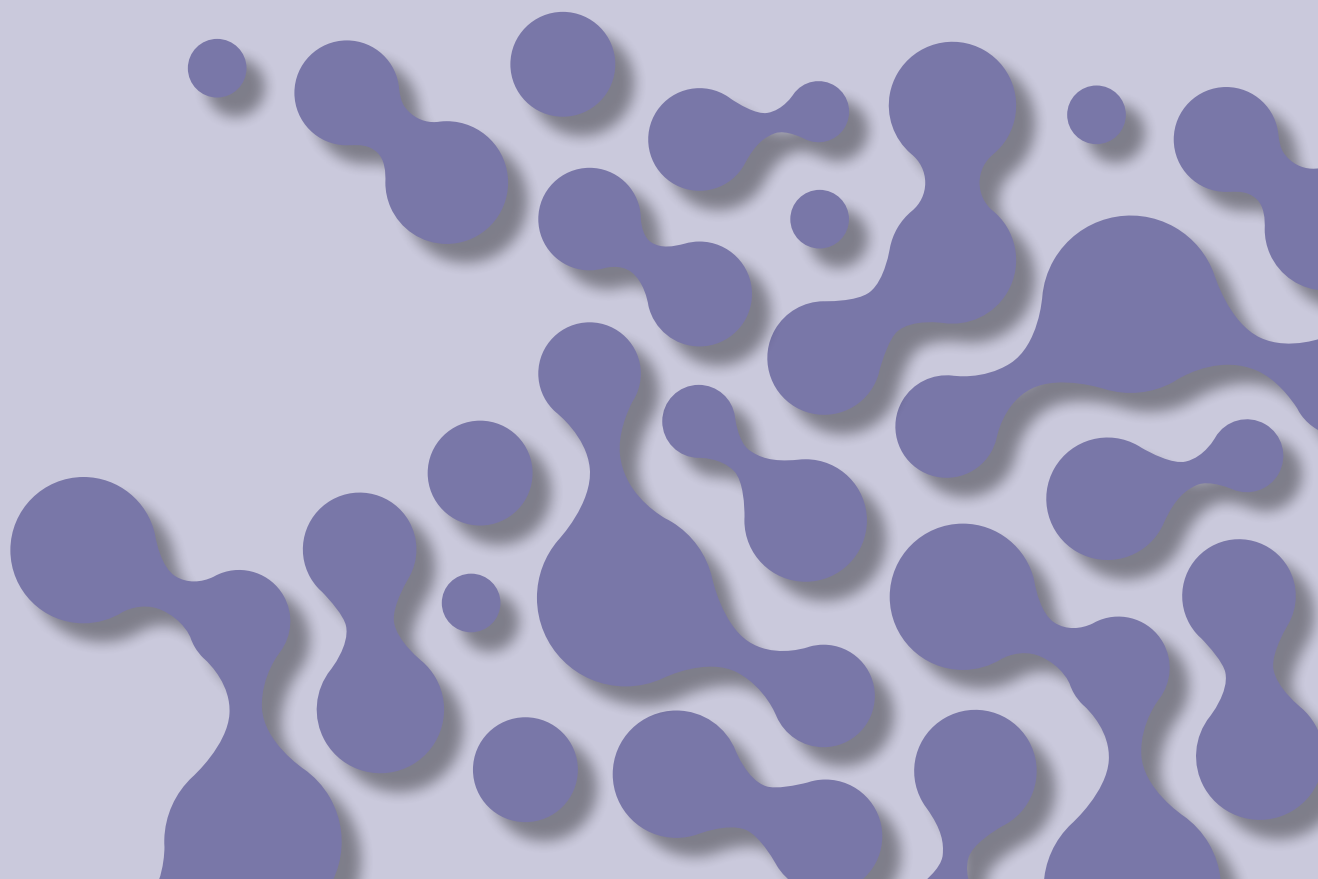




**MINISTÈRE  
DES ARMÉES**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

# INNOVATION DE DÉFENSE **BILAN D'ACTIVITÉS** **2019**



# Sommaire

<b>2019: une année décisive pour l'innovation de Défense.....</b>	<b>3</b>
<b>1 L'Agence de l'innovation de défense .....</b>	<b>4</b>
1.1 De sa création à fin 2019: les temps forts .....	5
1.2 L'innovation de Défense en quelques chiffres.....	6
<b>2 Enjeux. Une approche « sur-mesure » pour répondre aux défis de demain .....</b>	<b>7</b>
2.1 Organisation de l'Agence de l'innovation de défense .....	7
2.2 Grandes orientations de l'innovation de Défense .....	9
2.3 Structurer et faciliter les interactions des innovateurs avec l'Agence: « le guichet unique » .....	9
2.4 Création d'une Cellule de coordination de l'innovation de Défense (CCIAD).....	10
<b>3 Accélération. Une structuration en mode « Projet » .....</b>	<b>13</b>
3.1 Préparer les technologies de défense de demain.....	14
3.2 Accélérer l'innovation avec l'écosystème civil .....	16
De nouveaux modes d'action .....	17
L'innovation Défense Lab en quelques mots .....	17
Des passations de marchés publics agiles et réactives.....	19
3.3 Encourager l'innovation provenant du ministère .....	19
3.4 Se projeter sur le temps long: la recherche.....	20
<b>4 Animation. L'écosystème de l'innovation de Défense.....</b>	<b>22</b>
4.1 Les partenaires institutionnels.....	22
4.2 Les établissements publics de recherche sous tutelle .....	23
4.3 Les écoles du ministère des Armées .....	26
4.4 Animer le maillage national de l'innovation.....	27
4.5 Participer à la communauté internationale.....	28
4.6 Rayonnement de l'innovation de Défense .....	29
4.7 Valorisation de l'innovation .....	29
4.8 Échanges avec le Parlement .....	30
<b>5 Illustration. Exemples de projets en cours .....</b>	<b>32</b>
5.1 Projets de technologies de Défense .....	32
5.2 Projets d'accélération d'innovation .....	34
5.3 Projets d'innovation participative.....	37
5.4 Projets de recherche.....	38
<b>6 Contact.....</b>	<b>43</b>

## 2019: UNE ANNÉE DÉCISIVE POUR L'INNOVATION DE DÉFENSE

Un an déjà... et un an seulement. Le premier septembre 2018, l'Agence de l'innovation de défense, annoncée en mars de la même année par la ministre des Armées Florence Parly, voyait le jour. Le début d'une aventure humaine et un défi exaltant, mais également l'ouverture d'une ère nouvelle dans l'organisation de l'innovation de Défense, avec plusieurs défis à relever. Et tout cela, dès 2019.

En premier lieu, il s'agissait d'organiser la montée en puissance de l'Agence de l'innovation de défense, rattachée au Délégué général pour l'armement, dans un paysage déjà constitué, sans réinventer ce qui fonctionnait déjà, et en assurant la performance des opérations en cours alors même que les équipes et les processus devaient être réorganisés.

Ce premier défi a été relevé puisqu'à iso-ressources humaines, 20% d'engagements supplémentaires ont été réalisés, en atteignant en 2019, 890 M€ d'engagements, contre 765 M€ en 2018. Parmi les projets lancés ou ayant franchi un jalon majeur en 2019, nous pouvons ainsi citer VMAX dans le domaine de l'hypervélocité, ARTEMIS, projet exploratoire pour l'intelligence artificielle de Défense, ou encore la préparation du programme SCAF (Système de combat aérien du futur).

Le Comité de pilotage de l'innovation de Défense a été installé. Sous la présidence du Délégué général pour l'armement, il associe les armées, directions et services, et accueille quatre personnalités qualifiées qui lui apportent une ouverture sur la société civile.

La structuration des projets d'innovation a été réalisée: elle est présentée plus loin dans ce document. Enfin, de nouveaux outils ont été mis en place, en particulier en matière d'innovation ouverte. En un an, l'Innovation Défense Lab a accueilli plus de 5000 visiteurs, hébergé plus de 350 événements avec 32 projets labellisés. La Cellule de coordination de l'intelligence artificielle de Défense (CCIAD) a été créée suite au discours fondateur de la ministre des Armées du 5 avril, présentant la politique du ministère dans le domaine essentiel de l'intelligence artificielle.

Cette première année fut également ponctuée d'événements fondateurs: la tenue du 1<sup>er</sup> Forum Innovation Défense, le lancement opérationnel par la ministre des Armées des locaux de l'Innovation Défense Lab, la présence de l'Agence au salon VivaTechnology, au salon international de l'aéronautique et de l'espace, et l'ouverture inédite du défilé du 14 Juillet par un volet innovation de Défense, offrant ainsi une forte couverture médiatique au domaine.

Dans le même temps, l'Agence, chef d'orchestre de l'innovation de Défense, a fédéré les acteurs du ministère pour le doter d'un document fondateur: le Document d'orientation de l'innovation de Défense (DOID). Il présente les ambitions du ministère en matière d'innovation permettant de garantir la supériorité opérationnelle des armées et l'autonomie stratégique de la France.

De nouveaux modes d'action ont été expérimentés, dans le domaine de l'achat et de la contractualisation rapide, comme dans celui plus ouvert de l'idéation – citons à ce propos l'initiative « Red Team » visant à utiliser la créativité des auteurs de science-fiction afin de faire de la prospective à long terme.

Aujourd'hui, l'Agence se pose comme un acteur incontournable de l'innovation. S'il s'agit en 2020 de renforcer ce qui a déjà été créé, la crise sanitaire sans précédent de la COVID-19 nous oblige à trouver de nouveaux modes d'action. Nous devons désormais consolider ceux déjà entrepris, mais également montrer que l'innovation de Défense est au service du pays tout entier, dans ses dimensions civile et militaire. Je peux pour cela compter sur la qualité et sur la mobilisation sans faille des personnels de l'Agence et du soutien indéfectible des Armées, de la Direction générale de l'armement (DGA), du Secrétariat général pour l'administration (SGA), ainsi que de l'ensemble des acteurs publics et privés concourant aujourd'hui à l'excellence de notre Défense. Merci à eux tous. Ce premier exercice n'est qu'un premier jalon.



**Emmanuel CHIVA**

Directeur, Agence de l'innovation de défense



La ministre des Armées lors de l'inauguration des locaux de l'Innovation Défense Lab le 23 novembre 2018.

**« N'ayons pas peur. Ni de nos idées, ni de celles des autres. En un mot, innovons, toujours »**

Florence Parly, ministre des Armées  
novembre 2018

## 1 L'AGENCE DE L'INNOVATION DE DÉFENSE



**AGENCE  
INNOVATION  
DÉFENSE**

## 1.1 DE SA CRÉATION À FIN 2019: LES TEMPS FORTS

2018

### **22 au 24 novembre**

1<sup>ère</sup> édition du Forum Innovation Défense

Inauguration des locaux de l'Innovation Défense Lab par la ministre des Armées

### **7 décembre**

Lancement d'un appel à projets accéléré dans le domaine de l'intelligence artificielle

### **19 décembre**

1<sup>er</sup> comité de pilotage de l'innovation de Défense

2019

### **Février**

Mise en place d'un processus de passation de marchés entièrement dématérialisé

### **Mars**

1<sup>er</sup> marché passé selon le décret produits ou services innovants

### **25 au 29 mars**

Expérimentation de robots terrestres au Centre d'entraînement en zone urbaine

### **23 avril**

Comité ministériel de l'innovation de Défense

### **1<sup>er</sup> mai**

Mise en place du guichet unique pour le dépôt de projets internes ou externes au ministère

### **16 au 18 mai**

1<sup>er</sup> participation du ministère des Armées au salon Viva Technology

### **1<sup>er</sup> juillet**

Création de la Cellule de coordination de l'intelligence artificielle de Défense (CCIAD)

### **11 juillet**

Publication du Document d'orientation de l'innovation de Défense (DOID)

### **14 juillet**

Mise à l'honneur de l'innovation de Défense lors du tableau introductif du défilé militaire

### **9 et 10 octobre**

1<sup>er</sup> participation au Forum Entreprises Défense

### **Septembre**

Publication du rapport Task Force sur l'intelligence artificielle

### **21 novembre**

1<sup>er</sup> comité sur l'innovation ouverte à Singapour

### **Décembre**

Signature de la convention avec l'INRIA sur l'intelligence artificielle

Red Team Défense: lancement de l'appel public à la concurrence pour anticiper les scénarios disruptifs et les conflits à l'horizon 2030 à 2060

## 1.2 L'INNOVATION DE DÉFENSE EN QUELQUES CHIFFRES

- **Plus de 100 nouveaux projets lancés**, avec la DGA, couvrant tous les domaines capacitaires pour une intégration, à terme, dans les systèmes d'armes livrés aux forces
- **525 projets d'accélération d'innovation et d'innovation participative** en entrée du guichet unique de l'Agence dont 142 ont été labellisés en 2019
- **218 projets de recherche lancés**
- **32 projets soutenus par l'Innovation Défense Lab**
- **119 start-up d'intérêt défense référencées**
- **8 appels à projets lancés**
- **12 études de marchés** livrées sur des technologies émergentes utiles aux armées

Montant total des engagements : ..... 890 M€

Montant total des paiements : ..... 733 M€

### RÉPARTITION DES ENGAGEMENTS

Aéronautique et missiles ..... 301 M€

Information et renseignement ..... 197 M€

Naval ..... 43 M€

Terrestre, NRBC et Santé ..... 44 M€

Dissuasion ..... 152 M€

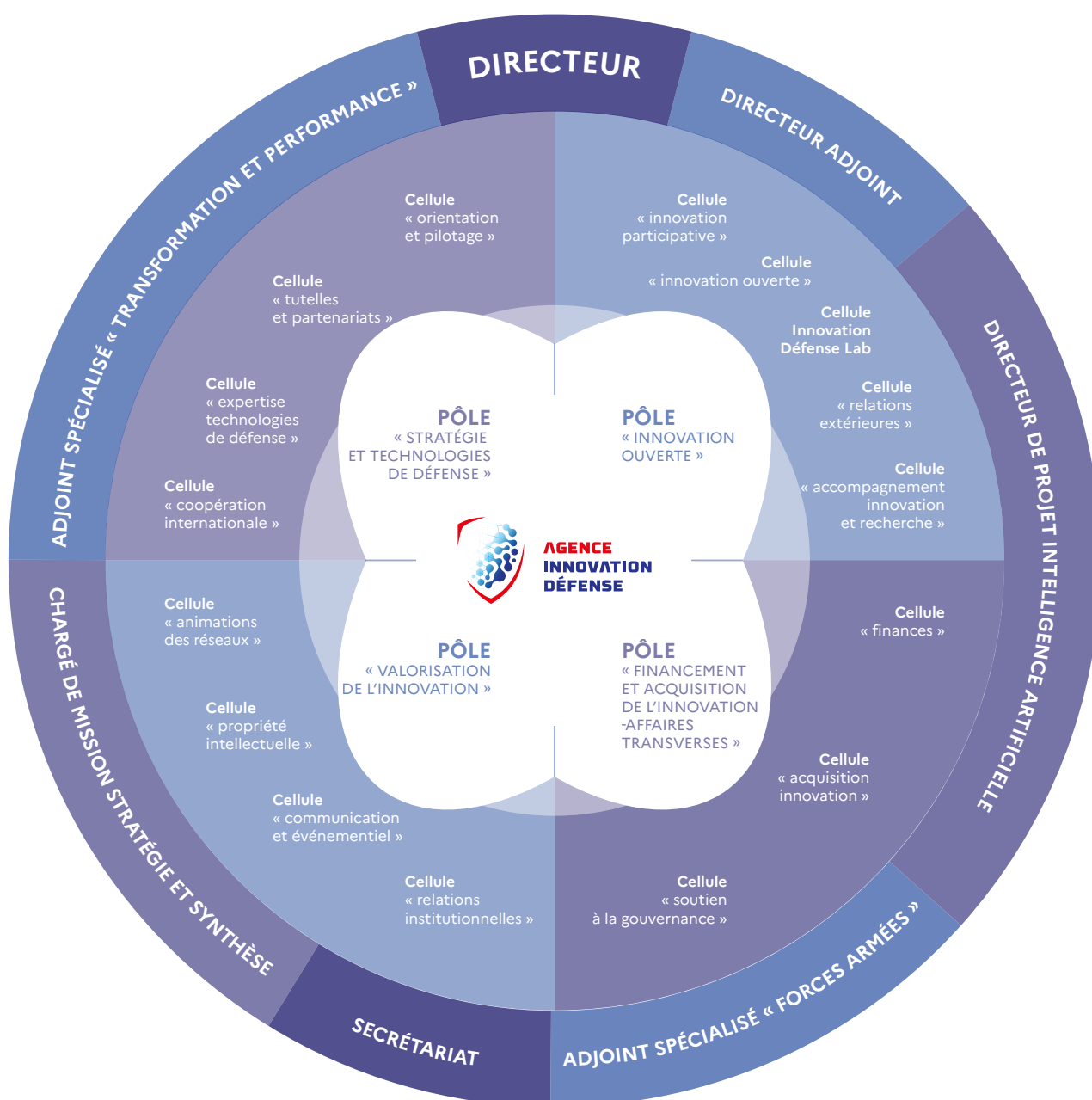
Innovation et technologies transverses ..... 153 M€

## 2 ENJEUX. UNE APPROCHE « SUR-MESURE » POUR RÉPONDRE AUX DÉFIS DE DEMAIN

### 2.1 ORGANISATION DE L'AGENCE DE L'INNOVATION DE DÉFENSE

L'innovation de Défense est au cœur de la transformation et de la recherche de performance du ministère des Armées pour garantir la supériorité opérationnelle de nos armées et l'autonomie stratégique de la France. Elle couvre ainsi l'ensemble des activités du ministère et intègre aussi bien les fonctions opérationnelles et organiques que les fonctions de gestion administrative et de soutien. L'innovation de Défense s'inscrit dans le temps long, pour préparer les futurs systèmes d'armes et dans le temps court, pour tirer parti de l'innovation issue du domaine civil et des personnels du ministère.

Cette mission nécessite de mettre en place une organisation permettant à la fois un fonctionnement intégré avec l'ensemble des acteurs étatiques, mais également une dynamique avec l'écosystème civil de l'innovation, en créant notamment les canaux de communication et les moyens d'interaction permettant de connecter ces deux mondes.



En 2019, l'Agence de l'innovation de défense s'est organisée, notamment afin de garantir :

- La continuité des travaux et des processus mis en place au sein du ministère des Armées en termes de recherche, de technologie et d'innovation;
- La prise en compte des différents aspects de l'innovation de Défense: sur le temps long pour préparer les programmes d'armement futurs et sur le temps court, pour capter rapidement l'innovation issue du marché civil et des rangs des armées, directions et services;
- La mise en place d'un canal unique et simple d'emploi pour tous les innovateurs qui souhaitent travailler avec le ministère;
- Une méthodologie permettant d'interagir avec l'écosystème civil de l'innovation, tant en termes de veille sur les dernières innovations et tendances technologiques, que sur les processus d'échanges opérationnels avec l'innovation civile;
- La mise en place opérationnelle de nouveaux outils, comme l'Innovation Défense Lab;
- La montée en puissance de nouveaux projets et chantiers, comme celui concernant la valorisation des innovateurs et de l'innovation de Défense en général, ou celui des achats et de la contractualisation rapide.

L'organisation mise en place en 2019 a permis de répondre à ces différents défis, tout en assurant une montée en puissance progressive de l'activité de l'Agence. En parallèle, le **Comité de pilotage de l'innovation de Défense (CPID)** a été installé. Placé sous la présidence du Délégué général pour l'armement, il rassemble les entités et directions impliquées dans la gouvernance de l'innovation :

- Le Délégué général pour l'armement;
- Représentants du Chef d'État-major des armées et des chefs d'États-majors d'armées;
- Représentant du Secrétaire général pour l'administration du ministère des Armées;
- Représentant du Contrôle général des Armées;
- Directeur du service d'architecture du système de Défense (DGA);
- Représentant de la DGSE;
- Représentant de la Direction générale du numérique et des systèmes d'information et de communication (DGNUM) du ministère des Armées;
- Représentant de la Direction générale des relations internationales et de la stratégie (DGRIS) du ministère des Armées;
- 4 personnalités qualifiées provenant de la société civile, et nommées par la ministre des Armées (arrêté du 29 mars 2019 au Journal Officiel) pour une durée de 3 ans.

## QUATRE PERSONNALITÉS QUALIFIÉES ONT REJOINT LE CPID



**Bernard ATTALI**  
Senior Advisor du cabinet  
August Debouzy



**Erik GRAB**  
Vice-Président stratégie,  
anticipation & innovation  
et développement durable  
du groupe Michelin



**Roland LEHOUCQ**  
Chercheur en astrophysique  
au CEA



**Marie MEYNADIER**  
Directrice générale  
de la société EOS imaging

L'Agence se pose comme un acteur incontournable de l'innovation grâce à l'implication de l'ensemble de ses personnels. Au 31 décembre 2019, 83 personnes lui sont rattachées opérationnellement. Il convient de rajouter à cet effectif les 22 directeurs de segment de management et managers « études amonts ». Les hommes et les femmes de l'Agence ont des parcours variés au sein des armées, directions et services du ministère. Ils mettent en commun leur culture et leur expérience au service de l'innovation. Fin 2019, les femmes représentent 45 % des effectifs de l'Agence.



## 2.2 GRANDES ORIENTATIONS DE L'INNOVATION DE DÉFENSE

L'innovation de Défense s'inscrit à la fois dans le temps long et le temps court :

- Dans le temps long, pour préparer des investissements structurants, anticiper les ruptures technologiques, s'assurer de la maîtrise des technologies émergentes à caractère stratégique, et maintenir l'excellence de la base industrielle et technologique de défense française,
- Dans le temps court, pour capter rapidement l'innovation issue du marché civil et des rangs des armées, directions et services, en tirant parti des nouveaux usages qu'elle engendre.

L'Agence de l'innovation de défense a pour mission d'orienter cette innovation sur la même période que les travaux d'ajustement de la programmation militaire, et de proposer les objectifs ministériels afférents. Ces objectifs sont formalisés au travers d'un Document d'orientation de l'innovation de défense (DOID).

En 2019, une première édition du DOID a été rédigée conjointement avec les armées, la Direction générale de l'armement (DGA) et le Secrétariat général pour l'administration (SGA). Approuvé par la ministre des Armées le 23 avril 2019 lors de la première édition du Comité exécutif de l'innovation de Défense, il a fixé les grands domaines d'innovation, les priorités, et les moyens associés. Il prend également en compte la nécessité d'entretenir un contexte favorable à l'innovation et de veiller à ce que celle-ci produise des effets opérationnels.

Le Document de référence (DrOID)<sup>1</sup> sera remis à jour chaque année, en se fondant sur des facteurs d'évolution, notamment capacitaire, industriel ou technologique, et en prenant en compte l'exécution des travaux d'innovation.

## 2.3 STRUCTURER ET FACILITER LES INTERACTIONS DES INNOVATEURS AVEC L'AGENCE : « LE GUICHET UNIQUE »

La mise en place d'un « guichet unique » pour les innovateurs en 2019 avait pour objectif de structurer et de faciliter les interactions des innovateurs avec l'Agence, qu'ils proviennent de la société civile, du domaine de la Défense ou du ministère des Armées. L'objectif de ce « guichet unique » est d'orienter rapidement les innovateurs vers le dispositif de soutien le plus adapté.

Il met en œuvre différents processus :

- Identification des projets en utilisant une matrice de critères généralisée ;
- Organisation d'un réseau de contacts permettant d'estimer les cas d'usage, d'évaluer le caractère disruptif technologique et la maturité économique de l'innovateur ou de l'entité ;
- Mise en place d'une plateforme logicielle permettant de faciliter le traitement du flux entrant ;
- Déploiement d'outils informatiques et de bases de données afin d'échanger avec les structures du ministère chargées de l'évaluation et du soutien industriel, en particulier le S2IE, service des affaires industrielles et de l'intelligence économique, de la DGA.

Ce guichet est accessible par Internet, sur le site de l'Agence (<https://www.defense.gouv.fr/aid/deposer-vos-projets>) qui indique le courriel de contact et le lien vers le formulaire en ligne qui est à compléter par tout porteur de projet d'innovation susceptible d'intéresser le ministère des Armées.

Sur l'année 2019, le guichet unique a comptabilisé 525 dépôts de projets soit :

- 141 provenant du personnel, civil ou militaire, du ministère des Armées ;
- 332 provenant d'entreprises ;
- 28 provenant du monde académique ;
- 24 provenant de particuliers.

<sup>1</sup> Pour 2020, le Document d'orientation de l'innovation de Défense change de nom pour devenir le Document de référence de l'orientation de l'innovation de Défense (DrOID).

## 2.4 CREATION D'UNE CELLULE DE COORDINATION DE L'INNOVATION DE DEFENSE (CCIAD)

Le discours fondateur de la ministre des Armées le 5 avril 2019 a posé les bases de la feuille de route sur l'intelligence artificielle (IA) de Défense. Le rapport de la « Task Force IA » du ministère des Armées rendu public en 2019 suggérait la création d'une Cellule de coordination de l'intelligence artificielle de Défense (CCIAD), rattachée à l'Agence de l'innovation de défense et comportant une dizaine de membres, chargée d'animer les actions de défense en faveur de l'IA.

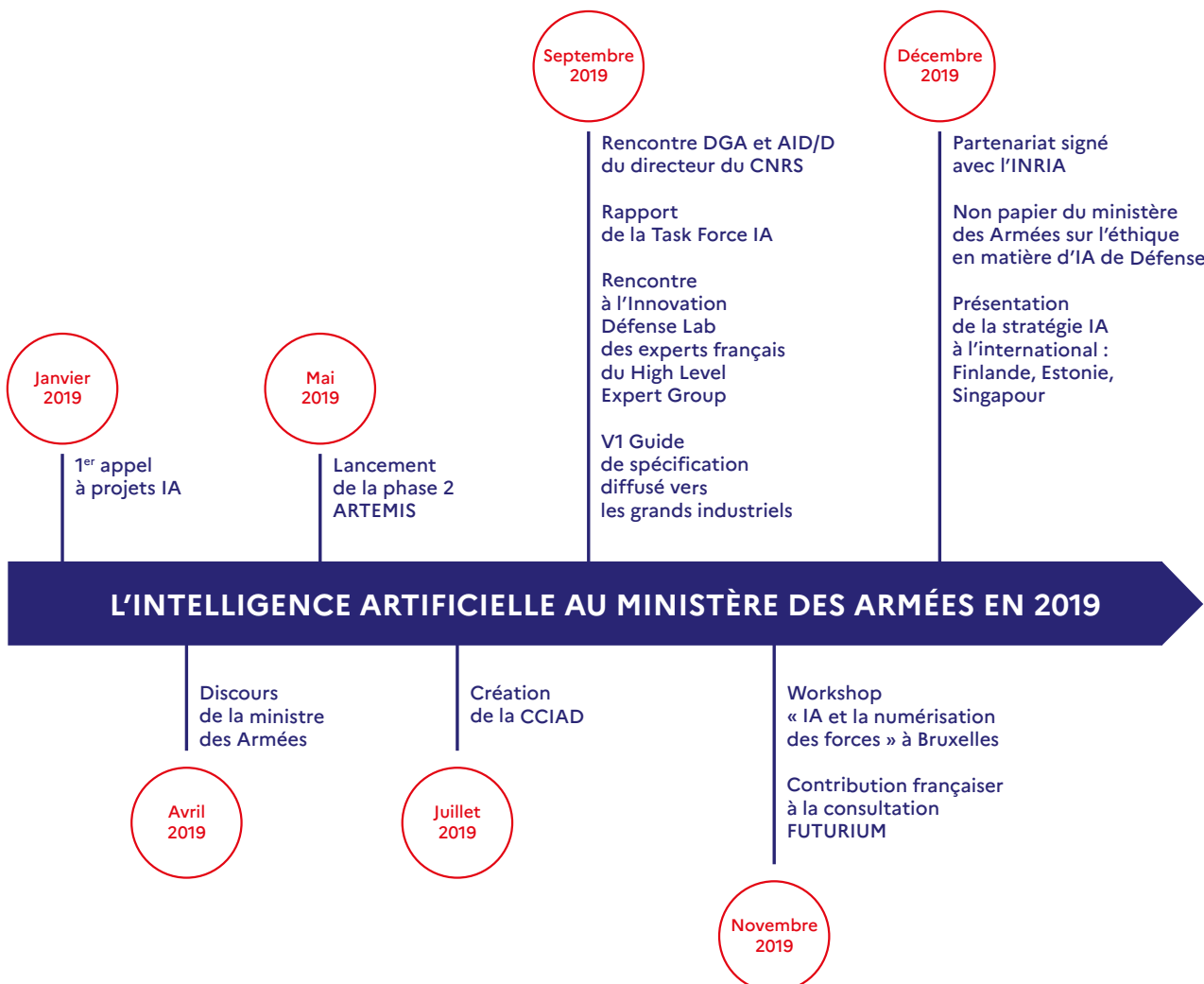
Cette cellule de coordination a été créée à l'été 2019. Elle a pour mission de jouer un rôle de facilitateur de l'implémentation de l'IA, de coordination des différents projets et actions et d'organisation et de pilotage des travaux transverses (veille technique et industrielle, animation de l'écosystème, travaux méthodologiques, contribution aux travaux interministériels). Son directeur, le Pr Michaël Krajecki, a rejoint l'Agence en juillet 2019.



Crédit: ministère des Armées

**Présentation de la feuille de route sur l'intelligence artificielle du ministère des Armées le 5 avril 2019 au centre de recherche Inria Saclay.**

La CCIAD a élaboré, en relation avec la DGA, les armées, et le SGA, une feuille de route à la suite des orientations définies par la ministre. Cette feuille de route prend en compte quatre enjeux majeurs: l'éthique en IA, la maîtrise de la donnée et de son exploitation, le développement et le maintien d'un vivier d'experts et la gouvernance de l'action ministérielle en IA. Elle a pour objectif de développer l'IA dans les systèmes du ministère des Armées, en termes de capacités, en établissant des partenariats stratégiques, et en développant des coopérations internationales.



Le directeur de la CCIAD, coordinateur ministériel en termes d'IA de Défense, rend compte de l'avancement du projet d'ensemble au Comité de pilotage de l'innovation de Défense qui fixe les grandes orientations du domaine.

La montée en puissance de cette nouvelle structure permet de doter le ministère des Armées d'un organisme d'animation d'une priorité nationale. Afin de garantir sa supériorité opérationnelle future, l'IA de Défense est développée selon les priorités suivantes :

- 1 - Aide à la décision en planification et en conduite;
- 2 - Combat collaboratif;
- 3 - Cyberdéfense et influence;
- 4 - Logistique, soutien et maintien en condition opérationnelle (MCO);
- 5 - Renseignement;
- 6 - Robotique et autonomie;
- 7 - Administration et santé.

Pour exemple, la maîtrise de la donnée et de son exploitation est l'objectif principal du projet ARTEMIS qui vise à mettre en place une info structure répondant au besoin de traitement massif de données (Big Data) ou à l'entraînement d'algorithmes d'intelligence artificielle, de manière agile, ouverte et évolutive.

L'action de la CCIAD s'est aussi traduite en 2019 par le lancement d'appels à projets en innovation ouverte et par la mise en place d'accords de collaboration avec nos partenaires stratégiques, comme avec l'INRIA et l'ANR.



Credit : ministère des Armées

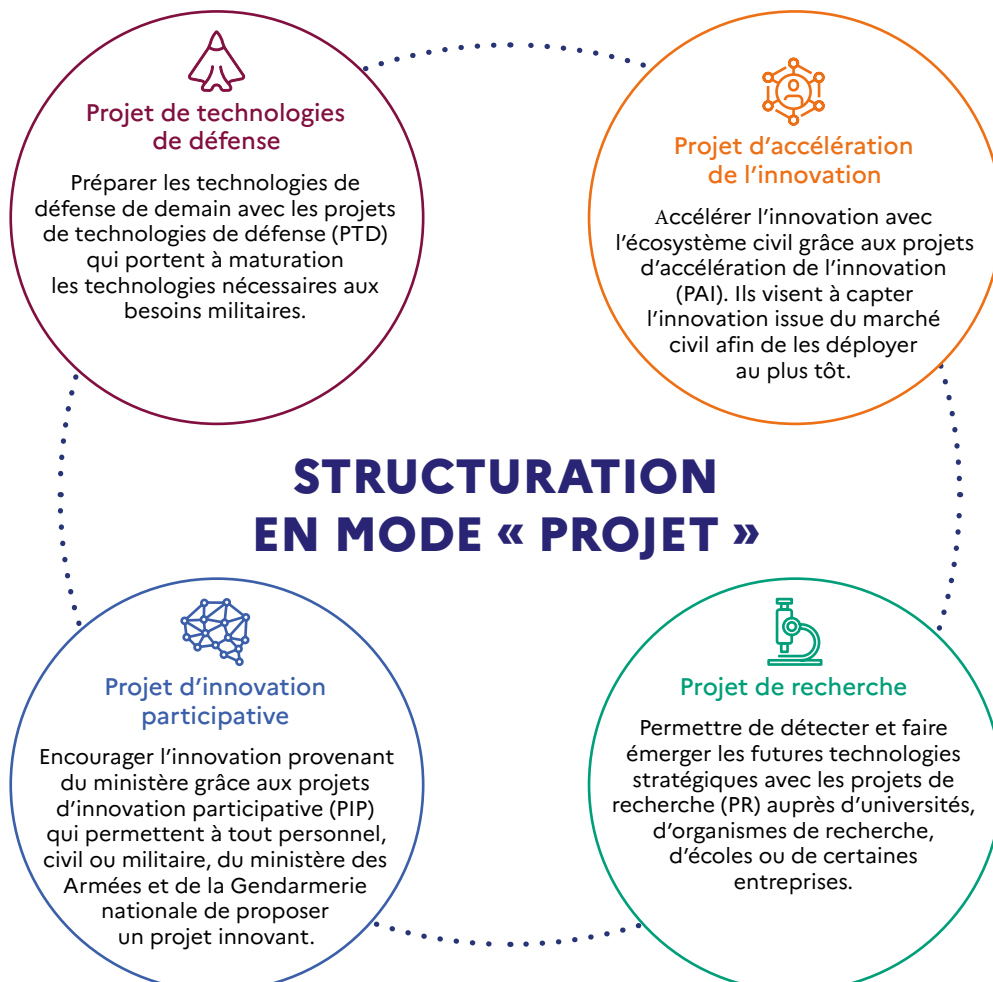
Présentation de la cellule innovation ouverte dans les locaux de l'Innovation Défense Lab.

## 3 ACCÉLÉRATION. UNE STRUCTURATION EN MODE « PROJET »

Afin de dynamiser et de fédérer l'écosystème de l'innovation de Défense, l'Agence s'est organisée en mode « projet » jouant ainsi le rôle de catalyseur et d'accélérateur de l'innovation. Cette structuration est nécessaire afin de garantir via un processus clair et lisible la bonne finalisation des projets.

L'année 2019 a vu la mise en place des processus gouvernant cette structuration, en considérant quatre types de projets dont l'accélération et le soutien constituent les missions essentielles de l'Agence :

- A. Les « **PTD** » pour projets de technologies de défense, nouvelle désignation des « programmes d'études amont ». Il s'agit des projets visant à développer les technologies nécessaires afin de se doter de capacités futures, de préparer les programmes d'armement, mais également d'identifier et d'étudier les technologies émergentes susceptibles de jouer un rôle dans le maintien de l'autonomie stratégique française, et l'assurance de la supériorité opérationnelle conventionnelle et nucléaire des armées ;
- B. Les « **PAI** » pour projets d'accélération d'innovation, qui consistent en particulier à identifier dans le domaine civil des technologies et produits utiles et transférables au secteur de la Défense, les valoriser, les accélérer, les transférer et les déployer ;
- C. Les « **PR** » pour projets de recherche, permettant de voir plus loin, de préparer l'avenir, d'étudier avec les armées et la DGA les domaines scientifiques, notamment au-delà du besoin militaire prévisible ;
- D. Enfin les « **PIP** » pour projets d'innovation participative, qui soutiennent et valorisent les innovateurs du ministère des Armées et leurs permettent de bénéficier de l'ensemble des mécanismes de soutien à l'innovation de Défense.



## 3.1 PRÉPARER LES TECHNOLOGIES DE DÉFENSE DE DEMAIN

Les **projets de technologies de défense (PTD)** sont l'outil principal de l'innovation dite planifiée. Ils portent à maturation les technologies rendues nécessaires par l'analyse capacitaire menée sur le besoin militaire prévisible pour nos armées à moyen terme, et pour lesquels une maîtrise autonome au niveau national, éventuellement européen, est visée. La maîtrise de ces technologies par la base industrielle et technologique de défense permet ensuite leur intégration dans les opérations d'armement de demain.

Les opérations d'armement menées par la Direction générale de l'armement (DGA) sont des opérations d'investissement destinées à satisfaire les besoins opérationnels des états-majors, directions et services du ministère. En 2019, ces opérations ont représenté un montant de 13,4 G€ d'engagements et 10,8 G€ de paiements. Ces opérations couvrent tous les domaines, allant de l'armement individuel du combattant aux avions de combat et de transport ou encore aux drones ou aux bâtiments de la Marine nationale. Elles passent aussi, entre autres, par les véhicules de combat terrestre, les systèmes d'information et de communication, les capacités de cyberdéfense, ou les moyens d'observation depuis l'espace.

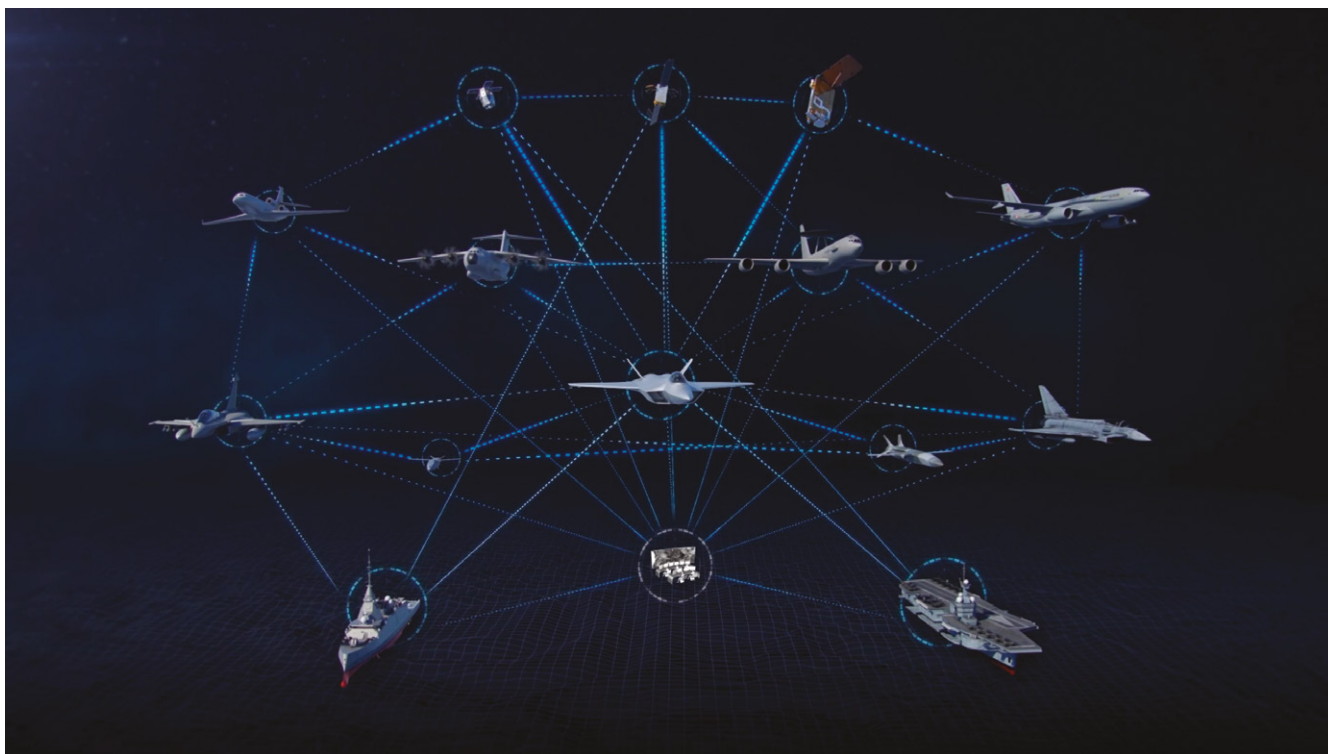
En 2019, malgré une nouvelle structuration de l'innovation de Défense, les activités d'innovation planifiée se sont poursuivies, en prenant en compte 20% d'engagements supplémentaires à iso-effectifs.

L'Agence a consolidé son mode de fonctionnement avec la Direction générale de l'armement (DGA), notamment en accueillant dans ses effectifs organiques les « managers études amont » de la direction des opérations de la DGA, permettant ainsi de conserver un lien fort avec les programmes d'armement. Dans le même temps, un fonctionnement intégré a été mis en œuvre avec le Service d'architecture du système de défense (SASD de la DGA), service chargé de s'assurer de la cohérence des travaux de préparation de l'avenir avec les objectifs capacitaires, industriels et de coopération ainsi que du développement et de la disponibilité des technologies en matière d'armement et de sécurité.

L'orientation 2020 de l'innovation de Défense est pour la première fois structurée en « **domaines d'innovation** » de nature technologique, opérationnelle ou organisationnelle. De nouveaux domaines d'innovation ont été créés pour mettre également en lumière les études technico-opérationnelles et l'administration générale, les ressources humaines et l'organisation. Les domaines d'innovation technologiques répondent à des fonctions transverses de nature capacitaire mais aussi à une approche par milieu (Terre, Air, Mer). Des technologies émergentes, étant amenées à se développer, ont donné naissance à de nouveaux domaines d'innovation, comme les **armes non cinétiques** ou le **soutien / MCO (maintien en condition opérationnelle)**. Ces fonctions technologiques transverses drainent les besoins capacitaires et laissent un espace aux projets de recherche, aux technologies émergentes et à l'innovation d'usage.

En remplaçant des agrégats sectoriels construits selon une logique dominante de familles de produits et issus de la structuration des grands industriels de défense, ces évolutions favorisent une approche transversale propice à la fédération des technologies communes et au développement de technologies émergentes. Elles vont également faciliter la participation de PME/ETI proposant des technologies innovantes mais sera également plus ouvertes aux nouveaux « entrants ».

Durant l'année 2019, de nombreux projets de technologies de défense ont été lancés, ont poursuivi leur montée en maturité technologique ou se sont achevés. Parmi ces projets, nous pouvons citer dans le domaine aéronautique, le **Système de combat aérien du futur (SCAF)**, en coopération franco-allemande, rejoint par l'Espagne. Ce projet a donné lieu au lancement du premier marché d'architecture et de concept de l'avion de combat de prochaine génération collaborant avec un ensemble d'armements et un essaim de drones interconnectés par un cloud de combat.



Crédit: MASTER IMAGES PROGRAMMES

Dans le cadre du **futur standard de l'hélicoptère de combat Tigre**, les travaux relatifs aux systèmes d'aide en conditions visuelles dégradées se poursuivent et des essais de protection balistique transparente ont été réalisés.

Dans le domaine terrestre, la préparation de la coopération franco-allemande sur le **futur char de combat MGCS** (Main Ground Combat System) en termes de R&T s'est poursuivie en 2019. Les faits marquants concernent l'acquisition automatique de cible dans l'infrarouge, des résultats d'essais de munition guidée et la poursuite des travaux sur les sources laser. L'accord-cadre permettant l'animation de l'écosystème des acteurs de l'innovation sur l'ensemble des problématiques associées aux évolutions du combattant débarqué SCORPION a été notifié.

Dans le domaine naval, l'année 2019 a été marquée par les premiers résultats des travaux d'esquisses du **porte-avions de nouvelle génération (PA NG)**. Des avancées ont été constatées à l'occasion de coopérations avec le Japon sur la détection des mines enfouies et Singapour avec l'insertion de drones de surface dans le trafic maritime. La deuxième phase de coopération avec les Britanniques sur les futurs missiles longue portée s'est poursuivie avec des développements de différents concepts de missiles (missiles de croisière et antinavires). Au niveau de l'hypervélocité non propulsée, une première étape a été franchie avec la revue de définition du démonstrateur de planeur hypersonique.

Dans le domaine **C4ISR** (Computerized Command, Control, Communications, Intelligence, Surveillance Reconnaissance), l'année 2019 a été marquée au niveau des communications militaires, par le lancement des études relatives aux capacités de communications multi-bandes du poste radio tactique CONTACT et par les résultats des études système du projet CASTOR relatif à la future composante durcie et protégée du système souverain de télécommunication par satellite militaire français. Dans le cadre du renseignement d'origine image, les performances du prototype de boule optronique optimisée multifonctions ont été validées en environnement réel. Par ailleurs, la deuxième phase du projet de partenariat innovant ARTEMIS portant sur le traitement des données massives et de l'intelligence artificielle a commencé et porte sur le développement d'un démonstrateur d'info structure avec plusieurs cas d'usage opérationnels entre autres dans le renseignement, la maintenance aéronautique et l'analyse des menaces cyber sur les réseaux.

En cybersécurité, les travaux sur les passerelles multi-niveaux capables de gérer différents contextes d'utilisation et de niveaux de sensibilité ont été lancés et l'effort dans le domaine de la lutte informatique défensive au profit des systèmes d'armes se poursuit.

## 3.2 ACCÉLÉRER L'INNOVATION AVEC L'ÉCOSYSTÈME CIVIL

Les **projets d'accélération de l'innovation (PAI)** sont des projets d'innovation ouverte<sup>2</sup>, issus d'une innovation non prescrite par le besoin militaire prévisible. Ils visent à capter rapidement l'innovation issue du marché civil (start-up, PME, grands groupes, laboratoires de recherche, etc.) et des rangs des états-majors, directions et services afin de la déployer opérationnellement au plus tôt. Ils s'inscrivent dans le temps court de l'innovation et se situent à tout niveau de maturité technologique, utilisateur et industrielle. Les projets d'innovation participative, portés par un personnel du ministère, sont des cas particuliers de PAI, et sont traités de manière spécifique (voir plus loin).

Un PAI est financé soit au travers d'un marché public soit par le biais d'une subvention, comme par exemple via le dispositif RAPID<sup>3</sup>.

Les projets peuvent être soumis de façon spontanée, auprès du guichet unique de l'Agence, ou également en réponse à un appel à projets. Afin d'orienter les différents acteurs, l'Agence a identifié, avec les états-majors, directions et services, une liste de thématiques fixant les priorités des PAI.

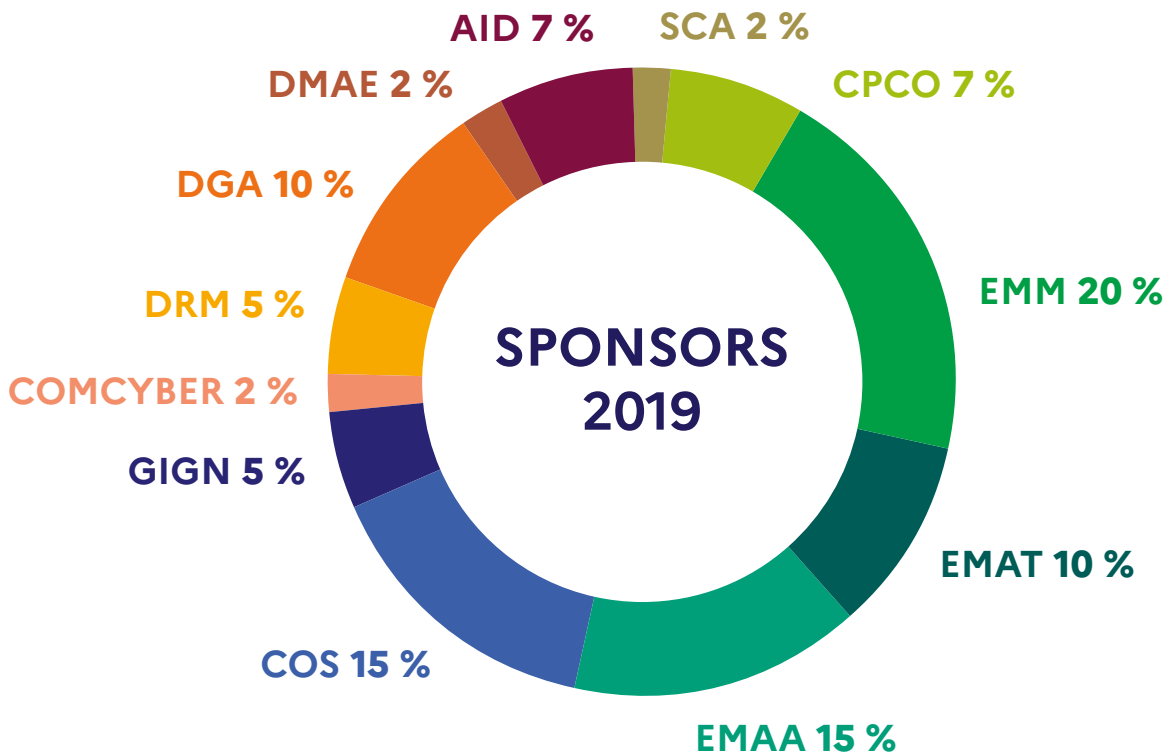
482 projets ont été soumis et 122 labellisés en 2019, dont :

- RAPID : 69 projets labellisés
- Astrid Maturation : 9 projets labellisés
- Innovation Defense Lab : 32 projets labellisés

8 appels à projets lancés (MCO aéronautique, leurre actif décalé, etc.)

119 start-up présentant un intérêt potentiel pour la Défense ont été référencées.

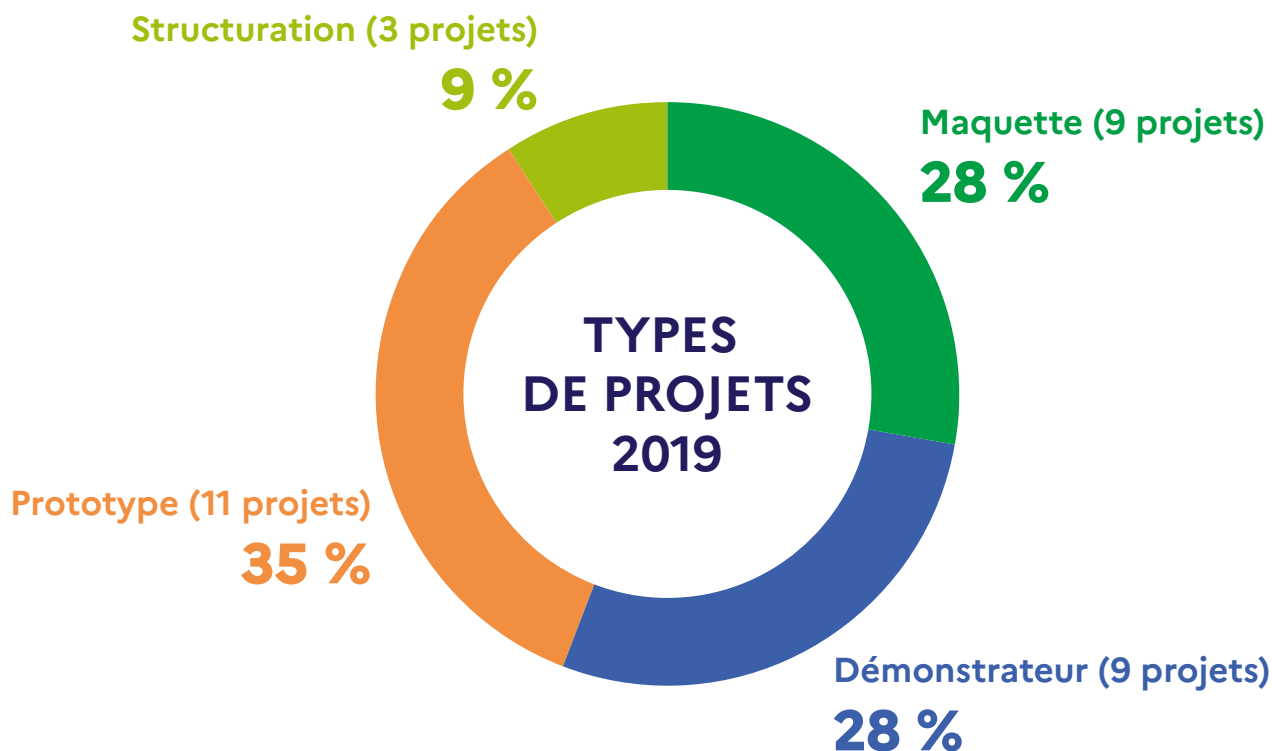
## STATISTIQUES DES PROJETS SOUTENUS PAR L'INNOVATION DÉFENSE LAB



<sup>2</sup> Innovation ouverte: il s'agit de l'innovation non prescrite par une spécification précise de besoin. Elle peut être issue de la recherche scientifique, ou de l'innovation hors du champ défense (technologie, usage, produit ou service pouvant être captés et adaptés pour un emploi au profit du ministère des Armées).

<sup>3</sup> Régime d'Appui à l'Innovation Duale





## DE NOUVEAUX MODES D'ACTION

Afin de répondre aux enjeux de l'innovation de Défense, l'Agence de l'innovation de défense a mis en place en 2019 de nouveaux modes d'action. Ils ont été expérimentés, dans le domaine de l'achat et de la contractualisation rapide mais également dans celui de la prospective avec l'initiative « Red Team ». En charge de proposer des scénarios de menaces dans de nouvelles formes de conflictualité à l'horizon 2030 - 2060, cet exercice d'anticipation disruptive constituera une donnée d'entrée pour éclairer l'orientation de l'innovation de Défense. L'avis d'appel public à la concurrence pour la mise en œuvre de la Red Team a été annoncé par la ministre des Armées le 12 décembre 2019. 12 dossiers de candidature d'opérateurs économiques de toute nature (Start-up, PME, grands groupes) ont été reçus et 3 ont été retenus pour remettre une offre et réaliser une journée de démonstration Red Team en 2020. Elle permettra de retenir le meilleur candidat qui recrutera, organisera et animera la Red Team au profit du ministère.

Autre moyen d'action mis en place: le lancement en avril 2019 de «sitting start-up» par la Cellule innovation ouverte (CIO). Ayant rendu publiques les thématiques prioritaires d'innovation ouverte, l'Agence détecte et suit les start-up d'intérêt éventuel pour le secteur de la Défense, même si elles ne s'y adressent pas initialement. L'objectif est d'amorcer des projets de co-développement (maquettes, démonstrateurs, prototypes) avec les plus prometteuses d'entre elles. Dans ce cadre, 119 start-up présentant un intérêt potentiel pour la Défense ont été référencées en 2019.

## L'INNOVATION DÉFENSE LAB EN QUELQUES MOTS

L'Innovation Défense Lab s'appuie sur une démarche de passation de marchés publics agile et réactive. Sa mission est de mettre en place des moyens de suivi de projet permettant en parallèle de favoriser la montée en maturité technologique et utilisateur.

Ses missions sont les suivantes:

- Tester avec les utilisateurs finaux des produits ou des services suffisamment matures et anticiper leur déploiement éventuel;
- Accompagner les projets à la carte depuis la simple mise en relation d'acteurs du réseau jusqu'à la prise en charge complète du projet;
- Faire rayonner l'innovation de Défense en animant un réseau interne et externe.

Parce qu'il doit favoriser les échanges avec la société civile, l'Innovation Défense Lab dispose d'un « tiers lieu » situé hors des emprises traditionnelles du ministère. Ce lieu constitue un outil favorisant les échanges et facilitant la créativité et la co-construction entre acteurs internes et externes autour de l'écosystème de Défense (grands maîtres d'œuvre, autres labs, PME, start-up, monde académique/universitaire).

L'Innovation Défense Lab a également pour vocation de réaliser une action de veille, en particulier par la réalisation d'études ciblées, qui font chacune l'objet d'une restitution au « tiers lieu » ou dans d'autres lieux, permettant de faire se rencontrer l'écosystème objet de l'étude.



Credit : ministère des Armées

L'Innovation Défense Lab a également permis des « journées d'idéation » consacrées à chacune de nos armées et directions, afin notamment, de confronter les experts métiers et opérationnels à l'état de l'art technologique et industriel.

Une quinzaine de personnes issues des armées, de la Direction générale de l'armement (DGA) et du Secrétariat général pour l'administration (SGA) constituent le cœur du Lab. Elles sont chargées de mener les projets (depuis la créativité jusqu'à la concrétisation d'expérimentation) et d'animer le réseau interne et externe.

Inauguré par la ministre des Armées en 2018, l'Innovation Défense Lab a effectué en 2019 son premier véritable exercice. Il a connu une activité intense, qui a même dépassé les objectifs (voir encadrés).

## L'INNOVATION DÉFENSE LAB DEPUIS SA CRÉATION

- 5 000 visiteurs externes
- Plus de 350 événements
- Une trentaine de projets labellisés
- Des appels à projets : Intelligence artificielle, challenge spatial, contrôle non destructif, robotique...
- Des ateliers de réflexion : maintenance terrestre, service de santé des armées, transformation numérique, innovation du commissariat des armées...
- Des conférences : neuroergonomie, intraprenariat, résultats d'études...
- Des démonstrations de produits ou services

## 12 ÉTUDES LIVRÉES EN 2019 :

- Nanosatellites : quels usages ?
- Les systèmes d'exploitation alternatifs
- Nano explosifs pour munitions de type petit calibre
- Les bâtiments connectés
- Le quantique : pour quoi faire ?
- Tissus intelligents
- Gestion du stress et de la fatigue
- Monitoring neurophysiologique et interface cerveau/machine
- Panorama des transports volants individuels
- Gestion de flotte de véhicules autonomes
- Géolocalisation temps réel indoor – outdoor

## DES PASSATIONS DE MARCHÉS PUBLICS AGILES ET RÉACTIVES

Afin d'accélérer les projets d'innovation ouverte, l'Agence bénéficie d'une capacité de passation agile et réactive de marchés publics. Cette capacité, installée en 2019, est assurée par une cellule achat dédiée du Service des Achats d'Armement de la DGA, directement en prise avec le processus de détection, de structuration et de pilotage des projets d'accélération d'innovation de l'Agence.

Durant l'année 2019, les personnels de l'Agence ont réalisé plusieurs enquêtes auprès des innovateurs, qu'il s'agisse d'innovateurs individuels, de start-up, PME ou ETI. À la lumière de ces échanges, il est apparu clairement que les délais de contractualisation constituaient un frein à l'innovation. Il est donc apparu nécessaire de :

- Développer de nouvelles approches ;
- Les tester par l'Agence dans le cadre d'appels à projets en vraie grandeur, afin de juger de leur adéquation à la problématique signalée par les innovateurs.

L'un des résultats est la création d'un nouveau modèle de marché type, adapté à la réalisation et l'expérimentation de maquettes, démonstrateurs, voire prototypes innovants.

Grâce à cet outil contractuel, une fois un 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 1225 du 24 décembre 2018), la cellule achat a fait en sorte d'être en mesure de passer un marché d'accélération d'innovation en moins de 3 semaines. Si le projet peut déboucher directement sur un passage à l'échelle, la cellule achat met en place une procédure permettant d'expérimenter tout en sélectionnant la meilleure solution à acquérir.

### 3.3 ENCOURAGER L'INNOVATION PROVENANT DU MINISTÈRE

Le dispositif d'**innovation participative** permet à tout personnel civil ou militaire du ministère des Armées ou de la Gendarmerie nationale de proposer un projet innovant visant à améliorer une situation, combler un manque ou permettre un apport opérationnel immédiat pour ces deux institutions. Dans la majorité des cas, un projet d'innovation participative (**PIP**) aboutit à la réalisation d'un prototype ou d'un démonstrateur. Depuis 1988, la mission pour le développement de l'innovation participative (MIP), devenue cellule innovation participative lors de la création de l'Agence, offre un soutien technique, financier et administratif à tout porteur d'innovation interne.

Plus de 200 projets en cours

Avec la montée en puissance de l'Agence, en 2019, l'innovation participative se trouve confortée.

- L'analyse des PIP est désormais croisée avec les projets d'accélération de l'innovation (PAI). Cela permet, le cas échéant, de poursuivre un projet d'innovation participative via un projet d'accélération d'innovation.
- Si un PIP est jugé à fort potentiel, il peut bénéficier du transfert immédiat vers l'Innovation Défense lab pour y être accéléré : accompagnement du projet par les chefs de projets du lab, prise en compte de la contractualisation (dont le passage à l'échelle) par l'Agence.

L'innovation participative, qui préexistait à la création de l'Agence, est donc aujourd'hui pleinement intégrée dans la structuration en mode projet, et peut bénéficier des différents processus, outils de financement, capacités d'expérimentation ou d'expertise afin, le cas échéant, de faciliter et d'accélérer son déploiement auprès des utilisateurs.

## 3.4 SE PROJETER SUR LE TEMPS LONG: LA RECHERCHE

Le ministère des Armées conduit une politique volontariste d'investissement dans la recherche afin d'identifier les ruptures technologiques potentielles ou les technologies susceptibles d'accroître de manière significative les performances des Forces, et de garantir leur supériorité opérationnelle à moyen et long terme.

Pour ce faire, le ministère suscite et accompagne des **projets de recherche (PR)** auprès d'universités, d'organismes de recherche, d'écoles ou de certaines entreprises. Ces projets sont mis en place à l'issue d'une démarche concurrentielle (tel que l'appel à projets thèses) ou dans le cadre de partenariats sur des thématiques ciblées du ministère (telle que l'IA). Ils préparent le futur au-delà du besoin militaire formalisé ou alimentent les travaux de prospective du ministère, ainsi que la démarche capacitaire mise en œuvre par la DGA et les armées. Les résultats les plus prometteurs font l'objet d'actions de valorisation, notamment par transfert vers des projets d'accélération de l'innovation ou des projets de technologies de défense.

218 projets de recherche lancés dont 128 thèses de doctorat

En 2019, le ministère des Armées a commencé à élaborer une stratégie plus affirmée d'investissement dans la recherche scientifique, qui repose pour l'essentiel sur deux grands piliers complémentaires: le développement de partenariats ad hoc sur des thématiques ciblées et le maintien d'une capacité de captation des « bonnes surprises » (mode appel à projets).

En outre, des actions volontaristes ont été menées, conformément aux orientations prioritaires du ministère, tout particulièrement dans les domaines suivants:

- Intelligence artificielle : contribution à la Task Force IA, élaboration d'une feuille de route, appel à projets dédié, convention Inria et chaires ANR;
- Technologies quantiques: Contribution aux travaux de la mission parlementaire, étude de marché;
- Énergie: Contribution aux travaux du groupe de travail ministériel, journée « hydrogène ».

Enfin, le dialogue avec les partenaires académiques a été poursuivi et étendu: les principales actions menées dans ce cadre et quelques illustrations des résultats majeurs obtenus en 2019 figurent en 3<sup>e</sup> partie du présent bilan d'activités.



Crédit: ministère des Armées

**Restitution du challenge « Espace et intelligence artificielle » lancé par l'Agence de l'innovation de défense et l'École polytechnique, le 11 juin 2019.**

## 4 ANIMATION. L'ÉCOSYSTÈME DE L'INNOVATION DE DÉFENSE

Chef d'orchestre et fédératrice de l'innovation de Défense, l'Agence est en relation constante avec l'ensemble des acteurs nationaux qui contribuent à l'effort d'innovation au bénéfice du ministère des Armées. Elle les soutient dans la conduite de leurs projets, s'appuie sur leurs expertises et leurs réseaux, valorise leurs travaux et suscite les synergies.

Le réseau national d'innovation réunit des acteurs publics et privés, civils et militaires, industriels ou encore académiques. Avec chaque type de partenaire, de nouveaux modes d'action doivent être imaginés, des synergies doivent être dégagées. En 2019, ce travail de construction a permis de mettre en place un véritable réseau de l'innovation de Défense.

### 4.1 LES PARTENAIRES INSTITUTIONNELS

Le dialogue entre le ministère des Armées et le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation a été développé. Le ministère des Armées a été associé, à partir de la fin 2019, aux travaux de préparation de la Loi de programmation pluriannuelle de la recherche (LPPR).

Les relations avec l'Agence nationale de la recherche (ANR) se sont renforcées et l'accord général de coopération a été renouvelé le 9 mai. Des travaux sont en cours pour rendre certains dispositifs de soutien à l'innovation plus réactifs.



Crédit: ministère des Armées

**Emmanuel Chiva, directeur de l'Agence de l'innovation de défense et Thierry Damerval, Président directeur général de l'ANR ont signé le 9 mai 2019 le renouvellement du partenariat stratégique entre l'ANR et l'AID.**

En 2019, des partenariats emblématiques avec les organismes de recherche sur des thématiques prioritaires du ministère ont été mis en place, principalement :

- Dans le cadre de la stratégie ministérielle sur l'IA pour les applications défense, la signature d'une convention avec l'INRIA portant sur des projets relatifs aux applications de l'IA pour la cybersécurité, le traitement de données massives, la perception et la fusion de données ;
- Le projet CONCORDE sur l'étude de nouvelles méthodes de conception, d'analyse et de qualification visant à assurer la certification des drones. CONCORDE constitue le premier projet structurant de la Fédération de recherche ONERA-ISAE-SUPAERO-ENAC établie en 2018 ;
- La préparation et le lancement des premières « chaires industrielles » du ministère, dans le cadre d'un dispositif opéré par l'ANR - chaires IA - ou de conventions ad hoc.

Les échanges se sont développés avec le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), qui se sont traduits par un séminaire commun destiné à initier des coopérations ciblées dans des domaines prioritaires pour la Défense.

## 4.2 LES ÉTABLISSEMENTS PUBLICS DE RECHERCHE SOUS TUTELLE

Une importante activité de recherche scientifique de base et appliquée d'intérêt pour la Défense est conduite dans quatre établissements sous tutelle ou co-tutelle du ministère des Armées: le CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives), le CNES (Centre national d'études spatiales), l'ISL (Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis), et l'ONERA (Office national d'études et de recherches aérospatiales).

Ces établissements réalisent des activités de recherche d'intérêt défense et assurent un rôle d'expertise au profit du ministère des Armées (assistance à maîtrise d'ouvrage ou expertise de référence sur certains domaines):



**NRBC**  
Numérique, cybersécurité  
Composants, capteurs communications  
Photonique  
Systèmes énergétiques embarqués



Technologies de détection  
Électromagnétique  
Traitements et algorithmie  
Mécanique spatiale  
Nanosatellites



Matériaux énergétiques  
Technologies laser  
Canon électrique  
Munitions guidées  
Protection du combattant  
Perception de l'environnement



Simulation et modélisation aérodynamique  
Propulsion  
Capteurs et environnement spatiaux  
Matériaux innovants  
Systèmes autonomes

2019 a été une année riche en événements pour ces établissements, notamment du point de vue de la stratégie et de la gouvernance.

Ci-dessous sont présentés quelques projets illustrant les activités menées en 2019 au profit de l'innovation de Défense, dans ces établissements et dans les écoles du ministère des Armées (cf. § 3.3).

### CNES

Avec le Centre national d'études spatiales (CNES), nous pouvons en particulier en 2019 souligner le projet ANGELS (Argos Neo on a Generic Economical and Light Satellite). Le nanosatellite **ANGELS**, 12U (12 litres), vise à faire émerger, en France, une filière industrielle de nanosatellites hautes performances, particulièrement adaptés aux missions dans le domaine des radiofréquences, de l'observation de la Terre à moyenne résolution et forte revisite, et de la surveillance de l'espace. Conçu, développé, fabriqué et qualifié en seulement deux ans et demi, un record dans le secteur spatial, ANGELS est le fruit d'une approche innovante de coopération entre le CNES et l'industrie. Le satellite a été mis en orbite avec succès le 18 décembre 2019.



Illustration : démonstrateur ANGELS  
(© CNES/ill./DUCROS David, 2018)

Le projet **OTOS** (Observation de la Terre optique super-résolue) mérite également d'être souligné. Il vise à préparer la future capacité militaire d'observation de la Terre en portant à maturité des technologies innovantes en matière d'observation optique, comme les miroirs semi-rigides de grand diamètre avec correction active des déformations résiduelles. En 2019, de nombreuses avancées ont été validées, notamment sur la performance de la chaîne image bord, sur le débit de la télémesure image, ou encore sur les miroirs de télescope de grand diamètre.

Dans le contexte de la publication de la stratégie spatiale de défense en juillet et de la création du Commandement de l'espace (CDE) en septembre 2019, une nouvelle gouvernance de la relation avec le CNES a été proposée par le ministère fin 2019 et sera déployée 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.

## OFFICE NATIONAL D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES AÉROSPATIALES (ONERA)

Suite à l'annonce de la ministre des Armées, en janvier 2019, sur le rôle renforcé que l'ONERA sera amené à jouer au profit de la remontée en puissance des armées, une démarche de révision du contrat d'objectifs et de performance (COP) a été lancée.

Dans le domaine des signatures infrarouge et radar de missiles balistiques, le projet de recherche **SIMBA** a réuni plusieurs équipes de l'ONERA afin de fournir les éléments d'un modèle de signature infrarouge et radar de jet de missile. Ce modèle permettra de dimensionner et d'analyser les performances d'un futur système d'alerte de tir de missiles balistiques.

Le bilan est très positif pour ce projet ambitieux salué par le Conseil Scientifique final qui s'est réuni début 2019 en présence de représentants de la DGA, du CNES, de partenaires académiques et de l'industrie.



Crédit: ONERA

Un autre projet notable, lancé en 2019 avec l'Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis et les entreprises Collins Aerospace, Exavision et Syrlinks, est le projet **SHIELD – Système Hétérogène IntelligEnt pour la Lutte anti-Drone**. Le démonstrateur pour la lutte anti-drone **SHIELD** intéresse l'ensemble de la communauté nationale, tant civile que militaire. Les objectifs sont, d'une part la réalisation d'une plateforme d'intégration et d'expérimentation de technologies matures, et d'autre part, la conduite d'études sur des axes scientifiques présentant un intérêt majeur pour les systèmes de lutte anti-drones actuels et futurs.

D'une manière générale, l'année 2019 a mis en évidence de façon éclatante l'excellence scientifique de l'ONERA avec en particulier (parmi une avalanche de prix et de récompenses) la distinction par l'Académie des sciences de trois de ses chercheurs. Le **prix Servant** récompense Pierre Touboul et Manuel Rodrigues, pour leur contribution majeure à la mission Microscope, qui confirme la validité du principe d'équivalence, principe fondateur de la relativité générale, avec une précision inégalée.



Crédit: ONERA

Le **prix Lazare Carnot** distingue Laurent Mugnier pour ses travaux de recherche fondamentale sur l'optique adaptative. Ses résultats contribuent à l'activité de la Défense comme à des explorations majeures: exoplanète PDS70b et trou noir massif de notre Galaxie.

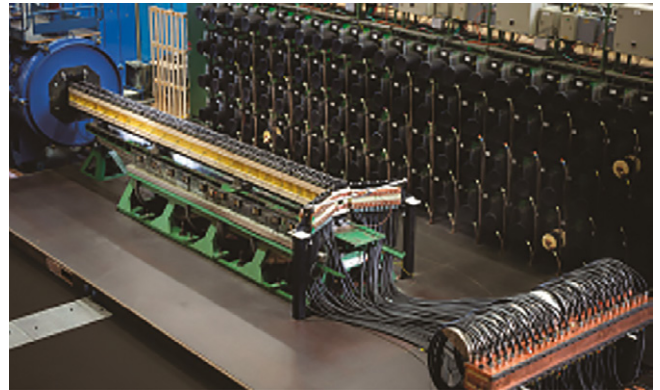


## INSTITUT FRANCO-ALLEMAND DE RECHERCHES DE SAINT-LOUIS (ISL)

La feuille de route technique commune 2020-2025 de l'ISL a pu être élaborée et les travaux sur la définition d'une nouvelle stratégie à l'horizon 2025 seront poursuivis en 2020. Par ailleurs, la notoriété de l'établissement a été nettement accrue grâce à des actions de communication dans le cadre de la cérémonie du défilé du 14 Juillet et à la participation à de nombreux salons.

L'ISL a été sélectionné en 2019 pour un projet Européen PADR (Preparatory Action on Defence Research) relatif au canon électromagnétique longue portée, ayant une capacité à lancer des projectiles à une vitesse initiale et des cadences très supérieures à ce que permet l'artillerie classique. Une feuille de route franco-allemande 2019-2025 est en cours, pour continuer à faire monter en maturité les différentes briques technologiques.

Le projet est porté par un consortium Franco/Allemand/ Italien/Belge/Polonais.

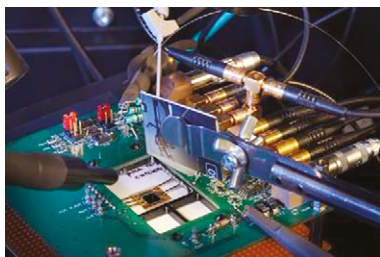


Crédit : ISL

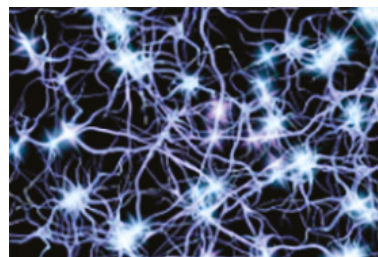
## COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (CEA)

Dans le domaine de la cybersécurité, la mise au point de contre-mesures contre les attaques de composants électroniques requiert une caractérisation « intelligible » des causes premières de la vulnérabilité du composant à une attaque.

Dans ce contexte, une nouvelle technique d'attaque par canaux auxiliaires (attaques dites « par observation »), faisant appel aux méthodes d'apprentissage automatique à base de réseaux de neurones convolutionnels, a été étudiée au CEA et est aujourd'hui référencée au niveau de l'ANSSI<sup>4</sup>. D'autre part, la publication relative à la participation du CEA à un challenge de l'ANSSI a été primée à la conférence internationale CHES (Cryptographic Hardware and Embedded Systems) 2019.



Crédit : CEA



Crédit : CEA

Enfin, en 2019, un accord général de partenariat intégrant l'ensemble des relations entre le ministère des Armées et le CEA en matière d'innovation (hors Dissuasion et Défense conventionnelle) a été initié.

<sup>4</sup> Agence nationale de la sécurité des systèmes d'information

## 4.3 LES ÉCOLES DU MINISTÈRE DES ARMÉES

Conformément aux orientations du Document d'orientation de l'innovation de Défense 2019, **un plan stratégique pour l'implication des grandes écoles dans l'innovation de Défense** a été élaboré avec les quatre écoles d'ingénieur sous tutelle de la DGA: l'École polytechnique, ISAE-SUPAERO (Institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace), l'ENSTA ParisTech (École nationale supérieure de techniques avancées) et l'ENSTA Bretagne.

Ce plan, complété par une feuille de route, s'articule autour du développement de la recherche et de la culture de l'innovation de Défense, de l'accélération de l'innovation et l'entrepreneuriat, ainsi que le renforcement du travail en réseau entre les écoles et le ministère.

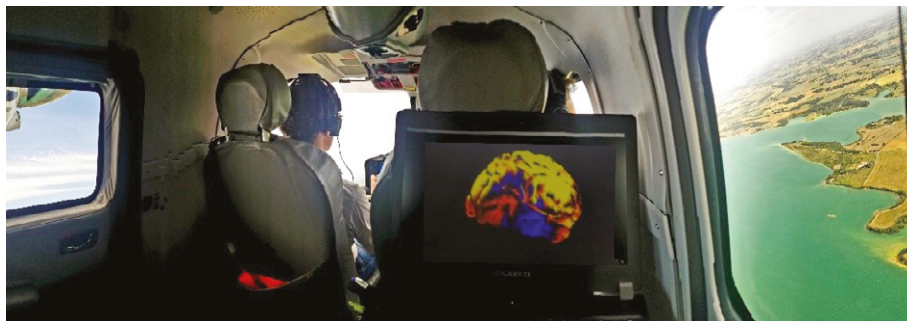
Les premières actions de la feuille de route ont d'ores et déjà été mises en œuvre. En 2020, il est prévu de poursuivre et d'amplifier ces actions en élargissant notamment la coopération vers les écoles d'officiers des armées. Concernant plus spécifiquement l'École polytechnique, et dans le contexte 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.

En 2019, le projet «**validation de drones et essais de drones autonomes**», intégrant les 4 écoles sous tutelle DGA, a été lancé. Ce projet s'appuie sur les résultats d'un premier projet multi-écoles concernant la sûreté de fonctionnement des systèmes robotisés. Il s'intéresse en particulier à des algorithmes de contrôle et de planification de missions plus évolués, provenant du monde de l'IA (apprentissage, détection d'obstacles), et capables de coordonner les activités simultanées d'un ensemble de drones. Les techniques développées dans ce projet sont applicables aux drones terrestres, maritimes ou aériens. Les essais de drones pourraient par exemple être utilisés pour l'observation de forces adverses, la surveillance de zones, le leurrage...



Ulysse, le catamaran électrique autonome qui construit une carte bathymétrique des fonds marins. © ENSTA Bretagne

Sur un autre sujet, le stress opérationnel peut, en situation extrême, amener des pilotes civils ou militaires à ignorer des alarmes sonores critiques, d'où l'idée de développer un cockpit neuro-adaptatif, i.e. capable de s'adapter à l'état mental des opérateurs. Le projet **MAIA** (Modélisation de l'attention pour une interaction adaptative) s'inscrit dans cet objectif, entre neuroergonomie et IA. L'interface cerveau-machine développée parvient à décoder et à prédire la capacité des pilotes à entendre les alarmes auditives. Ce système, testé en conditions réelles de vol à bord d'avions expérimentaux de l'ISAE-SUPAERO, a donné lieu à une publication qui a reçu le prix «IEEE Brain Initiative».



Crédit: ISAE-SUPAERO

## 4.4 ANIMER LE MAILLAGE NATIONAL DE L'INNOVATION

L'innovation de Défense n'est pas uniquement parisienne mais est présente sur l'ensemble du territoire national.

Grâce à leur présence sur l'ensemble du territoire, les armées participent à consolider le réseau de l'innovation de Défense. Pour cela elles font émerger des acteurs nouveaux que sont les Labs d'armées, par exemple le FUSCO-LAB (Lab d'innovation des fusiliers-marins et commandos) situé à Lorient. Elles mobilisent également des entités ancrées de plus long termes comme le Centre d'Expertise Aérienne Militaire de Mont-de-Marsan, acteur essentiel de l'expérimentation au bénéfice de l'Armée de l'air ou encore le Centre d'expertise des programmes navals de la Marine nationale situé à Toulon. Chaque soldat innovateur est par ailleurs acteur de ce réseau, et contribue à faire rayonner l'innovation de Défense au niveau local.

Les centres d'expertise et d'essais de la DGA sont eux aussi depuis toujours des relais locaux de l'action du ministère des Armées en matière d'innovation, de recherche et de développement, grâce à leur implantation sur l'ensemble du territoire. Ce rôle se trouve encore renforcé par la création en 2019 de plusieurs clusters ayant pour but d'animer les réseaux industriels de défense locaux, autour de l'expertise technique des centres DGA. Il s'agit des clusters: ALIENOR (DGA Essais de missiles, DGA Essais en vol), CI-AILE (DGA Techniques aéronautiques), GIMNOTE (DGA Techniques navales), GINCO (DGA Maîtrise NRBC), LAHITOLLE (DGA Techniques terrestres) et ORION (DGA Techniques navales).

Ce maillage national est par ailleurs rendu possible par des interactions constantes avec les acteurs privés que sont les associations professionnelles d'une part, et les pôles de compétitivité d'autre part. Ces organisations fédèrent des entreprises start-up, PME, ETI et grands groupes, implantées sur l'ensemble du territoire national, et composant la BITD.

Les pôles de compétitivité d'intérêt défense, par exemple, sont des partenaires historiques du ministère des Armées et ont permis le soutien de projets innovants au travers du dispositif du Fonds unique interministériel (FUI). Avec l'évolution de la politique des pôles et notamment le transfert de la gouvernance aux régions, il importait pour le ministère des Armées de maintenir un lien étroit avec les pôles d'intérêt défense afin qu'ils jouent le rôle de capteurs au profit de l'Agence de l'innovation de défense et fassent émerger des projets d'innovation ou les accompagnent pour l'accès au Fonds européen de Défense (FED). Ces pôles sont actuellement au nombre de 14 et répartis dans toute la métropole: ALPHA-RLH à Talence, AsTech basé au Bourget, Aerospace Valley implanté à Toulouse, EMC2 situé à Nantes, Images & Réseaux à Rennes, Minalogic basé à Grenoble, Moveo situé à Paris, Optitec basé à Marseille, Pôle Européen Céramique de Limoge, Pôle Mer Bretagne Atlantique (PMBA) basé à Brest, Pôle Mer Méditerranée de Toulon, SAFE situé à Aix En Provence, Systematic basé à Palaiseau et Techtera à Ecully. En 2019, le ministère des Armées a finalisé des conventions de partenariats avec ces pôles d'intérêt défense. Par ces conventions les pôles de compétitivité participent à l'identification de projets innovants intéressant la Défense et contribuent à informer les entreprises de la BITD sur les sujets d'intérêt du ministère.

Enfin, ce réseau national des acteurs de l'innovation est en croissance constante, avec l'apparition de nouvelles entités et de nouvelles entreprises qui rejoignent ou sont susceptibles de rejoindre la BITD. Pour s'assurer de la captation de ces nouveaux acteurs, le ministère des Armées se tourne désormais vers les incubateurs et accélérateurs de projets d'innovation issus de la défense et du monde civil. Les incubateurs et accélérateurs X Up Polytechnique, Agoranov, Incubateur HEC, IPEPS et Starburst sont ainsi devenus des partenaires de l'AID en 2019 et contribuent à l'identification de nouveaux acteurs économiques innovants dans toute la France.

## 4.5 PARTICIPER À LA COMMUNAUTÉ INTERNATIONALE

Conformément aux priorités affichées dans le DOID, les travaux relatifs à la coopération internationale en matière d'innovation ont accordé une priorité forte à l'espace européen, que ce soit pour des coopérations bilatérales comme multilatérales, en conservant un cap volontaire sur des coopérations avec des partenaires et alliés majeurs hors du continent. Sur ce dernier point, la conclusion de l'accord-cadre de S&T avec l'Australie, ou les deux nouveaux arrangements conclus avec Singapour, viennent illustrer le dynamisme des partenariats anciens ou en construction, et compléter des coopérations reconnues et efficaces telles que celles avec les USA (5 nouveaux accords conclus en 2019).

La priorité donnée à la coopération européenne s'est tout particulièrement traduite par les accords conclus avec l'Allemagne sur MGCS (Main Ground Combat System) et SCAF/NGWS (Système de combat aérien futur/Next Generation Weapon System - l'Espagne étant également partie prenante à ce dernier projet), qui viennent transcrire la constitution de formidables projets fédérateurs en terme de construction d'une initiative européenne de défense, sur les plans opérationnel et industriel. D'autres accords de moindre dimension ont également été conclus dans des cadres bilatéraux (par exemple le renouvellement du partenariat franco-britannique en matière de technologies innovantes dans le domaine des missiles) et multilatéraux (5 nouveaux projets lancés dans le cadre de l'Agence européenne de défense). Parallèlement, le ministère des Armées déploie des efforts très importants pour concrétiser les initiatives communautaires en matière d'innovation de Défense.

Par ailleurs, les attentes de la France relatives au futur Fonds européen de Défense ont été précisées et formalisées sous la forme d'une communication française vers la Commission.

Au niveau opérationnel, la construction des projets européens de défense, capacitaires, a donné lieu à de nombreux travaux afin d'identifier les projets les plus adaptés à l'optique européenne. Elle détermine leur meilleure éligibilité au FED ou dans le cadre des appels à projets du dispositif préfigurant le FED, en matière capacitaire, comme en matière de recherche technologique de défense. Les derniers résultats de l'action préparatoire (PADR) ont permis de constater le très bon positionnement des acteurs français, concrétisée par un bon taux de retour financier.



Crédit : DR

Premier comité sur l'innovation ouverte à Singapour le 21 novembre 2019.

Enfin, les travaux relatifs à l'innovation ouverte ont fait l'objet d'efforts tout particuliers, conduisant à la conclusion d'un accord ad hoc sur ce sujet avec Singapour en 2019, ou à l'inscription au **NATO Innovation Hub**. Des contacts ont d'ores et déjà été établis ou renforcés avec des structures américaines et britanniques pour profiter d'une dynamique conjointe en 2020 et qui pourrait trouver de premières applications au profit des forces spéciales ou dans le domaine spatial.

## 4.6 RAYONNEMENT DE L'INNOVATION DE DÉFENSE

En tant que nouvelle entité du ministère des Armées créée en septembre 2018, l'Agence de l'innovation de défense se devait de répondre durant l'année 2019 à trois grands objectifs de communication : se faire connaître (sa gouvernance, son fonctionnement, ses outils, sa stratégie) tant en interne du ministère qu'en externe auprès des partenaires et de l'écosystème industriel, construire son image comme nouvelle entité et enfin valoriser sa plus-value et la faire apparaître comme le pilier de la transformation de la DGA en matière d'innovation.

À travers son identité graphique, l'Agence a réussi à créer son image comme étant moderne, innovante et ouverte et ainsi véhiculer ses valeurs. Ces valeurs se retrouvent à travers les outils de communication qu'elle a pu mettre en place durant l'année, pages internet et intranet dédiées, réseaux sociaux (Twitter, LinkedIn et Youtube), ainsi que sur ses différents supports de communication.

Suite au succès de la première édition du Forum innovation Défense en novembre 2018, moins de 3 mois après sa création, l'Agence a participé à de nombreux événements en 2019 qui lui ont permis de rayonner auprès de ses différentes cibles. Sa première participation au salon Viva Technology du 16 au 18 mai, rendez-vous mondial des start-up et de l'innovation, a été très remarquée par l'écosystème de l'innovation et a généré de nombreuses retombées médiatiques. L'innovation de défense a également pu être mise en avant à travers plusieurs projets lors de la 53<sup>e</sup> édition du Salon international de l'aéronautique et de l'espace (SIAE), en juin 2019. À cette occasion, les résultats d'un challenge étudiant sur l'IA et le Spatial mené par la DGA et l'Agence ont été présentés au président de la République.

L'animation initiale du défilé du 14 Juillet qui avait pour thème l'innovation ainsi que l'opération de relations publiques l'après-midi sur l'esplanade des Invalides ont permis de mettre en lumière l'innovation de Défense du ministère des Armées.

En 2019, l'Agence a également consolidé sa présence et sa visibilité sur les réseaux sociaux, ainsi :

- Sa communauté sur Twitter (@Agence\_ID) s'est agrandie, avec 5 289 abonnés au 31 décembre.
- À l'occasion de son premier anniversaire, l'Agence a ouvert ses comptes : LinkedIn et YouTube. Fin 2019, 2 377 personnes suivaient le compte LinkedIn pour une visibilité importante (55 833 vues des publications) et les vidéos YouTube ont généré 4 032 vues.
- Enfin, sa page internet [www.defense.gouv.fr/aid](http://www.defense.gouv.fr/aid) s'est également révélée être un vecteur important de visibilité : un total de 41 881 vues des contenus publiés ont été enregistrées.

## 4.7 VALORISATION DE L'INNOVATION

Durant l'année 2019, plusieurs travaux structurants ont été initiés, dont l'objectif majeur était de sécuriser l'utilisation ultérieure des résultats des dispositifs de soutien à l'innovation de Défense, tout en les articulant de façon efficiente pour anticiper au mieux le passage à l'échelle au profit des forces armées.

La centralisation de la gestion des dispositifs de soutien à l'innovation de Défense, rendue possible avec la création de l'Agence, offre désormais une vision globale des investissements et des parties prenantes.

Cette prise de hauteur, alliée à la transversalité et à la diversité des activités de valorisation permet, en accord avec le Bureau de la propriété intellectuelle du ministère des Armées, d'apporter un soutien à l'optimisation des montages juridiques et financiers. Le périmètre s'étend de l'innovation participative à la coopération internationale, tout en couvrant les différents niveaux de maturation des projets, notamment par la mise en place de conventions et contrats avec des partenaires industriels et les établissements sous tutelle du ministère des Armées.

Pour ce faire, a été mis en place un nouvel outil synthétique et visuel d'aide à la décision, permettant d'évaluer les forces et faiblesses des projets, d'identifier les leviers de valorisation et de formuler des recommandations. La vision stratégique ainsi obtenue facilite les arbitrages, tout en procurant un langage commun fluidifiant les échanges et la diffusion scientifique et technique.

De plus, des rapprochements ont été initiés en interministériel, de façon à susciter une dynamique et un partage des bonnes pratiques, pour les enjeux de transfert technologique vers le civil et de valorisation des innovateurs.

## 4.8 ÉCHANGES AVEC LE PARLEMENT

En 2019, l'Agence de l'innovation de défense, par la voix de son directeur, a eu l'honneur de se présenter par quatre fois devant les élus de la représentation nationale (Sénat et Assemblée Nationale). Les auditions réalisées ont permis de dresser le bilan de l'action de l'Agence et de présenter la stratégie de soutien à l'innovation de Défense déployée par le ministère des Armées. Ces auditions se sont inscrites tant dans le cadre de missions d'information que des travaux sur le budget 2020 pour la Défense nationale. L'Agence a également eu l'opportunité de rencontrer des élus notamment dans ses locaux de l'Innovation Défense Lab. Ces moments ont permis de présenter la plus-value de ce lieu unique et d'approfondir les échanges sur les sujets d'intérêt de chaque élu.



Crédit: ministère des Armées

Port du patch « Agence de l'innovation de défense » par un militaire lors de l'animation initiale « Innovation » du défilé du 14 Juillet.

## 5 ILLUSTRATION. EXEMPLES DE PROJETS EN COURS.

### 5.1 PROJETS DE TECHNOLOGIES DE DÉFENSE

#### BOOM++ : Boule Optronique Optimisée Modulaire

Dans la continuité des travaux BOOM (Boule optronique optimisée modulaire), la DGA a lancé le projet BOOM++ afin de poursuivre la maturation des briques technologiques de haute performance et de réaliser les études d'architecture de systèmes optroniques de drones, d'hélicoptères, d'avions de transport ou encore d'aérostats.

Ces systèmes permettront de fournir des capacités d'observation, de jour comme de nuit, dans des conditions climatiques variées, afin de détecter, de reconnaître, d'identifier, mais aussi de surveiller des menaces potentielles soit à distance de sécurité de tir, soit à distance de furtivité.



Crédit: DR

#### SDAM : Système de Drone Aérien pour la Marine nationale



Crédit: Eric-Raz

Lancé fin 2017, le projet SDAM (Système de drone aérien pour la Marine) a pour objectifs de modifier la plateforme existante Cabri G2 pour la «droniser» et y intégrer des capacités de surveillance, reconnaissance et identification, dans une configuration modulaire.

L'intégration du SDAM au système de combat des frégates de premier rang FDI (Frégate de défense et d'intervention) et FREMM (Frégate multi-missions) de la Marine nationale et le développement d'une capacité d'apportage automatique sur ces navires font également partie du projet.

Une phase d'étude préparant les essais en vol a débuté en 2019.



## DRAGON : démonstrateur de radar de surveillance aéroporté

Le projet DRAGON a pour objectif de réaliser un démonstrateur de radar de surveillance aéroporté destiné à équiper différentes plateformes, telles que les hélicoptères et les drones à voilure tournante. Les enjeux technologiques sont : le rapport poids/volume et puissance ambitieux, l'antenne active 2D programmable, la réception numérique multi-voies, la puissance de calcul et la modularité logicielle.

Ce projet permettra de lever les risques technologiques d'un tel radar, qui pourra se décliner facilement sur plusieurs plateformes dans des tailles différentes, du fait de la modularité de l'architecture, tant logicielle que matérielle.



Crédit : DR

## CENTURION : un outil contractuel pour accélérer l'innovation



# CENTURION

La force de demain

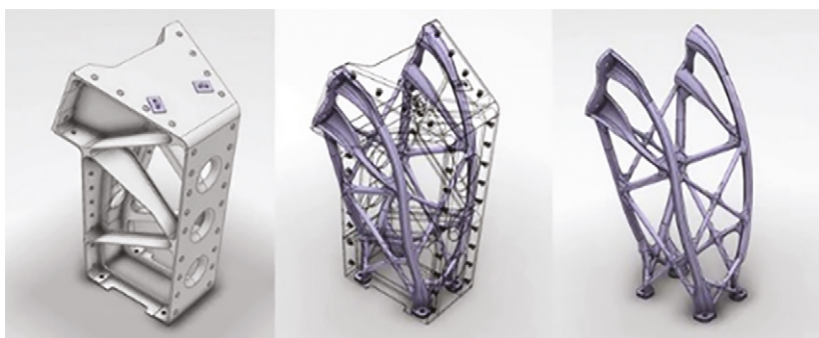
CENTURION vise l'émergence d'innovations technologiques et d'usage au profit du combattant, en offrant des débouchés directs dans les futurs incréments du programme FELIN (Fantassin à équipements et liaisons intégrés), ou dans le futur système combattant débarqué SCORPION.

Concrètement, CENTURION est un outil contractuel conçu pour passer plus facilement de l'idée à la réalisation tout en assurant une continuité dans le parcours de maturation des innovations jusqu'à l'intégration aux équipements du combattant.

## OPTIFAB : fabrication additive pour les véhicules blindés légers

Le projet OPTIFAB a pour objectif d'étudier le potentiel des technologies de fabrication additive (notamment impression 3D) pour les véhicules blindés légers.

L'étude vise à optimiser les protections des véhicules blindés légers, contre les effets de souffle (produits par engins explosifs improvisés ou les mines); il a également comme objectif d'analyser comment la logistique, en métropole ou sur les théâtres d'opérations extérieures, pourrait être améliorée grâce aux technologies de fabrication additive.



Crédit : DR

## 5.2 PROJETS D'ACCÉLÉRATION D'INNOVATION

### Soutien aéronautique (accéléré par l'Innovation Défense Lab)

Une séquence de travail collective (État-Industrie) sur l'état de l'art dans le domaine du soutien au sol dans le domaine de l'aéronautique a permis d'identifier plusieurs pistes d'amélioration à court et moyen terme. À court terme, des moyens de tractage automatique d'avion ont été détectés puis testés en 2019 et devraient rapidement faire l'objet d'une acquisition en série. À moyen terme, un appel à projets sur les contrôles non destructifs a permis de sélectionner deux solutions prometteuses de détection de défauts de surface et de défauts internes qui bénéficient d'un contrat d'études. Elles feront l'objet de démonstrations en fin d'année 2020.

### Projet C2IA (accéléré par l'Innovation Défense Lab)

L'ambition du projet C2IA est de fournir un outil logiciel permettant des services d'anticipation, de planification, de conduite et d'évaluation des opérations au sein d'un état-major. Le prototype final équipera un centre opérationnel en juin 2020. Il a été sélectionné en s'appuyant sur des démonstrations successives, ce qui a favorisé la co-construction de la solution avec les utilisateurs finaux.



Crédit : DR

### KEOPS 2 (accéléré par l'Innovation Défense Lab)



Crédit : JJ.Chatard © DICOD

En 2019 et 2020 ont eu lieu des expérimentations successives de systèmes de communication pour équiper la Marine nationale de kits de communication, vidéo et photo entre navires de guerre et l'équipe de visite. Si un produit donne satisfaction, il pourra être acquis dans le courant de l'année 2020. L'objectif est d'améliorer significativement les performances du système actuel en augmentant la portée, le type de services offerts (audio, chat, vidéo) et en permettant la communication à l'intérieur des navires inspectés. Le choix d'une solution par l'expérimentation met le ressenti de l'utilisateur final au cœur du processus de sélection de la solution.

## CYBERSÉCURITÉ

### MISé – Automatisation des tests de cyber-vulnérabilité Métier et d'interopérabilité sémantique

Sociétés Smartesting et Kereval, en partenariat avec Thales.

Le projet MISé a produit un démonstrateur pour tester la cybersécurité Métier des systèmes de contrôle aérien, en simulant des attaques par altération de positionnement, injection de fausses données et saturation de l'espace de contrôle. Il s'appuie sur des techniques innovantes de langage métier de scénarisation des tests et de génération automatique de tests d'altération Métier. La technologie est au stade des premiers déploiements industriels. Une suite a été lancée pour optimiser la génération automatique de tests avec des techniques d'intelligence artificielle.

## ONDES ACOUSTIQUES ET RADIOÉLECTRIQUES

### MCIED2 « Modèle d'antenne directive compacte installée sur véhicule équipé pour la détection d'IED à distance »

Sociétés THALES SIX, IETR et AXESSIM

Une antenne papillon courbée, en bande VHF, de dimensions 125 x 75 x 15 cm, de masse 13 kg, compacte, directive et intégrable sur véhicule terrestre, a été développée pour augmenter la probabilité de détection des engins explosifs improvisés (EEI) en améliorant le contraste entre les échos de fils de commande d'EEI et le sol. Les mesures montrent que l'antenne, intégrée sur véhicule, est bien adaptée. Les enseignements apportés par MCIED2 bénéficient aux travaux de préparation du futur programme Système d'Ouverture Intégré.



Crédit : DR

## HOMMES ET SYSTÈMES

### COGNISIM

Sociétés Physip, Agueris, Inserm et Faurecia

L'objectif est de développer et valider une méthode d'évaluation de l'état cognitif (charge mentale et stress) à partir de l'analyse de l'activité cérébrale pour optimiser la formation et l'entraînement sur simulateur de tir en véhicules blindés. Un nombre réduit de mesures est utilisé : électroencéphalogramme, dilation pupillaire, conduction électrique de la peau, fréquence et variabilité cardiaque ainsi que performance à la tâche en cours. La bonne avancée des travaux a permis la réalisation d'expérimentations avec des personnels militaires à l'École de cavalerie de Saumur.

Crédit : DR

### MATEP (Matrice épicroitique)

Société Caylar

L'efficacité des décisions et des interactions d'un opérateur avec son environnement dépend de la conscience qu'il a de la situation et de son niveau de stress. Dans certaines conditions, par exemple fumée et bruits intenses, les informations visuelles et auditives sont dégradées et d'autres modalités de perception de l'environnement sont nécessaires. Le projet MATEP a permis de définir et de tester des dispositifs vibro-tactiles pour compléter, suppléer ou libérer les canaux visuels et auditifs des opérateurs dans plusieurs scénarios opérationnels. L'intégration de certains de ces dispositifs dans des systèmes d'armes est envisagée.



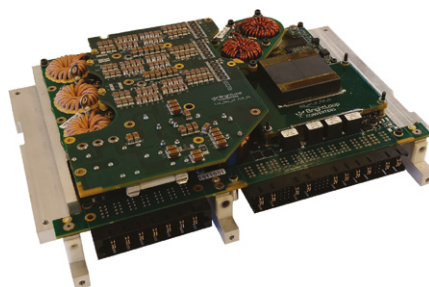
Crédits : ministère des Armées

## NANOTECHNOLOGIES, CAPTEURS ET COMPOSANTS

### HP HD PFC

Sociétés Brightloop Converters et Thalès DMS

Un nouveau convertisseur AC/DC destiné à alimenter le futur radar du Rafale a été développé. Jamais au niveau international un tel convertisseur satisfaisant à toutes les contraintes aéronautiques n'avait été réalisé, avec à la fois un rendement aussi élevé (96%) et une telle densité de puissance (4 kW/l). Ce niveau de performances a pu être obtenu grâce à l'utilisation combinée de multiples innovations dans tous les domaines (mécatronique, thermique, magnétique, électronique, logiciel). Suite à ce projet, des accords portant sur la qualification puis l'industrialisation du convertisseur pour intégrer le « standard F4 du Rafale » sont en discussion entre les partenaires.



Crédit : DR

## FLUIDES, STRUCTURES

### TURBINE Z-AIR

Société Z-AIR

Débuté en 2019, le projet Turbine Z-AIR vise à fiabiliser le fonctionnement et optimiser la motorisation de tout engin volant conçu par la société Z-AIR. Les premiers travaux ont permis d'améliorer l'électronique, le système d'injection de carburant et la durée de vie.

Les simulations aérodynamiques offrent des perspectives de gains de performance grâce à des géométries de compresseur et de turbine optimisées. Ces pièces seront produites pour les essais par fabrication additive. La turbine améliorée pourra motoriser une large gamme d'engins volants, comme une plate-forme pour l'évacuation de blessés ou pour du soutien logistique.

Crédit : ministère des Armées



## 5.3 PROJETS D'INNOVATION PARTICIPATIVE

Les paragraphes suivants présentent quelques projets d'innovation participative particulièrement emblématiques pour l'année 2019.

### SPE - Système de pesée embarqué

Développé par le lieutenant de réserve Thierry et l'adjudant-chef Lionel de l'escadron de transport 3/61 Poitou à Orléans.

Au sein des armées, les troupes sont régulièrement amenées à utiliser le transport aérien militaire, pour acheminer des ressources, du matériel ou des hommes. Ce projet vise à développer et expérimenter un système de pesée autonome permettant de peser le fret de tout avion de transport et d'assaut de l'Armée de l'air sur les terrains dépourvus d'infrastructures adaptées. L'idée est d'utiliser des pesons électroniques extra plats, pouvant être positionnés entre les chemins de roulement de l'avion, et d'y ajouter des billes de translation afin de permettre le passage de charge sans effort. Le tout est relié à une tablette numérique.



Crédit : Armée de l'air

### Parafox, harnais de saut pour chien

Développé par le capitaine Jérôme du 132<sup>e</sup> Régiment d'infanterie cynotechnique.

Crédit : ministère des Armées



Ce projet de harnais pour chien a été développé dans le but d'absorber les chocs subis par l'animal durant un saut en parachute et pour faciliter l'ouverture de la voile grâce à l'enveloppe d'emport. Les pattes du chien sont protégées pour éviter une fracture lors de l'atterrissage. Le chien, une fois au sol, peut être libéré en moins de 10 secondes pour une action de neutralisation. Ce projet est maintenant accompagné réglementairement pour s'assurer qu'il pourra être déployé à court terme.

## 5.4 PROJETS DE RECHERCHE

Les pages suivantes présentent à titre illustratif quelques travaux de recherche particulièrement représentatifs de l'année 2019, par thème scientifique.

### CYBERSÉCURITÉ

**THÈSE – Visualisation pour la supervision de sécurité des systèmes d'information.**

CentraleSupélec, Création de la start-up MALIZEN à l'issue de ce projet

Cette thèse portée par CentraleSupélec a pour objectif d'améliorer, à l'aide de deux outils VEGAS et TheStrip, la supervision au sein des centres opérationnels de sécurité, SOC, qui collectent plusieurs millions d'évènements par jour et doivent y détecter des intrusions. VEGAS assiste les analystes en cybersécurité pour le triage des alertes avec des représentations adaptées et la création de règles. TheStrip renforce la collaboration entre les différents analystes au sein des SOC grâce à un nouveau processus associé à un outil de visualisation. Ces travaux ont donné lieu en janvier 2020 à la création d'une start-up, Malizen, éditeur du produit ZeroKit.

Cette thèse a permis de mieux comprendre les attaques ciblant les systèmes d'information, de centraliser les logs informatiques (l'historique des évènements d'un système informatique) et de faciliter leur compréhension grâce à une interface intuitive facilitant l'interaction et la collaboration. L'outil aide les analystes à partager l'information au sein de leurs équipes, facilite la prise de décision et permet de mieux rapporter leur conclusion.

### ONDES ACOUSTIQUES ET RADIOÉLECTRIQUES

**Thèse de Johan Duploux « Wideband Reconfigurable Vector Antenna for 3-D Direction Finding Application »**

Laboratoire LAAS et l'ENAC, soutenance le 14 janvier 2019

Un prototype constitué de trois réseaux circulaires et orthogonaux d'antennes Vivaldi, adapté de 1.24 GHz à 8.40 GHz, a été réalisé. Un pilotage efficace et rapide de la diversité du diagramme de rayonnement permet d'assurer la mesure complète d'un champ électromagnétique incident dans tout le demi-espace. La précision angulaire obtenue sur la direction d'arrivée d'un signal électromagnétique incident est de 2° sur toute la bande. Les applications défense sont la surveillance et l'interception électromagnétique.



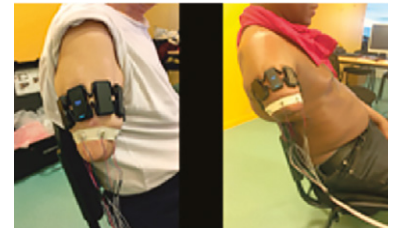
Crédit : DR

## HOMMES ET SYSTÈMES

### Thèse de Matthieu Guémann « Vers un contrôle sensori-moteur bio-inspiré des prothèses myoélectriques du membre supérieur »

Université de Bordeaux, thèse primée lors du dernier concours I-PhD

Cette thèse a permis la mise au point d'une méthode efficace de contrôle sensori-moteur des prothèses par les blessés, fondée notamment sur le retour haptique. L'exploration s'est portée sur les deux aspects que sont les comportements réflexes d'une part et la substitution sensorielle d'autre part. Le développement d'un système de commande d'un bras virtuel a vu le jour, associé à un dispositif de substitution sensorielle par vibration qui permet de recréer l'information de l'angle du coude en temps réel lors du mouvement de l'avatar simulant la prothèse.



Crédit : DR

La méthode a été validée expérimentalement avec l'élaboration d'un bracelet. Par ailleurs, elle a mis en évidence un bénéfice non attendu car le bracelet permet de réduire les douleurs du membre fantôme dont souffrent 70% des amputés. Des applications militaires comme les interactions avec des exosquelettes ou des robots sont également envisagées.

## INGÉNIERIE DE L'INFORMATION ET ROBOTIQUE

### Thèse de Julien Dupeyroux sur le thème de la navigation bio inspirée appliquée à un robot hexapode.

Université AMU, Institut Sciences du Mouvement

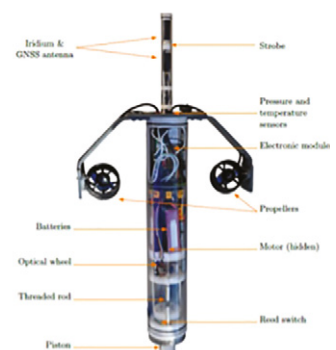


Crédit : ministère des Armées

Une stratégie très originale de navigation, fondée sur l'intégration de chemin et le calcul de cap à l'aide d'un capteur détectant la lumière UV polarisée du soleil, a été développée. Une deuxième thèse a démarré fin 2019 afin d'accroître la mobilité de la plateforme en terrain ouvert avec l'emport de différents capteurs minimalistes. Ces capteurs étudiés par le laboratoire d'accueil ont suscité l'intérêt de PSA (dépôt de brevet envisagé). Les travaux ont été présentés à la ministre des Armées lors du salon Viva Technology 2019.

### Thèse de Thomas Le Mézo intitulée « Bracketing largest invariant sets of dynamical systems ». ENSTA Bretagne

Les travaux ont concerné l'utilisation des courants marins pour le déplacement d'un robot sous-marin autonome sur de longues distances, tout en minimisant l'énergie consommée par la plate-forme. Ils ont notamment permis la mise au point d'outils théoriques efficaces pour vérifier que les trajectoires définies sont effectivement accessibles au robot, en prenant en compte des niveaux d'incertitude réalistes sur les modèles de courant, ainsi que des exigences spécifiques sur la sûreté de fonctionnement. Ces outils ont été testés avec succès sur un démonstrateur conçu et réalisé pendant la thèse.



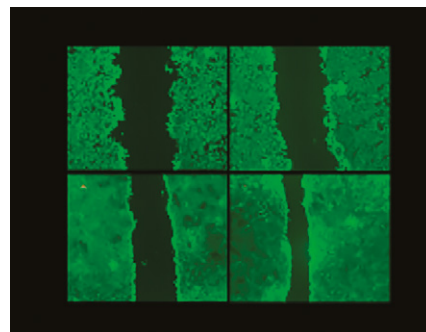
Crédit : DR

## BIOLOGIE, SANTÉ ET NRBC

### Plasmaskin II

École polytechnique, laboratoire de physique des plasmas.

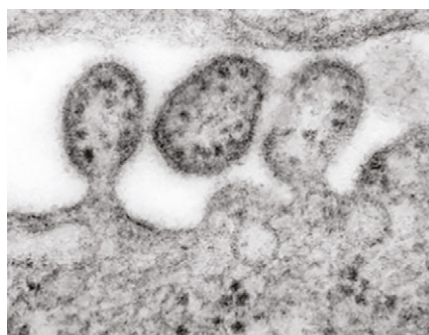
L'objectif est de continuer à documenter les effets d'un traitement par une source plasma froid sur la cicatrisation cutanée et également sur l'inactivation des bactéries impliquées dans les infections associées aux lésions cutanées. Ces infections sont en particulier sources de complications chez les militaires victimes de plaies en OPEX et chez les grands brûlés dont elles sont la principale cause de mortalité. Le projet est mené en partenariat avec un laboratoire de l'Institut Pasteur. Une mise à l'échelle de la source à plasma pour traiter des plaies de plus grandes dimensions est prévue.



Crédit : École polytechnique

### PRECOLAS

Institut Pasteur (Unit of Biology of Emerging Viral Infections)



Crédit : C.S.Goldsmith

Le projet PRECOLAS visait à étudier les fièvres hémorragiques virales (fièvre de Lassa), menaces potentielles dans les contextes civils ou militaires, leur pathogénicité et la réponse des hôtes en vue de proposer des approches thérapeutiques ou prophylactiques. Un travail considérable et inédit a été effectué et finalisé en début 2019 permettant de développer la connaissance de la pathogénèse et de proposer des pistes pour le diagnostic très précoce de l'infection et de son issue.



## NANOTECHNOLOGIES, CAPTEURS ET COMPOSANTS

### MISTRAL

CEA, Lab-Sticc, IETR, Cobham.

Des antennes miniatures et agiles en fréquences, capables de s'adapter à leur environnement d'utilisation et au système de communication ont été étudiées. Des matériaux magnéto-diélectriques ont été développés à partir de la synthèse de nano-composites, pour des applications de miniaturisation à iso-performances des antennes aéroportées VUHF et l'IoT. Le travail a montré des résultats prometteurs en ce qui concerne l'agilité en fréquences. Concernant la miniaturisation d'antenne fixe, le prototype démontre une réduction de la hauteur de 45% et de la masse de 30%, et une diminution de la traînée. Une étude d'industrialisation des matériaux conçus dans le projet MISTRAL est prévue pour les domaines aéronautique et terrestre.

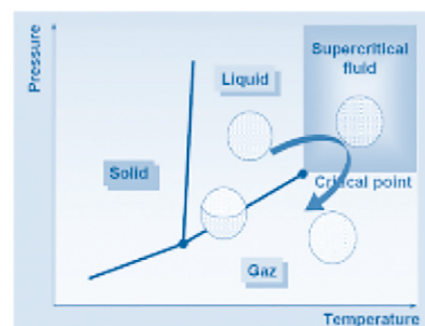


Credit : CEA

## MATÉRIAUX

### ALTERCHROM - Revêtements nitrurés épais élaborés par fluide supercritique en alternative des revêtements chromés durs ICMCB, SAFRAN

Ce projet visait à développer une solution alternative au procédé de dépôt de chrome dur pour une grande variété de composants utilisés en aviation civile et militaire (surface d'étanchéité pour les joints hydrauliques, résistance à l'usure pour des pièces en mouvement et protection contre la corrosion). Ces travaux sont rendus nécessaires par le règlement européen REACH sur la fabrication et l'utilisation des substances chimiques. Un réacteur de dépôt par fluide supercritique adapté à des pièces de géométries complexes a été mis au point en vue d'un transfert industriel.



Credit : DR

### Projets exploratoires en matière de Fabrication Additive

Dans le cadre de la coopération avec le CNRS, huit projets exploratoires premier soutien (PEPS) (programme CNRS pour projets nationaux courts et à risques) ont été conduits autour de la fabrication additive. Des briques technologies clés ont ainsi été développées pour la réalisation ou la réparation de pièces structurales par fabrication additive (performance et reproductibilité des propriétés des pièces fabriquées, traitements post-fabrication ou de parachèvement, moyens de contrôle pour la certification des fabrications). Des domaines plus en rupture, comme l'impression 4D, ont également fait l'objet d'un effort particulier pour la réalisation de matériaux programmables bio-inspirés adaptatifs (applications envisagées dans les domaines du spatial, de la médecine, des actionneurs, robotique, orthopédie...).

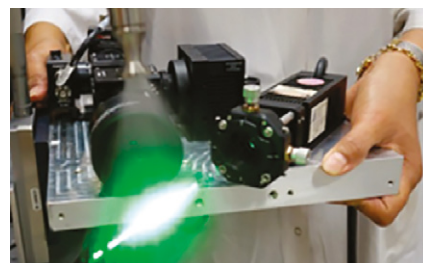
## FLUIDES, STRUCTURES

### MODUL'O PI « Modélisation d'ordre réduit pour l'optimisation des structures navales – Propagation des incertitudes »

Achévé fin 2019, le projet MODUL'O PI visait à fiabiliser le dimensionnement des structures immergées par la prise en compte des incertitudes sur les sollicitations mécaniques qui s'exercent sur elles, ce qui est réalisé aujourd'hui de manière empirique. Pour cela, des méthodes de méta-modélisation hydrodynamique et acoustique ont été développées afin de réduire sensiblement les temps de calculs et d'autoriser la réalisation pratiques d'études paramétriques. La méthode proposée dans ce projet ouvre la voie à un dimensionnement robuste de structures navales comme les organes de gouverne d'un sous-marin.

### NUAGE « Nouveaux outils pour la caractérisation de conditions aéronautiques givrantes »

Le projet NUAGE, achevé en 2019, était axé sur la caractérisation des nuages givrants en développant et en évaluant deux techniques non-intrusives de mesures de la température et de l'état de gouttes d'eau en surfusion : la fluorescence induite par laser et la réfractométrie arc-en-ciel globale. Le passage d'un environnement de laboratoire à un emploi de ces techniques pour des mesures en soufflerie givrante a été validé à DGA Essais propulseurs. La deuxième d'entre elles a été valorisée par un laboratoire du CNRS et une start-up.



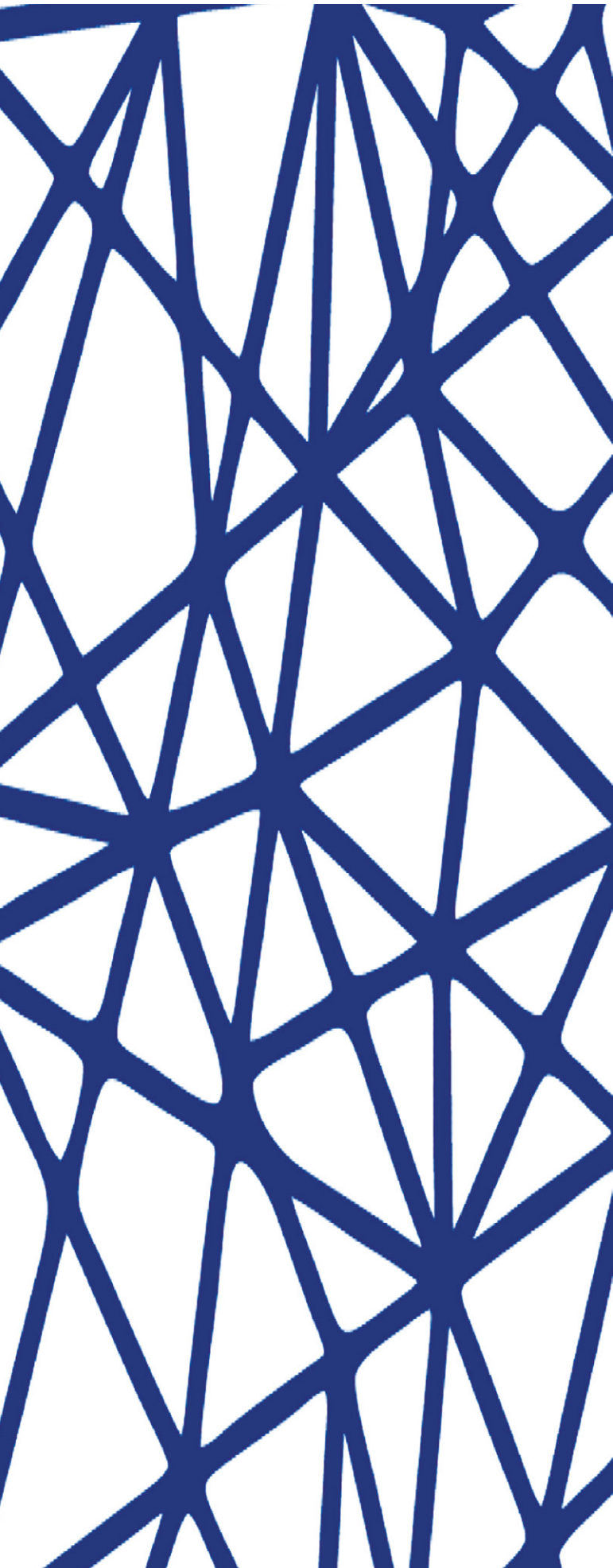
Crédit: DR

Vue du dispositif compact de mesure par réfractométrie arc-en-ciel global.

## PHOTONIQUE

### ALTESSE

Le projet ALTESSE visait à étudier l'identification et la détection de matériaux énergétiques à distance par mesure de signatures spectrales térahertz d'explosifs ou de matières représentant un danger potentiel (IED par exemple) à partir d'un plasma d'air créé par laser femtoseconde. Au terme du projet finalisé en 2019, la démonstration de faisabilité complète a été réalisée en configuration de laboratoire : validation des concepts de base et caractérisation des produits, simulation théorique sur les plasmas émetteurs validée, banc de mesure réalisé et validation en laboratoire effectuée. Un second projet sera lancé en 2020, témoignant de l'implication active d'industriels dans la maturation de cette technologie pouvant avoir des applications majeures en détection d'explosifs.



## 6 | CONTACT

[innovation.defense.fct@intradef.gouv.fr](mailto:innovation.defense.fct@intradef.gouv.fr)

[www.defense.gouv.fr/aid](http://www.defense.gouv.fr/aid)

Suivez-nous sur :



