maturité des technologies, d'impacts opérationnels mais aussi économiques et managériaux. C'est aussi une étape préalable et essentielle à la valorisation des projets les plus performants ;

- mettre en lumière les résultats et les succès du ministère ;
- obtenir plus systématiquement un retour sur les investissements consentis par le ministère dans des projets d'innovation.

La valorisation doit être intégrée, dès le départ, dans la démarche de sélection, de réalisation et d'évaluation des projets.

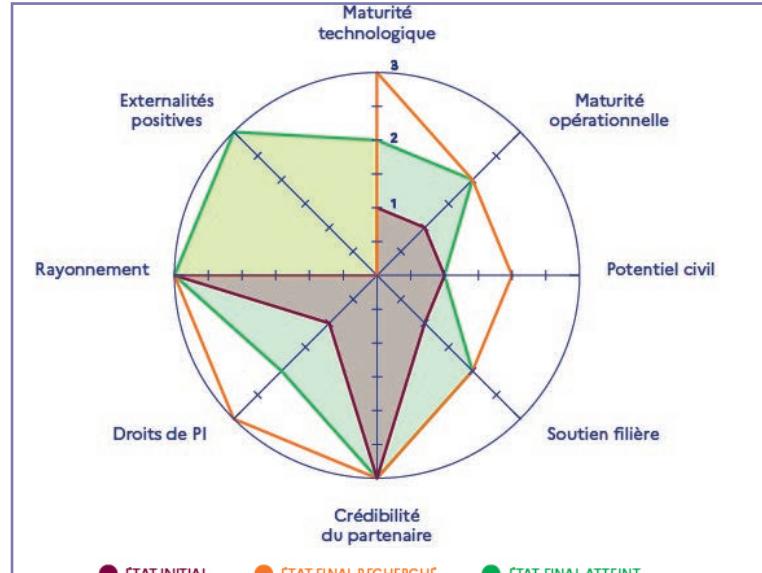
Pour cela un outil standardisé a été mis en place : le radar de valorisation. Synthétique et visuel, le radar caractérise le projet selon 8 axes. Les trois premiers viennent caractériser la force du projet. Le niveau de maturité technologique n'est pas seul pris en compte. Il laisse une place à l'appréciation de la **maturité opérationnelle et fonctionnelle** relevant de l'intérêt du projet pour la Défense, ainsi qu'à la notion de dualité, à travers l'estimation des **débouchés civils**. Le radar apporte également une évaluation des **risques et opportunités** liés au projet, portant tout à la fois sur la **crédibilité** du porteur du projet, mais aussi sur le potentiel de rupture de l'innovation, lequel met en exergue – à travers la notion de soutien à la filière technique – le dilemme exploration-exploitation des connaissances scientifiques et techniques mobilisées. Enfin, trois leviers de valorisation sont identifiés : la **sécurisation des droits de propriété intellectuelle**, le potentiel de rayonnement, de même que les externalités positives du projet, c'est-à-dire l'atteinte de résultats non anticipés initialement.

La mise en œuvre de cet outil en phase de sélection comme en phase d'exploitation des projets permettra de mieux les orienter et d'en fluidifier la progression dans le cadre des dispositifs de soutien à l'innovation du ministère.

Enfin, pour accompagner le développement d'une culture d'innovation, la stratégie de valorisation s'intéresse non seulement aux projets mais également aux innovateurs du ministère eux-mêmes ; le ministère des Armées porte donc également l'effort sur leur valorisation au travers de leviers qui pourraient être l'attribution de primes, la prise en compte des capacités d'innovation dans l'évaluation et l'avancement des agents, ou des actions de communication interne et externe sur les initiatives les plus remarquables et les plus audacieuses.

7. NOURRIR

Si l'innovation de défense nécessite la mobilisation de ressources physiques et financières, il ne faut pas pour autant négliger les ressources culturelles et organisationnelles qui lui sont nécessaires pour se développer.



Exemple de radar de valorisation

7.1 ÉCLAIRER L'INNOVATION DE DÉFENSE PAR DES IDÉES NOUVELLES

7.1.1 PROSPECTIVE ET ANTICIPATION



L'exercice de prospective et d'anticipation, qui prend en compte les ruptures technologiques à venir, constitue une donnée d'entrée pour éclairer l'orientation de l'innovation de Défense. Il est donc essentiel de renforcer les synergies entre les fonctions ministérielles dédiées à la prospective / la recherche stratégique, et celles dédiées à l'innovation. C'est l'objet de la « Red team » pilotée par l'Agence avec l'EMA, la DGA et la DGRIS pour challenger l'exercice prospectif institutionnel (cf. encadré page suivante).

Il s'agit de compléter une approche classique de la prospective technologique, fondée sur l'analyse des évolutions technologiques et de leur potentiel intrinsèque, par une réflexion sur l'usage de ces évolutions par un adversaire potentiel, et par l'introduction de modes de pensée originaux. Cette démarche viendra tester les hypothèses sur lesquelles est construite la préparation du futur pour s'assurer de leur validité et de leur robustesse.

UNE « RED TEAM » DE FUTUROLOGUES ET AUTEURS DE SCIENCE-FICTION POUR « IMAGINER AU-DELÀ »

La Red Team, lancée par l'Agence de l'innovation de défense, s'appuie sur des auteurs de science-fiction pour imaginer des scénarios de menaces et de conflictualité à l'horizon 2030 – 2060 et envisager des hypothèses valides de disruption pouvant bouleverser les plans stratégiques classiques.

Les scénarios ainsi produits ont pour but :

- d'enrichir la vision stratégique des armées en bâtissant une prospective guidée par la science-fiction;
- d'orienter les efforts d'innovation en matière de défense en envisageant les conséquences de technologies ou d'organisations futures (par exemple : en matière d'intelligence artificielle ou de robotique collaborative).

Autour de cette « Red team » proprement dite, une autre équipe, rassemblant des membres de tous les organismes du ministère des Armées, sera chargée d'orienter les efforts d'innovation du ministère, en imaginant les parades les plus adaptées.

Les travaux menés favoriseront également l'émergence de réponses potentielles aux menaces identifiées. L'appui d'une cellule complémentaire pourrait ainsi être recherché pour accompagner les armées dans la réflexion sur ces solutions de rupture.

Si l'existence de la Red team est publique, certains de ses travaux seront en revanche confidentiels, notamment pour se prémunir d'inspirer de potentiels adversaires.

7.1.2 IDENTIFIER LES « IRRITANTS »

Une autre source d'innovations réside dans l'identification de ce qu'il est convenu d'appeler des « irritants », c'est-à-dire des points d'insatisfaction dans tous les domaines d'activité du ministère. Ces insatisfactions peuvent révéler un manque d'efficacité, des dysfonctionnements ou des opportunités non exploitées.

Des dispositions visant au recensement de ces insatisfactions existent, au travers par exemple des revues de processus du SGA et de la DGA, des retours d'expérience (RETEX) dans les armées, des « Labs », de l'analyse de la qualité de service rendu (QSR) du Centre interarmées de coordination du soutien (CICOS) ou du dispositif général de simplification ministériel. Ces dispositions de capture des irritants sont une des sources d'orientation pour le domaine d'innovation « captation de l'innovation et innovation d'usage ».

Elles continueront à être consolidées et étendues, de manière à orienter vers les dispositifs d'innovation pertinents les thématiques retenues pour instruction et traitement.

7.2 DES ORGANISATIONS PLUS AGILES

Les freins culturels à l'innovation dans le secteur de la Défense comme dans beaucoup de grandes organisations sont aujourd'hui bien connus : aversion élevée au risque et à l'échec, mode de pensée planifié à l'extrême et ne laissant pas de place à l'incertitude, et recherche d'une solution universelle idéale.

La politique d'innovation du ministère doit permettre de lever ces freins, dans le domaine des ressources humaines, du management des hommes et des organisations, de la communication mais aussi dans celui du contrôle et des normes juridiques. Ces travaux de longue haleine nécessitent un engagement fort et durable des responsables de chacune des entités du ministère et un investissement dans l'accompagnement des transformations auprès des agents. Ils sont notamment pris en compte au titre des orientations du domaine d'innovation « administration générale ».

7.2.1 DÉVELOPPER LES COMPÉTENCES FAVORABLES À L'INNOVATION

Les armées, directions et services du ministère feront en particulier évoluer leur politique de ressources humaines pour renforcer la prise en compte de manière plus concrète et objectivée, l'innovation et la créativité dans les processus :

- de gestion des emplois et compétences ;
- d'évaluation individuelle des cadres et dirigeants qui seront revus, de manière à comporter de réelles incitations à l'innovation et mettront en avant la capacité à simplifier.

Au niveau macroscopique, un meilleur équilibre entre cohésion culturelle et originalité créative sera recherché. La diversité dans les profils des agents et des cadres contribue en particulier à susciter une pensée originale, facteur-clé pour la génération ou l'intégration d'innovations.

UNE « ACADEMIE DE L'INNOVATION DE DÉFENSE » POUR DIFFUSER L'ESPRIT D'INNOVATION AU SEIN DU MINISTÈRE

Notre ministère s'est fixé comme priorité de transformer son modèle de soutien à l'innovation. Cette transformation concerne l'ensemble du ministère et chaque collaborateur est appelé à y prendre part. Pour cela, une Académie de l'innovation de Défense sera mise en place pour offrir à l'ensemble des personnels la possibilité de bénéficier d'une acculturation aux enjeux et aux méthodes d'innovation. Cette Académie, au format entièrement modulaire et gamifié, donnera à chacun les moyens de devenir acteur de la transformation.

L'Agence de l'Innovation de Défense a déjà engagé plusieurs initiatives à petite échelle sous forme d'expérimentation en matière d'acculturation et de formation, en mobilisant notamment les moyens de l'Innovation Défense Lab (sessions d'acculturation à la relation avec des start-up, prolongées par une mise en ligne sous une forme de MOOC, podcast sur l'innovation ouverte, journées de sensibilisation dans des centres d'expertise et d'essais de la DGA, enrichissement du catalogue des formations du ministère...). Ces actions seront poursuivies, enrichies et complétées par des formats innovants privilégiant la mise en situation et la création d'expériences.

L'Académie structurera l'ensemble de ces actions à travers des parcours sur-mesure.

Pour sa part, l'Agence de l'innovation de défense a engagé, en lien avec les acteurs des ressources humaines du ministère, des travaux visant à constituer un dispositif de formation et d'acculturation à l'innovation adapté à chaque niveau d'encadrement et de commandement.

L'innovation participative est aussi un instrument important dans la diffusion d'une culture de l'innovation, et sera donc mobilisée à cette fin. Enfin, comme pour la prospective stratégique, ces travaux pourront se nourrir des apports de la recherche en sciences humaines et sociales.

7.2.2 FAVORISER L'INNOVATION MANAGÉRIALE ET ORGANISATIONNELLE

L'innovation managériale et organisationnelle consiste à faire adopter des modes de fonctionnement plus agiles, plus fluides et plus collaboratifs, porteurs de valeur pour les agents et leurs entités. À cet égard, **il est indispensable et de la responsabilité du management et du commandement de considérer l'innovation non comme une contrainte supplémentaire s'ajoutant aux exigences de performance déjà attendues, mais au contraire comme une opportunité de faciliter leur satisfaction.**

Les entités du ministère poursuivront l'exploration raisonnée de plusieurs axes d'effort :

- une prise d'autonomie des responsables intermédiaires, avec un droit à l'essai accordé plus facilement ;
- de **nouvelles façons de concevoir en mode projet**, avec des équipes pluridisciplinaires travaillant dans un même lieu ;

- **de nouvelles méthodes de travail collaboratives de type « design thinking »,** intégrant des étapes progressives pour comprendre un problème, générer et explorer des idées puis matérialiser une solution par prototypage, expérimentation et itération au contact direct des usages et des acteurs du terrain ;
- **davantage de coopération et de transversalité entre agents,** dans une logique d'« expérience collaborateur », qui favorise l'engagement des agents et la production d'idées nouvelles.

UNE NOUVELLE ORGANISATION POUR ACCÉLÉRER LA TRANSFORMATION

Afin de donner un nouvel élan à la transformation du ministère, la Délégation à la transformation et à la performance ministérielles (DTPM), entité rattachée à la Secrétaire générale pour l'administration a été créée le 1^{er} janvier 2020.

La DTPM a pour mission de fournir aux fonctions administratives du ministère les moyens de leur adaptation continue à l'évolution de leurs missions et de leur environnement administratif, normatif et numérique. Elle porte pour ce faire les meilleures pratiques de transformation des processus, des usages et des métiers, de management de l'information, de gouvernance et de conduite des projets numériques, de recherche et de mesure de la performance, de la valorisation des données et d'innovation dans le domaine administratif. Chacune de ses actions prend en compte l'impératif de simplification administrative, en cohérence avec le chantier gouvernemental « dites-le nous une fois ».

Cette innovation dans les domaines organisationnel et managérial s'applique également aux nouveaux modes de combat, à travers lesquels les armées recherchent une meilleure fluidité dans les procédures et une plus grande réactivité-efficacité dans les engagements opérationnels.

7.2.3 LEVER LES OBSTACLES ET ADAPTER LES RÈGLES ET LES CONTRÔLES

L'innovation peut également se heurter à des obstacles de nature réglementaire. L'exposition des innovateurs ou des décideurs à des risques personnels qu'ils ne maîtriseraient pas en fait partie.

Lorsque c'est pertinent, le ministère s'attachera à effectuer un réexamen juridique, des normes et règlements constituant des freins à l'innovation pour exploiter **des dérogations** (à des fins d'expérimentation par exemple) ou **rechercher des évolutions**.

Il s'agit également, pour les organes de contrôle et d'inspection du ministère, de développer **des**

LA MÈTHODE PRISME, UNE APPROCHE POSSIBLE POUR FAVORISER UNE PRISE DE RISQUE MESURÉE

Développée initialement pour la prise de décision, justifiée et traçable, dans l'urgence, sans avoir la capacité de vérifier la totalité des critères réglementaires normalement nécessaires, PRISME est un outil de choix dans le traitement de projets innovants, de leur conception à leur contractualisation. Elle prend en compte en particulier les conséquences de la non-action, souvent minorées par les approches traditionnelles, qui font de ce fait obstacle à l'introduction d'innovations.

PRISME a reçu sa première validation opérationnelle en étant intégrée par l'inspection du travail du ministère des Armées dans son arrêté du 24 avril 2020, dans le cadre de la crise sanitaire COVID-19, afin de permettre la poursuite des activités. Son développement, sa consolidation et sa diffusion feront l'objet d'un intérêt particulier de l'Agence.



approches du contrôle appropriées, dans leurs exigences et leurs moyens, aux caractéristiques de l'innovation et notamment l'incertitude qui lui est associée.

Enfin, le ministère engagera une réflexion sur les évolutions possibles pour protéger davantage les responsables de démarches innovantes lorsqu'ils prennent des risques conformes aux nécessités de l'action du ministère, par exemple en faisant porter le risque pénal à un niveau collectif.

7.2.4 DÉVELOPPER L'INNOVATION PARTICIPATIVE ET L'INTRAPRENEURIAT

« Le niveau d'innovation participative d'une entité est un bon indicateur de son moral ⁽⁸⁾ »

Fort de trente ans d'expérience acquise par la Mission pour le développement de l'innovation participative (MIP), à laquelle s'ajoutent des dispositifs d'encouragement propres à certains EMDS l'**innovation participative concourt à la diffusion d'une culture d'innovation, en encourageant l'émergence d'innovateurs au sein du ministère** et en leur offrant un cadre qui intègre à la fois prise de risque et droit à l'échec.

Ce dispositif d'innovation « à hauteur d'homme » concourt à l'amélioration capacitaire ou fonctionnelle, en bénéficiant de l'expérience acquise en opérations ou au quotidien. Il favorise l'émergence rapide et à bas coût d'équipements ou de procédures et intègre la valorisation des innovateurs et des innovations.

Le développement au sein des États-majors, directions et services (EMDS), des réseaux de correspondants d'innovation ainsi que des différents Labs ou fabriques numériques a encouragé la dynamique de l'innovation interne. Il s'agit maintenant de mieux structurer la chaîne complète de l'innovation participative en déployant notamment un système d'information unique et partagé par l'ensemble des acteurs. Il s'agit également de mettre en œuvre des solutions permettant de mieux valoriser les innovateurs et, dans certains cas, de les accompagner en suivant un modèle **d'intrapreneuriat** confié à l'innovateur ou à une tierce personne. En effet, certains projets initiés par des innovateurs, nécessitent une accélération du développement en vue de leur déploiement rapide. Cette démarche intrapreneuriale est conditionnée par un appui affirmé de sa hiérarchie de proximité. Enfin, il s'agit aussi de valoriser les innovations participatives en favorisant leur passage à l'échelle

⁽⁸⁾ Major général de la Gendarmerie nationale, lors de la remise des prix des ateliers de la performance 2019.

grâce à un accompagnement accru, réalisé de concert entre l'Agence et l'EMDS concerné, voire une poursuite du projet sous forme de projet d'accélération de l'innovation (PAI).

7.2.5 ANCER L'INNOVATION DANS LA CULTURE DU MINISTÈRE

L'installation durable d'une culture de l'innovation au sein du ministère des Armées s'appuiera sur une démarche d'apprentissage passant par la communication, la capitalisation, l'exploitation et le partage du retour d'expérience.

L'Agence, par son rôle de fédérateur au niveau du ministère, a vocation à animer cette démarche, sans pour autant se substituer aux initiatives pouvant être prises par les EMDS, auxquelles elle peut servir de chambre d'écho.

De nouveaux dispositifs de capitalisation des connaissances seront expérimentés, pour transformer des connaissances individuelles tacites en compétences collectives, ou créer de nouvelles connaissances en continu (apprentissage augmenté, réseaux apprenants...).

Le **réseau des correspondants innovation** est un intermédiaire indispensable pour partager des idées innovantes ou des pratiques nouvelles, et relayer les informations auprès des agents dans les entités, avec pour objectif d'installer l'innovation comme une pratique naturelle nécessitant de moins en moins d'interventions « top-down ».

8. ÉLÉMENTS FINANCIERS GÉNÉRAUX

La répartition des efforts financiers consacrés à l'innovation de défense sur la période de la LPM s'établit comme suit.

DOMAINE	MONTANT 2019-2025 (M€)
INNOVATION	
Aéronautique et missiles	1 878
Information et renseignement	962
Espace	491
Naval	310
Terrestre, NRBC et santé	407
Technologies transverses	636
Recherche académique, captation d'innovation et innovation d'usage	809
Innovation opérationnelle	139
OPÉRATEURS DE RECHERCHE	
Subvention ONERA et ISL	902
Subventions aux opérateurs P191 (CNES, CEA)	989

FAIRE VIVRE LA COMMUNAUTÉ DE L'INNOVATION DE DÉFENSE

Assumant pleinement son rôle de fédérateur, l'Agence animera un réseau qui réunit l'ensemble de la communauté de l'innovation du ministère des Armées et ses partenaires externes. Elle permettra à ce réseau de se retrouver régulièrement pour échanger sur ses priorités, faciliter les synergies, partager des bonnes pratiques et retours d'expériences et diffuser une culture d'innovation.

Cette communauté permettra de faire se rencontrer l'ensemble des contributeurs à la dynamique d'innovation au sein des armées, directions et services du ministère. Elle accueillera également les acteurs privés qui participent à l'effort d'innovation (entreprises, associations professionnelles, think tanks, etc.). Elle s'ouvrira aussi à des experts du soutien à l'innovation issus du secteur civil dans une démarche ouverte, qui participe à la transformation du ministère. Ainsi, soldats innovateurs, officiers transformation, « labs » d'armées, laboratoires, sociétés et groupes privés, pôles et instituts, journalistes, experts scientifiques, investisseurs, organismes étatiques et plus encore se retrouveront.

Le cercle des innovateurs se réunira lors d'un événement majeur par an qui rassemblera l'ensemble de la communauté. Il proposera, par ailleurs, à son réseau des rendez-vous relais trimestriels tels que des visites de site, des conférences, des ateliers de travail, etc. Ce cycle d'actions démarra au deuxième semestre 2020. La mise en place d'un réseau social permettant de partager des informations et retours d'expériences entre innovateurs sera également expérimentée.

L'animation de cette communauté permettra de faire émerger un réseau de réflexion et d'influence afin que la dimension « défense » soit prise en compte au sein de l'écosystème global de l'innovation.

Le cercle des innovateurs prend le nom de LYNX, animal emblème de l'Agence de l'innovation de défense. Dans la mythologie grecque le personnage de Lyncée (lynx) possède le don de voir loin et à travers le brouillard. Il incarne pleinement l'une des raisons d'être de la communauté de l'innovation de Défense.

SIGLES ET ACRONYMES

A2/AD	Anti access / Area denial	ENSTA	École nationale supérieure de techniques avancées
ACT	Allied Command for Transformation (OTAN)	ETI	Entreprises de taille intermédiaire
AED	Agence européenne de défense		
ANR	Agence nationale de la recherche	FDA	Frégate de défense aérienne
ASTRID	Accompagnement spécifique de travaux de recherches d'intérêt défense	FDI	Frégate de défense et d'intervention
AWACS	Airborne early warning and control system	FEDef	Fonds européen de défense
		FREMM	Frégate multi-missions
BITD	Base industrielle et technologique de défense	GRAVES	Grand réseau adapté à la veille spatiale
BRL	Business Readiness Level	GT	Groupe de travail
CEA	Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives	IA	Intelligence artificielle
CERES	Capacité d'écoute et de renseignement électromagnétique spatial	Inria	Institut national de recherche en informatique et en automatique
CICoS	Centre interarmées de coordination du soutien	IRSEM	Institut de recherches stratégiques de l'école militaire
CIDEF	Conseil des industries de défense françaises	ISL	Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis
CMI	Commandement et maîtrise de l'information (système de forces)	LPM	Loi de programmation militaire
CNES	Centre national d'études spatiales	LSM	Lutte sous la mer
CNRS	Centre national de la recherche scientifique	MCO	Maintien en condition opérationnelle
CSO	Composante spatiale optique	MESRI	Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation
DAR	Délégation à l'accompagnement régional	MGCS	Main ground combat system
DARPA	Defense Advanced Projects Agency (USA)	MIP	Mission pour le développement de l'innovation participative
DASA	Defence and Science Accelerator (UK)	MMCM	Maritime mine countermeasures
DGA	Direction générale de l'armement	MOOC	Massive online open course
DGE	Direction générale des entreprises	MSO	Mise en service opérationnel
DGNUM	Direction générale du numérique et des systèmes d'information et de communication	NAVWAR	Navigation warfare
DGRIS	Direction générale des relations internationales et de la stratégie	NRBC	Nucléaire, radiologique, biologique, chimique
DIRECCTE	Direction régionale des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi	ONERA	Office national d'études et recherches aérospatiales
DT	Direction technique	OTAN	Organisation du traité de l'Atlantique Nord
DTPM	Délégation à la transformation et à la performance ministrielles	PAI	Projet d'accélération de l'innovation
EC	Engagement combat (système de forces)	PIP	Projet d'innovation participative
EMA	État-major des armées	PME	Petites et moyennes entreprises
EMDS	Etats-majors, directions et services	PMS	Projection, mobilité, soutien (système de forces)

PR	Projet de recherche	SCAF	Système de combat aérien futur
PS	Protection et sauvegarde (système de forces)	SCCOA	Système de commandement et de conduite des opérations aérospatiales
PTD	Projet de technologies de défense	SGA	Secrétariat général pour l'administration
RAPID	Régime d'appui à l'innovation duale	SGPI	Secrétariat général pour l'investissement
RIO	Responsable innovation ouverte	SHS	Sciences humaines et sociales
R&T	Recherche et technologie	SIC	Système d'information et de communication
SATAM	Système d'acquisition et de trajectographie des avions et des munitions	SNA	Sous-marin nucléaire d'attaque
S2IE	Service des affaires industrielles et de l'intelligence économique	TAVD	Tir au-delà de la vue directe
		TRL	Technology Readiness Level

