

# Appel à projets

## Accompagnement spécifique des travaux d'intérêt Défense

### Edition 2022

DATE DE PUBLICATION 15 décembre 2021

CLOTURE DU DÉPÔT DES PROPOSITIONS

La clôture du dépôt des propositions détaillées est prévue le 2 mars 2022, 13h00.

Adresse de publication de l'appel à projets : <http://www.anr.fr/ASTR-2022>

Avant de déposer une (pré)-proposition de projet de recherche, il est nécessaire de lire attentivement l'ensemble du présent document et le règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR (<http://www.anr.fr/RF>).

**anr.fr**

50 avenue Daumesnil 75012 Paris

Tél : +33 1 78 09 80 00 – [contact-anr@anr.fr](mailto:contact-anr@anr.fr)





# ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX DE RECHERCHES ET D'INNOVATION DEFENSE

## Edition 2022

Date et heure de clôture de l'appel à projets

**02/03/2022 à 13h00 (heure de Paris)**

Adresse de publication de l'appel à projets

<http://www.anr.fr/ASTR-2022>

## MOTS-CLES

Recherche duale (civile et militaire), recherche fondamentale, recherche exploratoire, recherche interdisciplinaire, innovation, preuve du concept, rupture technologique, ingénierie de l'information, robotique, fluides, structures, ondes acoustiques, ondes radioélectriques, nanotechnologies, capteurs, composants, photonique, quantique, matériaux, systèmes de systèmes, biologie, biotechnologies, santé, NRBC, IA, homme et systèmes, management de l'innovation, cyberdéfense.

**Il est fortement conseillé de lire attentivement l'ensemble du présent document ainsi que le règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR (<http://www.anr.fr/RF>) avant de déposer une proposition de projet de recherche.**

**ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE**

## CLOTURE DE L'APPEL A PROJETS

L'ensemble des documents (cf. § 3.1 Dépôt des propositions de projet) devra être **déposé sur le site internet de l'ANR** impérativement avant la clôture de l'appel à projets :

**LE 02/03/2022 A 13H00 (HEURE DE PARIS)**

*Le lien du site de dépôt est disponible via l'adresse de publication de l'appel à projets (cf. p1)*

## CONTACTS

### Questions techniques et scientifiques, administratives et financières

Mme Florence Lasek  
Chargée de projets scientifiques  
Tél: 01 78 09 80 54  
[florence.lasek@agencerecherche.fr](mailto:florence.lasek@agencerecherche.fr)

Mme Jessica Rohrbach  
Chargée de projets scientifiques  
Tél: 01 78 09 80 26  
[jessica.rohrbach@agencerecherche.fr](mailto:jessica.rohrbach@agencerecherche.fr)

### Responsable de programme ANR

M. Emmanuel Betranhandy  
Responsable de programme ANR  
Tél: 01 73 54 83 12  
[emmanuel.betranhandy@agencerecherche.fr](mailto:emmanuel.betranhandy@agencerecherche.fr)

**Il est fortement conseillé de lire attentivement l'ensemble du présent document ainsi que le règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR (<http://www.anr.fr/RF>) avant de déposer une proposition de projet de recherche.**

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

# SOMMAIRE

<b>1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROGRAMME.....</b>	<b>7</b>
1.1. Contexte.....	7
1.2. Objectifs du programme .....	7
<b>2. CARACTERISTIQUES DE L'APPEL A PROJETS .....</b>	<b>8</b>
2.1. Caractéristiques de la candidature .....	8
2.2. Caractéristiques des projets .....	9
2.3. Caractéristiques des moyens attribués .....	10
<b>3. DISPOSITIONS DU PROCESSUS DE SELECTION ET ECHANGES AVEC LE     MINISTERE DES ARMEES .....</b>	<b>10</b>
3.1. Dépôt des propositions de projet .....	12
3.2. Vérification de l'éligibilité .....	13
3.3. Evaluation des propositions de projet .....	14
3.4. Sélection des propositions de projet .....	17
3.5. Résultats .....	17
<b>4. MODALITES DE FINANCEMENT DES PROJETS SELECTIONNES .....</b>	<b>18</b>
<b>5. INFORMATIONS PREALABLES AU MONTAGE D'UNE PROPOSITION DE     PROJET .....</b>	<b>20</b>
<b>6. OBLIGATIONS REGLEMENTAIRES DES DEPOSANTS .....</b>	<b>21</b>
6.1. Déontologie et intégrité scientifique .....	21
6.2. Publications scientifiques et données de la recherche .....	21
6.3. Accès aux ressources génétiques et aux connaissances traditionnelles associées .....	22
6.4. Règlement général sur la protection des données « RGPD » .....	23
<b>7. ANNEXE 1 : AXES THEMATIQUES .....</b>	<b>26</b>
7.1. Axe thématique 1 : ingénierie de l'information .....	26
7.2. Axe thématique 2 : cyberdéfense.....	29
7.3. Axe thématique 3 : fluides, structures .....	31
7.4. Axe thématique 4 : ondes acoustiques et radioélectriques .....	33
7.5. Axe thématique 5 : nanotechnologies, capteurs et composants .....	37
7.6. Axe thématique 6 : photonique .....	41
7.7. Axe thématique 7 : matériaux .....	44
7.8. Axe thématique 8 : systèmes de systèmes – environnement géophysique .....	46
7.9. Axe thématique 9 : biologie, sante, NRBC.....	49
7.10. Axe thématique 10 : homme et systèmes .....	51



## **ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE**

7.11. Axe thématique 11 : sciences humaines et sociales (SHS) appliquées au management de l'innovation .....	55
7.12. Axe thématique 12 : robotique .....	57
7.13. Axe thématique 13 : intelligence artificielle .....	59
<b>8. ANNEXE 2 : DOCUMENTS A FOURNIR.....</b>	<b>63</b>
8.1. Formulaire en ligne .....	63
8.2. Engagement des déposants.....	64
8.3. Document scientifique .....	64
<b>9. ANNEXE 3 : ECHELLE DES TRL.....</b>	<b>71</b>

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

# 1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROGRAMME

## 1.1. CONTEXTE

La coopération entre « recherche civile » et « recherche de défense » est une opportunité pour une plus grande efficacité du système public de recherche et pour accroître son impact sur le monde socio-économique. Cette efficacité passe par le développement de recherches à caractère dual, dont les finalités sont à la fois civiles et militaires.

Le développement des recherches de défense peut profiter aux recherches civiles. Celles-ci peuvent aussi amener des solutions à des problèmes technologiques prioritaires pour la défense ainsi que des opportunités pour le développement des futurs systèmes de défense. Le financement défense des recherches joue de ce fait un rôle déterminant dans les orientations des processus d'émergence, de maturation et de diffusion de technologies génériques nouvelles.

La Direction générale de l'armement (DGA) et l'Agence nationale de la recherche (ANR), ont créé en 2011 un programme de soutien à la recherche, le programme ASTRID, spécifiquement dédié aux recherches à bas niveaux de maturité technologique dont certaines applications sont d'intérêt pour la défense. L'Agence de l'innovation de défense (AID), service à compétence nationale rattaché à la DGA, a été créée en 2018. La responsabilité du pilotage et du financement des dispositifs d'innovation (dont les programmes ASTRID et ASTRID Maturation) a été transférée à cette nouvelle agence. Le programme ASTRID est financé totalement par l'AID. L'ANR assure la mise en œuvre de la sélection et le suivi en lien avec l'AID et la DGA<sup>1</sup>.

## 1.2. OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme ASTRID a pour objectif de maintenir et de développer les synergies avec la recherche civile. Il permet de s'adresser à une large communauté scientifique et industrielle.

Il cherche à identifier les ruptures potentielles qui sont sources d'innovations bénéfiques à la fois au domaine de la défense, à la recherche civile et à l'industrie. Les projets menés au titre du programme ASTRID s'inscrivent dans un cadrage général de l'action de l'AID et de la DGA destinée à anticiper et à maîtriser l'évolution des technologies nécessaires et utilisables dans les futurs systèmes de défense et de sécurité.

Le programme ASTRID est un programme dual permettant de lancer des coups de sonde pour le soutien de projets de recherche à caractère fortement exploratoire et innovant (TRL de 1 à 4).

Il vise à :

- stimuler l'ouverture de voies nouvelles de recherches et à maintenir l'effort d'innovation sur des thèmes d'intérêt pour la défense ;
- explorer des points durs scientifiques ou techniques en favorisant le développement des compétences et l'identification de ruptures technologiques en s'appuyant sur les réseaux d'excellence.

---

<sup>1</sup> Plus généralement, dans tout le texte de l'appel à projets, les références à la DGA incluent l'Agence de l'innovation de défense (AID), service qui lui est rattaché.

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

Les suites de ces projets pourront le cas échéant faire l'objet de travaux de recherche à un niveau de maturité technologique plus élevé, par exemple, dans le cadre du programme ASTRID Maturation créé en 2013 (ce programme permet d'accompagner la maturation et la valorisation des projets ASTRID et d'autres opérations de recherches soutenues par le Ministère des Armées). Ces suites pourront aussi être financées en ce qui concerne les retombées défense par d'autres sources de financement comme par exemple les contrats d'études amont et le dispositif RAPID (régime d'appui pour l'innovation duale) financé par l'AID ou l'Innovation Défense Lab pour monter une expérimentation ou quand l'avis des utilisateurs doit être intégré à la valorisation.

## 2. CARACTERISTIQUES DE L'APPEL A PROJETS

Pour sa connaissance des besoins de la défense, le déposant pourra se référer :

- au Document de Référence d'Orientation de l'Innovation de Défense (DROID) 2021<sup>2</sup>. Ce document illustre l'une des priorités actuelles de détecter et capter l'innovation, celle-ci trouvant sa source en dehors du Ministère des Armées, dans de nombreux écosystèmes, parfois sans lien initial avec la défense. En complément, il est essentiel de susciter l'innovation suivant des axes d'effort bien identifiés dans les différents domaines terrestre, naval et aéronautique, C4I et cyber, spatial, soutien de l'homme et logistique, santé du combattant, et dans des axes transverses comme l'intelligence artificielle et les technologies émergentes et de rupture.
- au site du Ministère des Armées (dont le site de l'agence de l'innovation de défense (<https://www.defense.gouv.fr/aid>) et aux autres informations publiques.

Les priorités pour cette édition 2022 de l'appel à projets ASTRID sont détaillées au § 7 Axes thématiques (voir aussi les éléments de contexte ci-dessous).

Il est à noter qu'en 2022, des appels à projets ASTRID complémentaires, ciblés sur des thèmes prioritaires pour le Ministère des Armées seront lancés. Est d'ores et déjà prévu (liste non exhaustive) :

- Un appel concernant l'énergie : efficacité énergétique, nouvelles technologies de l'énergie (H, piles à Li solide, stockage haute densité, etc.), et matériaux énergétiques (efficacité, sécurité, nouveaux procédés, etc.).

### 2.1. CARACTERISTIQUES DE LA CANDIDATURE

Le programme ASTRID vise à soutenir des projets impliquant au moins un acteur public ou assimilé impliqué dans la recherche française ((laboratoire d'organisme ou d'établissement de

---

<sup>2</sup> <https://www.defense.gouv.fr/aid/> Volet documents

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

recherche et/ou de diffusion de connaissances éligible au financement de l'ANR)<sup>3</sup>. Le nombre total de partenaires (y compris le partenaire coordinateur) est généralement inférieur à cinq.

Un personnel de la DGA l'ayant quittée depuis moins de trois ans avant la date de mise en ligne de cet appel à projets ne peut déposer et/ou participer à un projet soumis dans le cadre de cet appel en tant que coordinateur scientifique ou simple responsable scientifique d'un des partenaires.

Un même<sup>4</sup> projet ne pourra pas être soumis et resoumis plus de trois fois au maximum à l'appel à projets ASTRID, ou aux appels thématiques ASTRID.

Le programme ASTRID, a pour objectif de stimuler des recherches exploratoires dans la communauté scientifique ne dépendant pas organiquement du Ministère des Armées. Les équipes de recherche des structures organiquement dépendantes du ministère (hors opérateurs sous tutelle) peuvent cependant être partenaires d'un projet, sans être financées par le programme ASTRID (sauf consommables éventuellement). Leur participation au consortium devra être justifiée de façon claire et complète. Dans le cas particulier d'un partenaire DGA<sup>5</sup>, le caractère indispensable de la contribution au projet doit être argumenté dans la présentation de la proposition de projet, et en particulier, le fait que les compétences ou les installations très spécifiques concernées ne peuvent pas être trouvées en dehors de la DGA. Les équipes de recherche du Ministère des Armées ne peuvent pas assurer le rôle de coordination scientifique d'un projet ASTRID.

### 2.2. CARACTERISTIQUES DES PROJETS

Le programme ASTRID est spécifiquement dédié aux recherches à **caractère dual à bas niveaux de maturité technologique** (TRL<sup>6</sup> de 1 à 4). Les projets peuvent relever d'une « Recherche fondamentale » ou d'une « Recherche industrielle »<sup>7</sup>.

Le programme ASTRID vise à soutenir des projets dont la durée est comprise entre **18 et 36 mois**.

---

<sup>3</sup> Il s'agit d'un partenaire **de droit public** ayant pour vocation principale d'effectuer de la recherche (tels qu'EPST, université, EPIC de recherche, etc.) et les partenaires/entités de droit privé exerçant une activité de recherche et/ou d'enseignement, ayant un établissement ou une succursale en France et n'étant pas des sociétés commerciales. Au titre de cet appel, les Ecoles d'Enseignement Supérieurs Consulaires (EESC) ne sont pas considérées comme des sociétés commerciales.

<sup>4</sup> Le point 2.6.3 du [Règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR](#) précise que « Le caractère semblable entre deux Projets est établi lorsque ces Projets (dans leur globalité ou en partie) décrivent des objectifs principaux identiques ou résultent d'une simple adaptation.

En cas de constat du non-respect d'un des points 2.1 à 2.7 par un Partenaire avant la notification de l'Acte attributif d'aide, l'ANR peut décider de ne pas notifier celui-ci. En cas de constat postérieur à cette notification, l'ANR peut décider de mettre en œuvre les dispositions du point 7.2. »

<sup>5</sup> Et, plus généralement, d'un partenaire du Ministère des Armées, n'ayant pas comme mission principale de réaliser des recherches

<sup>6</sup> TRL : Technology readiness level (voir annexe)

<sup>7</sup> Voir définitions dans le règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR (lien page 2)

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

Le programme ASTRID s'adresse à des projets entrant dans l'une des thématiques scientifiques suivantes (voir description détaillée paragraphe 7) :

1. Ingénierie de l'information
2. Cyberdéfense,
3. Fluides, structures,
4. Ondes acoustiques et radioélectriques,
5. Nanotechnologies, capteurs et composants,
6. Photonique,
7. Matériaux,
8. Systèmes de systèmes - environnement,
9. Biologie, santé, NRBC,
10. Homme et systèmes,
11. Sciences humaines et sociales appliquées au management de l'innovation,
12. Robotique,
13. Intelligence artificielle

Le Ministère des Armées met un accent particulier sur les **axes d'effort 3.1 à 3.7 décrits dans le DROID<sup>8</sup> et les 4 axes d'efforts transverses 3.8 à 3.10** du même document.

**Les projets ne correspondant pas aux axes prioritaires définis au § 7 ne seront pas éligibles au titre de cet appel.**

### 2.3. CARACTERISTIQUES DES MOYENS ATTRIBUES

Le programme ASTRID est totalement financé par l'AID.

Le montant maximal de l'aide allouée aux bénéficiaires est inférieur à **300 k€** par projet.

Par dérogation à l'article 3.1 e) 2. du Règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR : les frais d'environnement forfaitisés pour les bénéficiaires à coût marginal sont de **8 %**.

Les frais pour les doctorants affectés au projet sont éligibles, contrairement aux éditions précédentes de cet appel à projets.

## 3. DISPOSITIONS DU PROCESSUS DE SELECTION ET ECHANGES AVEC LE MINISTERE DES ARMEES

L'ANR organise le processus de sélection en impliquant différents acteurs dont les rôles respectifs sont les suivants :

- Le comité d'évaluation, nommé par l'ANR, est composé de membres des communautés de recherche concernées, issus de la sphère publique ou privée. Il est responsable de l'évaluation des propositions en s'aidant des expertises externes au comité.

---

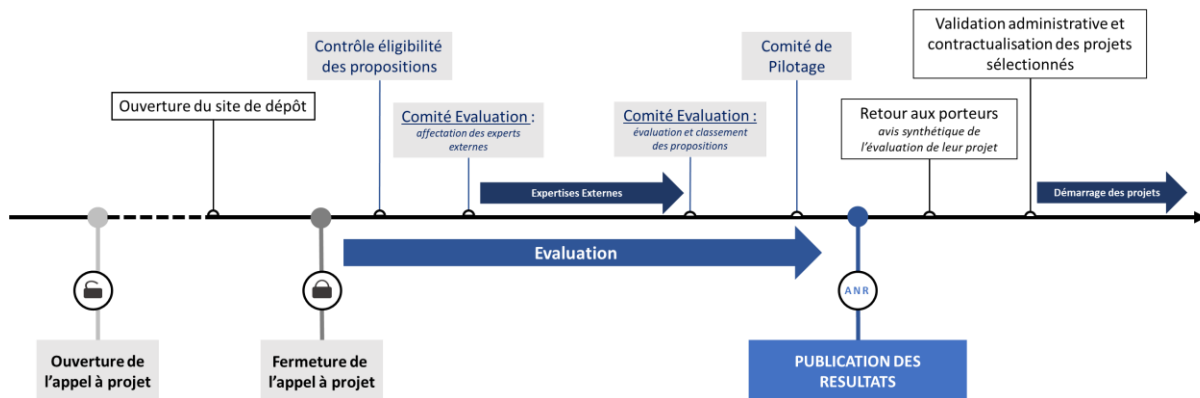
<sup>8</sup> Voir note de pied de page 2

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Les experts extérieurs, proposés par le comité d'évaluation, donnent un avis écrit sur les propositions de projet sans participer aux réunions de comité.
- Le comité de pilotage, nommé par l'ANR, composé de personnalités qualifiées et de représentants institutionnels, a pour mission de proposer une liste de projets à financer par l'ANR, dans le respect des travaux du comité d'évaluation.

Les personnes intervenant dans la sélection des propositions de projet s'engagent à respecter les dispositions de la charte de déontologie et d'intégrité scientifique de l'ANR, notamment celles liées à la confidentialité et aux conflits d'intérêts. Cette charte de l'ANR est disponible sur son site internet<sup>9</sup>.

Après publication de la liste des projets sélectionnés, la composition des comités de l'appel à projets ASTRID sera affichée sur le site internet de l'ANR<sup>10</sup>.



Les principales étapes de la procédure de sélection sont les suivantes :

- Vérification de l'**éligibilité** des propositions de projet par l'ANR, conformément au paragraphe 3.2. Une proposition peut être déclarée inéligible à tout moment du processus, et s'il est sélectionné, à tout moment durant la vie du projet.
- Sollicitation des experts extérieurs par l'ANR sur proposition du comité d'évaluation.
- Élaboration des avis par les experts extérieurs, au regard des critères de sélection.
- Évaluation des propositions de projet par le comité d'évaluation après réception des avis des experts.
- Examen des propositions de projet par le comité de pilotage (voir paragraphe 3.4) et proposition d'une liste des projets à financer par l'ANR.

<sup>9</sup> <https://anr.fr/fr/lanr-et-la-recherche/engagements-et-valeurs/lintegrite-scientifique/>

<sup>10</sup> Cf. adresse internet indiquée page 1

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Établissement de la liste des projets sélectionnés par l'ANR (liste principale et éventuellement liste complémentaire) et publication de la liste sur le site de l'ANR dans la page dédiée à l'appel à projets.
- Envoi aux coordinateurs scientifiques des projets d'un avis synthétique proposé par les comités.
- Révision et finalisation des dossiers scientifique, financier et administratif pour les projets sélectionnés (échanges ANR – responsable scientifique du partenaire coordinateur et services financiers/administratifs) ; Pour les entreprises participantes, comme indiqué au paragraphe 4 :
  - vérification de leur capacité à être financées dans le cadre de la réglementation relative aux aides d'Etat à la recherche, au développement et à l'innovation (RDI), notamment au regard de l'exclusion des entreprises en difficulté du financement<sup>11</sup> ;
  - vérification de la compatibilité de l'aide (notamment établissement de l'effet incitatif).
- Publication de la liste des projets retenus pour financement sur le site de l'ANR dans la page dédiée à l'appel à projets.
- Signature des actes attributifs d'aide avec les bénéficiaires.
- Premiers versements aux bénéficiaires selon les règles fixées dans le règlement financier relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR (<http://www.agence-nationale-recherche.fr/RF>).

### 3.1. DEPOT DES PROPOSITIONS DE PROJET

La proposition de projet comprend :

- un formulaire à compléter en ligne (voir paragraphe 8.1) ;
- l'engagement (voir § 8.2) de chaque responsable scientifique de chaque partenaire sollicitant une aide auprès de l'ANR ;
- un document scientifique à déposer sur le site de dépôt (voir paragraphe 8.3).

La proposition de projet sera considérée complète si ces trois éléments sont renseignés et disponibles sur le site de dépôt à la date de clôture.

**IMPORTANT : AUCUN ELEMENT COMPLEMENTAIRE NE POURRA ETRE ACCEPTE APRES LA DATE ET HEURE DE CLOTURE DE L'APPEL A PROJETS DONT LA DATE ET L'HEURE SONT INDIQUEES PAGE ERREUR ! SIGNET NON DEFINI. ET 2 DU PRESENT APPEL A PROJETS.**

<sup>11</sup> Cf. fiche diffusée sur le site de l'ANR à l'adresse <http://www.agence-nationale-recherche.fr/fileadmin/documents/2017/ANR-RF-Fiche-EED.pdf>

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

### 3.2. VERIFICATION DE L'ELIGIBILITE

#### IMPORTANT

La vérification de l'éligibilité est réalisée par les services de l'ANR sur la base des informations et des documents disponibles sur le site de dépôt à la date de clôture de l'appel à projets. Les informations saisies en ligne prévalent sur celles développées au sein du descriptif du projet si ces deux sources d'informations s'avéraient non concordantes, y compris si elles sont mal renseignées ou manquantes.

Les propositions de projet considérées comme non éligibles ne seront pas évaluées et ne pourront faire l'objet d'un financement de l'ANR. Une proposition peut être déclarée inéligible à tout moment du processus.

Les conditions d'éligibilité ci-dessous sont cumulatives.

- Caractère complet de la proposition : une proposition complète comprend les trois éléments décrits au paragraphe 3.1. Le document scientifique doit être conforme au format spécifié au paragraphe 8.3, y compris le respect du nombre limité de pages.
- Caractéristiques du projet : le projet doit être conforme aux caractéristiques décrites au paragraphe 2.2 en termes de durée, de type de recherche (y compris le niveau de TRL) ou encore de champ thématique.
- Moyens demandés : le projet doit satisfaire aux conditions du § 2.3. Le montant maximal de l'aide demandé est inférieur à 300 k€ par projet.
- Caractéristiques de la candidature : le projet doit répondre aux caractéristiques du § 2.1.
- Coordinateur scientifique unique : un même coordinateur scientifique ne peut pas assurer la coordination de plusieurs propositions de projet soumises dans le cadre de cet appel à projets.
- Les propositions de projet sont inéligibles si elles sont soumises par un coordinateur scientifique qui serait également membre du comité d'évaluation ou du comité de pilotage de cet appel à projets.
- Une coordinatrice ou un coordinateur d'un projet ASTRID sélectionné à l'édition 2021 de l'appel à projets ASTRID ne peut soumettre en tant que coordinatrice ou coordinateur un projet à l'édition 2022 de l'appel à projets ASTRID. Il peut néanmoins être responsable scientifique d'un partenaire ou participant à un projet soumis à l'édition 2022 d'ASTRID.
- La/le coordinatrice ou coordinateur, d'un projet soumis à l'appel à projets générique accepté en deuxième étape en 2022 ne peut coordonner un projet soumis à l'édition 2022 de l'appel à projets ASTRID<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Sauf si la coordinatrice / le coordinateur a renoncé formellement à la soumission de son projet à l'appel générique (étape 2) avant la date de clôture de l'appel à projets ASTRID.

### ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Le chercheur dont le projet est financé dans le cadre de l'instrument de financement JCJC (AAPG) ne peut être coordinatrice ou coordinateur d'un projet ASTRID pendant la durée de son projet JCJC<sup>13</sup>. Il peut néanmoins être responsable scientifique d'un partenaire ou participant à un projet ASTRID soumis à l'édition 2022.
- **A compter de la date d'ouverture de l'appel à projets ASTRID, aucun échange d'information, quelle que soit sa forme, entre déposants et experts de l'AID et de la DGA sur le projet ASTRID déposé ou en cours de dépôt dans le cadre de cet appel à projets 2022 n'est autorisé.** Toute transgression de cette clause d'absence d'échange d'informations rendra le projet inéligible<sup>14</sup>.
- La proposition de projet doit être conforme à la politique d'éthique et d'intégrité scientifique de l'ANR<sup>15</sup>.
- Caractère unique de la proposition : une proposition de projet ne peut être semblable en tout ou partie à une autre proposition soumise à un appel en cours d'évaluation à l'ANR (tout appel à projets confondu, toute étape d'évaluation confondue) ou ayant donné lieu à un financement par l'ANR. Toutes les propositions semblables sont inéligibles. Le caractère semblable est établi lorsque ces projets (dans leur globalité ou en partie) décrivent des objectifs principaux identiques, ou résultent d'une simple adaptation<sup>16</sup>.
- Conditions propres aux Entreprises (au sens européen de la définition) : l'aide est attribuée à des Entreprises autonomes et indépendantes<sup>17</sup>, ayant leur siège social réel au sein d'un État de l'Union européenne et un établissement ou une succursale en France. L'ANR pourra, en cours de réalisation du projet, effectuer toutes vérifications nécessaires pour s'assurer du respect des conditions précitées, notamment au vu de son éventuel contrôle exercé par une autre entité hors territoire de l'Union européenne..

### 3.3. EVALUATION DES PROPOSITIONS DE PROJET

#### IMPORTANT

Seules les propositions de projet satisfaisant aux critères d'éligibilité seront évaluées

<sup>13</sup> Le projet JCJC doit être terminé au 1<sup>er</sup> janvier 2023 (date de fin de projet, prolongations comprises).

<sup>14</sup> Sauf quand la DGA ou une entité du ministère des armées est partenaire et où les échanges concernent uniquement cette participation

<sup>15</sup> <http://www.agence-nationale-recherche.fr/fileadmin/itique-ethique-integrite-scientifique-aout-2014.pdf>

<sup>16</sup> Cf. supra, note n°4 l'ANR vérifie notamment la présence d'un des cas exposés à l'article 7.1 du règlement financier (par ex. : atteinte à un ou plusieurs droits de propriété intellectuelle ou atteinte à une règle de déontologie ou éthique prescrite par l'ANR)

<sup>17</sup> L'autonomie et l'indépendance de l'entité s'apprécient au regard de son contrôle éventuel exercé par une autre entité (à + de 25% des droits de vote ou de détention du capital, droit de nommer ou révoquer la majorité des membres de l'organe décisionnel, influence dominante). Cf. article 3 de l'Annexe I du Règlement n°651/2014 de la Commission du 17 juin 2014 déclarant certaines catégories d'aides compatibles avec le marché intérieur en application des articles 107 et 108 du Traité

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

Les experts extérieurs et les membres du comité d'évaluation sont appelés à examiner les propositions de projet selon les critères d'évaluation suivants :

- 1- Pertinence de la proposition au regard des orientations de l'appel à projets : adéquation aux objectifs et axes thématiques décrits aux paragraphes 1 et **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** La recherche proposée devra présenter un caractère spécifique dual, c'est-à-dire avoir des finalités à la fois civiles et militaires. Les applications d'intérêt défense devront être présentées de façon claire.
- 2- Excellence scientifique et/ou caractère innovant pour la recherche technologique.
- 3- Qualité de la construction du projet.
- 4- Faisabilité du projet, adéquation des moyens.
- 5- Qualité du consortium.
- 6- Impact global du projet.

L'objectif est que chaque proposition soit évaluée par au moins deux experts (personnalités ne participant pas aux réunions des différents comités) qui sont sollicités pour une ou plusieurs propositions chacun. Les experts opèrent individuellement et dans la confidentialité, sans échange avec des tiers. Ils n'ont à leur disposition que les éléments constituant la proposition de projet tels que soumis par le coordinateur scientifique à la date de clôture de l'appel à projets. Ils complètent un rapport d'évaluation individuel dans lequel chacun des critères d'évaluation est noté en utilisant une échelle de notation de 0 à 5 et en rédigeant un commentaire d'argumentation pour chaque critère.

Note	Signification
0	Critère non traité ou ne pouvant être évalué avec les informations fournies
1	Insuffisant : critère traité de manière superficielle et non satisfaisante.
2	Médiocre : critère traité de façon relativement satisfaisante mais il y a de sérieuses faiblesses.
3	Bien : critère bien traité mais il y a des améliorations nécessaires.
4	Très bien : critère très bien traité, quelques améliorations sont encore possibles.
5	Excellent : critère parfaitement traité, les lacunes éventuelles sont mineures.

Les propositions de projets sont également évaluées par au moins deux membres de comité d'évaluation qui ont à leur disposition les rapports d'évaluation individuels rédigés par les experts. Ils rédigent leur propre rapport d'évaluation individuel (mêmes critères et système de notation que les experts).

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

Au cours de la réunion finale de comité d'évaluation, les membres exposent les objectifs de chaque proposition et synthétisent les évaluations réalisées par les experts, puis rendent leur avis au regard des critères d'évaluation en mettant en exergue les points forts et faibles de la proposition.

La discussion collégiale permet d'évaluer chaque proposition par rapport à l'ensemble des propositions évaluées par le comité. Les discussions du comité aboutissent à un consensus s'exprimant par un classement des propositions les unes par rapport aux autres en trois catégories : (A) propositions excellentes (B) propositions avec remarques mineures (C) propositions n'ayant pas le niveau requis selon les critères d'évaluation pour être sélectionnées. Un rapport synthétise le consensus auquel les membres de comité ont abouti.

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

### 3.4. SELECTION DES PROPOSITIONS DE PROJET

Le comité de pilotage propose le classement final des propositions de projet dans le respect des travaux du comité d'évaluation.

Les critères à partir desquels le comité de pilotage élaborera son classement sont les suivants :

- Importance du sujet par rapport aux objectifs du programme.
- Importance du besoin défense<sup>18</sup>.
- Valeur ajoutée et prise de risque du projet<sup>19</sup>.

Le comité de pilotage peut donner un avis sur la conformité des critères d'éligibilité<sup>20</sup> et en tenir compte dans le classement.

Si un projet comporte un partenaire étranger, le comité de pilotage élaborera un avis sur :

- la cohérence avec la politique internationale de coopération scientifique de défense,
- les principes de partage de la propriété intellectuelle décrits dans la proposition de projets.
- Les principes devront assurer l'accès aux résultats des partenaires français en vue d'une exploitation ultérieure industrielle et commerciale dans des conditions qui soient raisonnables en terme de sécurité d'approvisionnement pour la défense.

### 3.5. RESULTATS

L'ANR définit la liste des projets sélectionnés pour financement sur la base du classement fourni par le comité de pilotage dans la limite du budget alloué à l'appel à projets.

La liste des projets sélectionnés est publiée par l'ANR sur le site internet à la page dédiée du présent appel .

L'ANR informe l'ensemble des coordinateurs scientifiques du résultat de la sélection. Ils reçoivent le rapport des comités intervenant dans la sélection motivant la décision de sélection ou non-sélection.

<sup>18</sup> Tout en préservant l'existence de la dualité

<sup>19</sup> Une prise de risque est plutôt encouragée dans la mesure où elle est argumentée scientifiquement. La valeur ajoutée doit être analysée par rapport à l'état de l'art et aux applications envisagées même à long terme.

<sup>20</sup> Notamment en matière de TRL

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

### 4. MODALITES DE FINANCEMENT DES PROJETS SELECTIONNES

Les modalités d'attribution des aides de l'ANR sont précisées dans le règlement financier relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR et valant conditions générales de ces aides<sup>21</sup>, sauf clauses spécifiques indiquées dans ce document d'appel à projets. Les partenaires du projet sont invités à lire attentivement ce document afin de monter leur projet, notamment du point de vue budgétaire, conformément aux dispositions qui y sont décrites.

Le financement des projets nécessite l'accord des bénéficiaires sur des clauses de propriété intellectuelle qui seront annexées aux conventions attributives. Ces clauses sont disponibles publiquement dans la page de l'appel à projets.

L'ANR signera un acte attributif d'aide avec chacun des partenaires bénéficiant d'une aide de l'ANR.

Sauf exception motivée ou autre directive de l'ANR, les projets sélectionnés débiteront au 1<sup>er</sup> janvier 2023 (T<sub>0</sub> scientifique).

#### CONDITIONS DE FINANCEMENT DES ENTREPRISES

La participation d'un partenaire « entreprise » au sens de la réglementation européenne à un projet implique la transmission d'un accord de consortium à l'ANR dans les conditions décrites notamment à l'article 5.3.1 du règlement financier précité de l'ANR et de la Fiche n°4 « Accords de consortium »<sup>22</sup>.

#### IMPORTANT

L'encadrement européen des aides d'Etat à la recherche, au développement et à l'innovation impose un certain nombre de conditions à l'attribution d'aides par l'ANR aux entreprises. Si ces conditions ne sont pas remplies pour une entité participant à une proposition sélectionnée, l'ANR ne pourra pas lui attribuer une Aide. Ce non-financement pourrait remettre en cause la réalisation du projet. L'ANR peut décider d'appliquer les dispositions de l'article 7 de son règlement financier susvisés s'il apparaît que le consortium ne remplit ainsi plus les conditions d'éligibilité à l'appel à projets.

Les « entreprises en difficulté » ne sont pas éligibles aux aides d'Etat à la recherche, au développement et à l'innovation (RDI). L'ANR s'assurera donc pour tous les projets sélectionnés que les entreprises partenaires du projet de recherche ne sont pas considérées comme entreprises en difficultés au sens des lignes directrices relatives aux Aides d'Etat au sauvetage et à la restructuration d'Entreprises en difficulté.

<sup>21</sup> Voir lien page 2.

<sup>22</sup> <http://www.agence-nationale-recherche.fr/financer-votre-projet/reglement-financier/>

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

Le taux d'aide applicable aux partenaires « Entreprise » est précisé dans le règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR<sup>21</sup>.

La compatibilité de l'aide de l'ANR à une Entreprise devra être établie. En conséquence, les entreprises sélectionnées dans le cadre du présent appel à projets pourront être sollicitées, pendant la phase de finalisation des dossiers administratifs et financiers, pour fournir les éléments d'appréciation nécessaires.

### SUIVI SCIENTIFIQUE DES PROJETS

Les projets financés feront l'objet d'un suivi scientifique conjoint par l'ANR et la DGA durant leur durée d'exécution, et ce jusqu'à un an après leur fin. Le suivi scientifique comprend :

- La participation du coordinateur au séminaire de lancement des projets du présent appel.
- L'invitation de l'ANR et la DGA à toutes les réunions correspondant aux principales étapes du projet (réunion de démarrage des travaux -kick off-, mi-parcours, finale).
- La fourniture de deux ou trois comptes rendus intermédiaires traduisant réellement l'avancement.
- Un rapport final de projet et une fiche de synthèse.
- Un support de présentation orale des résultats finaux et les publications, sur demande de la DGA/AID.
- La fourniture de résumés des objectifs, travaux et résultats du projet, actualisés à la date de communication, destinés aux publications de l'ANR sur tous supports.
- La collecte d'éléments d'impact du projet jusqu'à deux ans après la fin du projet.
- La participation à au moins une revue intermédiaire ou finale de projet.
- La participation aux colloques organisés par l'ANR (une ou deux participations).
- La participation à quelques événements (séminaire ou colloque) organisés par le Ministère des Armées ou des entités qui en dépendent<sup>23</sup>.

Les propositions de projet devront prendre en compte la charge correspondante dans leur programme de travail et leurs prévisions de dépenses.

### RELATIONS AVEC LE MINISTERE DES ARMEES

Le programme ASTRID étant un programme financé par l'Agence de l'Innovation de Défense (AID) dans le cadre de sa coopération établie avec l'ANR, les bénéficiaires s'engagent à transmettre à l'AID, à la DGA ou autres représentants désignés du Ministère des armées les rapports intermédiaires et finaux du projet (voir aussi les autres demandes dans le cadre du suivi scientifique ci-dessus). Des représentants désignés par l'AID seront associés à toutes réunions et toutes revues ou opérations de suivi des projets.

---

<sup>23</sup> Selon demande.

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

### 5. INFORMATIONS PREALABLES AU MONTAGE D'UNE PROPOSITION DE PROJET

#### Relations à l'écosystème Défense

Les porteurs pourront, s'ils le souhaitent, se rapprocher des divers acteurs de l'écosystème français de Défense hors Ministère des Armées, dont les pôles de compétitivité soutenus par le Ministère des Armées. Ces contacts se feront à la seule initiative des porteurs, l'ANR ne s'associant pas à cette démarche.

#### Information des établissements

Les responsables scientifiques de chaque établissement partenaire de la proposition sont invités à informer les personnes habilitées à engager cet établissement au plus tôt afin de s'assurer de leur adhésion à leur démarche de dépôt. Ils doivent leur transmettre toutes les informations relatives au dépôt en parallèle du dépôt auprès de l'ANR.

#### Implication du Coordinateur scientifique

Le **coordinateur scientifique** devrait être impliqué au minimum à hauteur de **35%** de son temps de recherche<sup>24</sup> (possibilité d'une répartition non uniforme sur la durée du projet).

#### Taux de précarité

Le taux de précarité du projet devrait être inférieur à 30%. Ce taux spécifique est calculé comme suit, en utilisant les données exprimées en mois de travail (personnes.mois) :

$$\text{Taux de précarité (\%)} = \frac{\text{personnels non permanents financés par l'ANR}}{\text{total des personnels permanents ou non permanents, financés ou non par l'ANR}}$$

Seuls les personnels des établissements pour lesquels un financement est demandé à l'ANR entrent dans le calcul (notamment, les partenaires étrangers n'entrent pas dans ce calcul). Les doctorants et les stagiaires sont exclus du calcul (indépendamment de l'éligibilité des dépenses associées).

#### Personnels non permanents

L'implication dans le projet de personnes non permanentes qui ne sont pas ressortissantes d'un État membre de l'Union européenne ou d'un État faisant partie de l'Espace économique européen ou de la Confédération Suisse fera l'objet d'une autorisation<sup>25</sup> préalable de l'Agence

---

<sup>24</sup> **Calcul du temps de recherche** : l'évaluation du temps consacré au projet repose sur le temps consacré à la recherche (considéré à 100%). Ainsi un enseignant-chercheur (ou un personnel d'une Entreprise qui a en charge des activités autres que la recherche) qui consacre la totalité de son temps de recherche à un projet pendant un an sera considéré comme participant à hauteur de 12 personnes.mois. Cependant, pour le calcul du coût complet, son salaire sera compté à hauteur de son temps complet réel (par exemple, 50% du salaire d'un enseignant-chercheur).

<sup>25</sup> L'obtention de cette autorisation est impérative, la réponse par défaut étant négative.

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

de l'innovation de défense qui étudiera au cas par cas ces candidatures<sup>26</sup> sous huit semaines. Passé ce délai, l'ANR considérera la réponse de l'AID comme négative.

Pour les personnels non permanents, la durée de financement de chaque contrat de post-doctorat ne devra pas être inférieure à 12 mois.

## 6. OBLIGATIONS REGLEMENTAIRES DES DEPOSANTS

### 6.1. DEONTOLOGIE ET INTEGRITE SCIENTIFIQUE

L'ANR, signataire de la Charte nationale de déontologie des métiers de la recherche et conformément à la circulaire de mars 2017<sup>27</sup> relative à la politique d'intégrité scientifique, veille à ce que les principes de cette charte soient respectés pour l'ensemble des actions prévues au Plan d'action 2022. A ce titre, la charte de déontologie de l'ANR a été révisée et étendue à l'intégrité scientifique. L'agence s'assure de l'adhésion de ses bénéficiaires à l'ensemble des règles et valeurs qui doivent régir l'activité de recherche, pour en garantir le caractère honnête et scientifiquement rigoureux. Du respect de ces principes dépend le maintien de la confiance accordée par la société aux acteurs de la recherche. A cette charte est également adossée la nomination d'un référent déontologie et intégrité scientifique qui s'assure du respect des principes fondamentaux, de la prévention et de la bonne gestion des conflits d'intérêts et de la formation des collaboratrices et collaborateurs internes et externes à l'agence. Dans ce contexte, le coordinateur ou la coordinatrice d'un projet s'engage à ce que tous les participants au projet (demandant ou non un financement) respectent la charte nationale de déontologie des métiers de la recherche<sup>28</sup> et la charte d'intégrité scientifique et de déontologie de l'ANR<sup>29</sup>.

En outre, chaque coordinateur ou coordinatrice scientifique sollicitant une subvention s'engage formellement sur le fait que sa hiérarchie (notamment les services administratifs et financiers compétents et les personnes habilitées à représenter juridiquement l'établissement gestionnaire de la subvention, ou ses représentants ou représentantes) a donné l'accord à sa démarche de dépôt en cours et que les informations relatives à la demande leur ont été communiquées.

### 6.2. PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES ET DONNEES DE LA RECHERCHE

**Conformément aux dispositions de l'article 3.4 du Règlement financier, reproduit ci-après.**

Dans le cadre de la contribution de l'ANR à la promotion et à la mise en œuvre de la science ouverte, et en lien avec le plan national pour la science ouverte au niveau français et le Plan S au niveau international, les Bénéficiaires titulaires de droits s'engagent à mettre à disposition sous la licence Creative Commons Attribution (CC-BY) ou équivalente, les publications

---

<sup>26</sup> Transmettre les pièces suivantes : curriculum vitae, passeport, titre de séjour.

<sup>27</sup> Circulaire n° 2017-040 du 15-3-2017 - MENESR - DGRI - SPFCO B2.

<sup>28</sup> [https://www.cnrs.fr/comets/IMG/pdf/charte\\_nationale\\_\\_deontologie\\_signe\\_e\\_janvier2015.pdf](https://www.cnrs.fr/comets/IMG/pdf/charte_nationale__deontologie_signe_e_janvier2015.pdf).

<sup>29</sup> <https://anr.fr/fr/lanr-et-la-recherche/engagements-et-valeurs/lintegrite-scientifique/>

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

scientifiques évaluées par les pairs issues du/des projet(s) financé(s) par l'ANR en utilisant l'une des trois voies de publication suivantes<sup>30</sup> :

- dans une revue nativement en accès ouvert,
- dans une revue par abonnement sous « accord transformant » ou « Transformative journal »<sup>31</sup>,
- dans une revue par abonnement avec dépôt de la version éditeur ou acceptée pour publication (« postprint ») dans l'archive ouverte HAL sous une licence CC-BY en mettant en œuvre la Stratégie de non-cession des Droits selon les modalités décrites dans les Conditions particulières.

De plus, le coordinateur ou la coordinatrice du projet s'engage à :

- déposer dans l'archive ouverte nationale HAL, le texte intégral de ces publications scientifiques au plus tard au moment de la publication, (version acceptée pour publication ou version l'éditeur) et à mentionner la référence ANR du projet de recherche dont elles sont issues (ex : ANR-22-CES64-0001).
- fournir dans les 6 mois qui suivent le démarrage du projet, une première version du Plan de Gestion des Données (PGD) selon les modalités communiquées dans les Conditions particulières.

Enfin, l'ANR encourage le dépôt des versions initiales, prépublications (« pré-prints »), dans des plateformes ou archives ouvertes et à privilégier des identifiants pérennes ou uniques (DOI ou HAL Id, par exemple).

### 6.3. ACCES AUX RESSOURCES GENETIQUES ET AUX CONNAISSANCES TRADITIONNELLES ASSOCIEES

Le Protocole de Nagoya sur l'accès aux ressources génétiques et aux connaissances traditionnelles associées et le partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation, relatif à la Convention sur la diversité biologique a été adopté le 29 octobre 2010. Il contribue à la conservation de la diversité biologique et à l'utilisation durable de ses éléments constitutifs, et à accroître la contribution de la diversité biologique au développement durable et au bien-être humain. Le protocole de Nagoya fait ainsi progresser considérablement le troisième objectif de la Convention en assurant une plus grande certitude juridique et une transparence accrue pour les fournisseurs et les utilisateurs de ressources génétiques. Le règlement européen 511/2014 et la loi française 2016-1087 fixent les modalités d'application de ce protocole.<sup>31</sup> Deux points de contrôle sont ainsi définis : i) au stade du financement des travaux de recherche sous le contrôle du Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation (MESRI) et ii) au stade du développement final d'un produit sous le contrôle du Ministère de la transition écologique et solidaire (MTES). Dans ce contexte, l'ANR doit obtenir les récépissés de déclaration de « Due Diligence » (DDD) pour les projets de recherche qu'elle finance depuis 2019. Les déposantes et déposants à l'appel à projets seront invités à déclarer une

<sup>30</sup> Pour vérifier si le journal ou la revue de leur choix est conforme au Plan S et quelle voie s'offre à eux, les auteurs pourront utiliser l'outil [Journal Checker Tool](#).

<sup>31</sup> Définition d'accord dit [transformant](#) ou [journal transformatif](#).

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

potentielle utilisation de ressources génétiques durant leurs projets. Les DDD dans le cadre de travaux de recherche s'enregistrent directement en ligne via l'application dédiée sur le site du MESRI. Les accès peuvent être demandés au responsable de l'établissement d'accueil. Toutes les informations sont disponibles à l'adresse suivante :

<https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/utilisation-de-ressources-genetiques-ou-de-connaissances-traditionnelles-associees-51164>

Les Bénéficiaires dont le Projet relève de cette réglementation devront justifier au plus tard à la date du dernier versement de l'Aide, du respect de leurs obligations.

### 6.4. REGLEMENT GENERAL SUR LA PROTECTION DES DONNEES « RGPD »

L'ANR dispose de traitements informatiques<sup>32</sup> relatifs à la sélection, au suivi des projets et aux études d'impact pour l'exercice de ses missions<sup>33</sup>. Des données à caractère personnel<sup>34</sup> sont collectées et traitées à ce titre conformément à l'article 6.1 (e) et (c) du RGPD<sup>35</sup>. Ces données font l'objet de traitements informatiques nécessaires à l'exécution d'une mission d'intérêt public et/ou au respect d'une obligation légale.

L'ANR conserve les données à caractère personnel relatives aux projets déposés non sélectionnés pour la durée nécessaire à l'évaluation des projets suivie de l'expiration des voies de recours. Concernant les données relatives aux projets sélectionnés et financés, la durée de conservation court pendant la durée nécessaire au suivi du projet et aux contrôles éventuels des différentes instances habilitées<sup>36</sup>.

Les données enregistrées à ce titre ne peuvent être communiquées qu'aux services concernés de l'ANR, aux experts, membres de comités d'évaluation, - pour les projets qui les concernent -, et le cas échéant aux organismes de contrôle, sous-traitants de l'ANR, partenaires et autres agences de financement collaborant avec l'ANR<sup>37</sup>, pôles de compétitivité, services de l'ANR, Etat et administrations. Certains de ces destinataires sont situés hors Union Européenne. Le transfert de données à caractère personnel à ces destinataires est destiné à assurer l'une des missions susmentionnées et répond à un motif d'intérêt public. Les contrats conclus entre l'ANR et ses éventuels sous-traitants contiennent une clause de protection des données conforme à l'article 28 du RGPD.

---

<sup>32</sup> Système d'information métier (SIM), sites de soumission et d'évaluation des projets, Traitements pour le suivi des projets, les portefeuilles des projets et les analyses

<sup>33</sup> Définies dans le décret n°2006-963 du 1 août 2006 modifié portant organisation et fonctionnement de l'ANR

<sup>34</sup> Nom, prénom des chercheurs, date de naissance, coordonnées professionnelles, titre(s), fonction (actuelle et antérieure), domaines d'activité, lieu de travail, organisme d'appartenance, adresse(s), curriculum vitae, numéro ORCID, nom et référence des projets, pré-propositions, propositions de projet (document scientifique, annexe administrative et financière).

<sup>35</sup> Règlement général sur la protection des données (UE) n°2016/679

<sup>36</sup> 10 ans à compter de la date d'octroi de l'aide pour les contrôles de la Commission européenne

<sup>37</sup> Cas des co-financements et collaborations avec d'autres financeurs français ou étrangers de projets de recherche.

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

Les personnes concernées par la collecte et l'utilisation de leurs données personnelles disposent d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui les concernent. A ce titre, elles peuvent accéder à leur profil utilisateur et rectifier elles-mêmes certaines informations les concernant. De plus, elles disposent de la faculté d'exercer leurs droits en saisissant la Déléguée à la protection des données de l'ANR, Véronique PAULIAC, à l'adresse : [dpd@agencerecherche.fr](mailto:dpd@agencerecherche.fr). Pour en savoir plus, consultez vos droits sur le site de la CNIL accessible à l'adresse suivante : <https://www.cnil.fr/>

Le détail des mesures de protection prises par l'ANR des données à caractère personnel qu'elle collecte et traite, est indiqué aux personnes concernées lors de la saisie de ces données dans les traitements informatiques correspondants.

### ➤ COMMUNICATION DES DOCUMENTS

L'ANR peut être amenée à transmettre certaines données et documents aux administrés, à d'autres agences de financement français ou étrangers, à d'autres administrations (dont ses tutelles), aux organismes de contrôle, dans le cadre d'accords de collaboration, de l'ouverture des données publiques, l'accès aux documents administratifs<sup>38</sup>, l'échange entre administrations et la réutilisation des informations publiques<sup>39</sup>. Cette communication peut concerner notamment les données de caractérisation des projets, les expertises, le rapport de synthèse du comité d'évaluation, les pré-propositions/propositions de projet, documents contractuels, document scientifique, annexe administrative et financière.

La diffusion et la communication de ces données et documents administratifs s'effectuent dans le respect de la réglementation applicable et sous réserve de protection des données personnelles, de la propriété intellectuelle et du secret industriel et commercial. En effet, certains documents ou données collectés ne doivent pas être communiqués ou ne peuvent l'être que de façon restreinte. Dans le cas des collaborations avec d'autres agences de financement ou cofinancements en particulier, des contrats encadrent la communication des documents et la confidentialité. La communication des documents sera limitée à l'objet de la collaboration entre l'agence de financement partenaire de l'ANR et celle-ci.

---

<sup>38</sup> Loi 78-753 du 17 juillet 1978 sur la communication des documents administratifs, loi 79-587 du 11 juillet 1979 sur la motivation des actes administratifs, loi 2000-321 du 12 avril 2000 relative aux droits des citoyens dans leur relation avec les administrations

<sup>39</sup> Ordonnance n°2016-307 du 17 mars 2016 codifiant les dispositions relatives à la réutilisation des informations publiques dans le code des relations entre le public et l'administration, et son décret d'application n°2016-308 du 17 mars 2016.

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

### RECOMMANDATION CONCERNANT LES PROJETS INCLUANT DES PARTENAIRES ETRANGERS

Le partenaire étranger<sup>40</sup> devra assurer son financement sur fonds propres. Le document scientifique soumis à l'ANR intègre aussi bien la contribution des équipes françaises que des équipes étrangères. Le partenaire étranger est invité à expliciter dans le document scientifique :

- si les activités sont réalisées sur fonds propres,
- s'il bénéficie déjà d'un financement en cours sur sa contribution au projet (montant, échéancier de l'aide demandée, nature du financeur), ou
- s'il a demandé un financement national pour la participation au projet en envoyant la même proposition de projet à un organisme de financement dans son pays. Dans ce cas, fournir les coordonnées complètes de l'organisme de financement ainsi que le nom, la fonction, le courriel, le téléphone du responsable programme dans son pays.

Les partenaires étrangers complètent les informations administratives sur le site de dépôt en ligne, mais n'ont en revanche pas à compléter d'informations budgétaires détaillées.

### PROTECTION DU POTENTIEL SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA NATION

**LE PROJET DOIT ETRE CONFORME AUX DISPOSITIONS DE L'ARRETE DU 3 JUILLET 2012 RELATIF A LA PROTECTION DU POTENTIEL SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA NATION<sup>41</sup>.**

L'ANR encourage les partenaires du financement ANR à se rapprocher de leur établissement pour mettre en œuvre les mesures du dispositif de protection du potentiel scientifique et technique de la nation (PPST) selon les recommandations du Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN).

---

<sup>40</sup> Partenaires visés par le §2.2 du règlement financier de l'ANR, c'est-à-dire : concernant les Entreprises seules pourront être Bénéficiaires des Aides de l'ANR celles ayant leur siège social réel au sein d'un État de l'Union européenne et disposant d'un établissement ou d'une succursale en France et concernant les Organismes de recherche seuls pourront être Bénéficiaires des Aides de l'ANR ceux ayant leur établissement principal en France.

<sup>41</sup> Voir JORF n°0155 du 5 juillet 2012 page 11051

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

### 7. ANNEXE 1 : AXES THEMATIQUES

#### 7.1. AXE THEMATIQUE 1 : INGENIERIE DE L'INFORMATION

L'axe thématique « Ingénierie de l'information » s'intéresse aux sciences et techniques qui contribuent à la transformation progressive du signal à l'information pour l'acquisition de connaissances ; il s'agit de transmettre, traiter, analyser, fusionner et synthétiser les données issues de multiples capteurs pour construire des éléments de décision et de perception d'une situation. Ancré dans les disciplines des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC), son rôle apparaît souvent transverse aux autres thématiques.

##### Les enjeux opérationnels

Pour la défense et la sécurité, la maîtrise de la supériorité informationnelle, l'enjeu est d'exploiter ce large potentiel technique en garantissant les fonctions essentielles aux systèmes de défense tous milieux, compte tenu de leurs contraintes d'emploi et d'usage en milieu opérationnel (complexité accrue, capteurs spécifiques et hétérogènes, environnement partiellement connu, non coopératif, impératifs d'exécution en temps réel ou fortement contraint...).

Ce lot de contraintes induit la nécessité de garantir les performances techniques de bout en bout : des moyens d'acquisition et de transmission, des outils d'analyse et d'exploitation de l'information, jusqu'au contrôle et la supervision, l'aide à la décision.

Cela impacte ainsi un large spectre, de l'équipement des forces, les systèmes d'information tactiques, de surveillance et de protection, le renseignement, les services de sûreté (prévention, alerte de dysfonctionnements) jusqu'aux grands systèmes d'infrastructure de C4ISR (Computerized Command, Control, Communications, Intelligence, Surveillance, Reconnaissance).

##### Les traitements de données issues de capteurs

Sont concernés l'ensemble des techniques et modèles permettant d'alerter, détecter, reconnaître et identifier des « événements » ou « menaces » ainsi que ceux d'analyse visant à établir des « situations » de l'environnement perçu, supports de raisonnements étayant des décisions.

Avec le « renouveau » des techniques d'IA et d'apprentissage, il s'agit d'améliorer les concepts, principes et outils destinés à l'analyse de données non structurées (traces numériques, mesures physiques, textes, images multimodales, sons ou discours, contenus multimédia, etc...) pour en rechercher ou extraire l'information.

*Les sujets relatifs à ces traitements de données seront donc naturellement traités en lien avec l'axe thématique « Intelligence artificielle ».*

Ceci avec l'objectif d'assister, de façon la plus adéquate, l'utilisateur opérationnel (individuel ou collectif) dans sa prise de décision en situation de veille, de surveillance ou de crise.

Pour la Défense, les axes d'efforts prioritaires (cf. par ailleurs le document de référence DROID 2021) seront d'une part les systèmes hétérogènes communicants, le traitement et exploitation de l'information y compris de données d'origines variées et hétérogènes en environnement non maîtrisé, ainsi que la modélisation numérique et les systèmes complexes.

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

*Le cas spécifique de l'Observation, modélisation et simulation de l'environnement, domaines spécifiques (Spatial, Océanique, Atmosphère terrestre, continent) avec des données et enjeux propres, sera traité (cf. §7.8) en lien avec les axes « Fluides et structures (cf. §7.3) », « Ondes acoustiques et radioélectriques » et « Systèmes de systèmes-Environnement (cf. § 7.8)».*

### 7.1.1. SOUS-THEME : SYSTEMES HETEROGENES COMMUNICANTS (SHEC)

*Les aspects protection et sécurité sont traités dans l'axe Cyber.*

Ce sous-thème englobe les technologies visant à améliorer l'efficacité de systèmes communicants hétérogènes, que ce soit par l'optimisation de briques algorithmiques et logicielles, de processus sur l'ensemble de la chaîne (commande et contrôle, bout-en-bout) ou encore par l'adaptation de technologies existantes à des emplois, réseaux ou services différents.

- **Traitement du signal** pour les communications, radio logicielle, radio cognitive ;
- **Planification, optimisation, coordination** de réseaux de capteurs ou de plateformes mobiles ;
- **Réseaux et services distribués** (par exemple réseaux de capteurs) ;
- Techniques des **réseaux 5G appliquées aux services PMR<sup>42</sup> et militaires** ;
- Techniques de **virtualisation des réseaux appliquées aux réseaux militaires hétérogènes, de Bout en Bout** (réseaux fixes, SATcoms, radio mobiles, radio ad hoc).

### 7.1.2. SOUS-THEME : TRAITEMENT ET EXPLOITATION DE L'INFORMATION

Ce sous-thème englobe les technologies visant à faciliter la prise de décision par l'extraction d'information enrichie, à des niveaux d'abstraction croissants (signal, caractéristiques, interprétation) et à partir de volumes d'informations de plus en plus complexes et diversifiées. Il contribue à la fois aux enjeux des tâches de « surveillance et observation » des systèmes de détection, et à la représentation du milieu naturel et anthropique terrestre ainsi que de sa variation temporelle (production de services / produits géographiques ou d'environnement géophysique).

- **Capteurs intelligents** ou « *smart sensors* » : détection, reconnaissance, identification et poursuite d'éléments d'intérêt : objets, personnes, logos, anomalies... ; voire reconnaissance de manipulation (falsification, transport d'information cachée) de données (image, vidéo...);
- **Traitement avancé multi-sources** (signal/image dont des capteurs spécifiques Défense, mesures physiques) incluant les **problèmes inverses, techniques de fusion, reconstruction 3D** ;
- **Perception, reconstruction dense de l'environnement perçu** (3D « augmentée », cartographie « sémantique »), pour la sûreté de navigation, la caractérisation

---

<sup>42</sup> Private mobile radio.

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- d'environnements (tous milieux, terre, air, mer), MNS, MNT, etc. ;
- **Analyse de données multi-capteurs selon différentes modalités** (panchromatique, IR/EO<sup>43</sup>, Lidar, multi / hyperspectral, SAR, sonar...) pour la détection d'objets et compréhension de scènes ; fusion de senseurs (gravimétrie, géomagnétisme, etc.) pour la bathymétrie... ;
  - **Traitement et analyse [de flux] numériques ou d'images : détection et classification automatique d'activités ou de leur évolution et d'anomalies**, sur des séries temporelles et sur de larges couvertures spatiales (analyse temporelle),
    - en surveillance ou alerte, dans des processus de détection/reconnaissance/ identification ou de suivi/pistage, voire d'anticipation/prédiction... ;
    - à des fins de caractérisation (axes et réseaux routiers et hydrographiques, quartiers urbains, occupation des sols naturels, densité de végétation etc.) ;
  - **Traitement de l'information pour l'aide à la décision :**
    - **Recherche et indexation multimodales par le contenu :** segmentation, labellisation, génération de légendes, alignement texte-vidéo... ;
    - **Présentation adaptée de l'information :** réalité augmentée<sup>44</sup>, fusion symbolique...

### 7.1.3. SOUS-THEME : MODELISATION NUMERIQUE ET SYSTEMES COMPLEXES

Ce sous-thème englobe les technologies facilitant l'appréhension et la maîtrise de systèmes complexes, ce qui intègre la modélisation numérique. L'un des objectifs est de réduire la nécessité d'essais réels (dans le domaine physique) lourds, contraignants et partiellement représentatifs.

- Systèmes **complexes à logiciel prépondérant**, systèmes **embarqués**, systèmes **distribués** ;
- Architectures de **calcul haute performance** ;
- **Sûreté de fonctionnement, vérification et validation** des logiciels ;
- **Jumeaux numériques** : modélisation dynamique, pour des applications dans les domaines de la santé, de la logistique... permettant de décorréler du système réel l'analyse et la recherche d'optimisation (minimisation de l'intrusion) tout en conservant une grande réactivité ;
- **Simulations hybrides** : scènes mixtes intégrant des modélisations d'une part (environnements ou objets / cibles), des données réelles (mesures physiques) d'autre part et permettant l'estimation de performances globales « terrain » (capteur + environnement) de systèmes.

---

<sup>43</sup> Infrarouge/électro-optique

<sup>44</sup> Voire virtuelle

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

### 7.1.4. SOUS-THEME TRANSVERSE : MODELISATION & SIMULATION DE L'ENVIRONNEMENT

Les systèmes doivent être robustes à des phénomènes spécifiques à leurs milieux d'évolution ; la compréhension fine de ces derniers et le développement de modélisations adéquates doivent être pris en compte pour l'analyse prédictive des situations et la définition d'outils d'aide à la décision. Les milieux considérés sont les suivants : Spatial, Océanique, Atmosphère terrestre et Continent décrit dans le partie B du §7.8.

## 7.2. AXE THEMATIQUE 2 : CYBERDEFENSE

### Les enjeux opérationnels

L'axe « Cyberdéfense » couvre un large spectre d'expertises aussi variées que la spécification d'algorithmes cryptographiques, la conception de composants électroniques et de produits de protection et défense, le développement logiciel sécurisé, l'architecture de sécurité des systèmes, la détection d'attaques, l'évaluation matérielle et logicielle, etc. L'objectif est de maintenir une dynamique d'innovation permettant :

- d'anticiper l'évolution de la menace, qui est en constante évolution,
- de répondre aux enjeux opérationnels associés à la SSI des programmes actuels et futurs, dans un contexte d'évolution rapide des technologies.

La problématique de cyberdéfense résulte de la confrontation entre défenseur et attaquant dont les enjeux sont la maîtrise des services numériques et la disponibilité opérationnelle. Cette dualité se retrouve dans les axes d'expertises à adresser, entre connaissance des menaces et ingénierie de la sécurité d'une part et évaluation dans la posture d'un attaquant d'autre part.

**Les sous-thèmes de cet axe sont les suivants, avec les sujets prioritaires à considérer :**

### 7.2.1. SOUS-THEME : CRYPTOGRAPHIE

- Prise en compte de la menace de l'algorithmique quantique
- Preuves de sécurité automatiques et semi-automatiques des protocoles cryptographiques
- Nouveaux services cryptographiques tels que chiffrement à base d'attributs, signature de groupe, diffusion (broadcast)
- Formalisation de la vérification de la bonne gestion et utilisation des algorithmes, paramètres et clés cryptographiques dans un produit ou système
- Résistance aux attaques par injection de fautes
- Modélisation de sources connues d'aléa, évaluation de la qualité d'un aléa.

### 7.2.2 SOUS-THEME : SECURITE MATERIELLE ET LOGICIELLE DES COMPOSANTS, PRODUITS ET SYSTEMES

- Spécification, formalisation et vérification de conception sécurisée d'architectures matérielles et logicielles

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Contrôle et réduction de la surface d'attaque de produits sur étagère (COTS) matériels et logiciels
- Processeurs sécurisés et chiffrement mémoire à la volée
- Techniques de compilation permettant la mitigation de vulnérabilité (ajout de mécanismes d'intégrité du flot de contrôle par exemple)
- Cloisonnements (entre processus, mémoire)
- Mécanismes de sécurisation des OS ou des mécanismes de virtualisation
- Résilience, tolérance aux fautes et sécurité en dysfonctionnement (fail-secure)
- Convergence sûreté de fonctionnement (SdF) et sécurité : technologique (langage, développement, compilation safe & secure), méthodologique (par exemple, unification des méthodologies d'arbres d'attaques et d'arbres de défaillances), prise en compte des contraintes de SdF dans les mécanismes de sécurité
- Interactions Matériel/Logiciel : exploitation logicielle de mécanismes matériels pour la sécurisation globale du produit ou système, impact de la microarchitecture sur la sécurité logicielle et prise en compte dans les modèles
- Produits de sécurité adaptés à la virtualisation et aux environnements cloud
- Sécurité des systèmes de contrôle industriel et sécurité des objets connectés
- Contrôles de conformité des composants par rapport à leur description (GDS2)
- Techniques d'évaluation de la robustesse des composants face à des attaques par canaux auxiliaires ou injection de fautes
- Génération de tests basés sur des modèles qui permettent de s'assurer de l'adéquation des programmes avec leurs spécifications
- Techniques d'analyse de code statiques ou dynamiques, de recherche de vulnérabilités
- Analyse massive automatisée de code source à base d'IA.

### 7.2.3 SOUS-THEME : SECURITE DES RESEAUX

- Cadre (framework) formel pour la vérification des protocoles de routage, voir plus généralement de réseaux
- Supervision adaptative de la sécurité des SDN (software defined network), sécurité du plan de contrôle.

### 7.2.4 SOUS-THEME : CONNAISSANCE DE LA MENACE

- Analyse automatisée de similarité de binaires
- L'étude des similarités des techniques d'attaques et mode opératoire
- Analyse de malwares
  - Traitements de données massives pour l'analyse des modes opératoires d'attaque et plus globalement le renseignement d'intérêt cyber

### 7.2.5 SOUS-THEME : LUTTE INFORMATIQUE DEFENSIVE

- Détection des attaques avancées
- Supervision adaptative à la virtualisation des systèmes

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Techniques de visualisation pour la supervision et pour l'analyse des données et événements de sécurité
- **Evaluation des solutions de détection.**

### 7.3. AXE THEMATIQUE 3 : FLUIDES, STRUCTURES

L'axe « Fluides, Structures » recouvre les sciences et technologies nécessaires à la conception et à l'amélioration des fonctionnalités et performances physiques des véhicules, engins, systèmes et sous-systèmes de défense notamment dans leur interaction avec les milieux fluides ou solides internes ou environnants. Les terrains opérationnels dans lesquels ils évoluent vont du maritime au terrestre, en passant par l'aérien et le spatial ; la nature des plateformes militaires à concevoir, spécifier, qualifier et entretenir est également très diversifiée, du sous-marin au missile en passant par le véhicule blindé, l'aéronef de combat, le porte-avion ou le mini-drone aérien. Tout ceci entraîne une variété des échelles et des milieux qui implique une grande diversité dans les phénomènes physiques et les problématiques à considérer.

#### Les enjeux opérationnels

Toutefois, les principaux besoins pour la défense s'inscrivent principalement dans les enjeux et perspectives opérationnelles suivants :

- accroître la vitesse, l'efficacité énergétique, le rayon d'action et l'autonomie,
- augmenter l'agilité, la manœuvrabilité, le contrôle et la maîtrise des trajectoires,
- réduire les traces de passage dans l'environnement, favoriser un déplacement en toute furtivité, limiter les bruits et rayonnements acoustiques,
- concevoir des structures de plateforme et d'engins résilientes aux agressions militaires, développer des méthodologies de suivi en service aptes à optimiser le maintien en condition opérationnelle et à en réduire les coûts,
- traiter les dysfonctionnements induits par les écoulements ou les sollicitations physiques sur les systèmes embarqués, concevoir des moyens de protection et de lutte contre les effets des agressions mécaniques.

Les outils et méthodes d'ingénierie de définition et d'analyse des plateformes et systèmes militaires progressent en s'appuyant sur les innovations de la recherche en physique et mécanique des fluides et des structures ; celles-ci peuvent prendre la forme de travaux de modélisation théorique, la mise au point de nouvelles techniques expérimentales ou de simulations numériques (schémas de résolution, codes de calcul, calcul haute performance).

Les 3 sous-thèmes de cet axe thématique sont les suivants.

#### 7.3.1. SOUS-THEME : ECOULEMENTS FLUIDES

- Performances aérodynamiques et hydrodynamiques : écoulements à forte dynamique, écoulements à surface libre, écoulements multi-fluides ou multiphasiques,

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Contrôle des écoulements (passif/actif) : approches théoriques du contrôle, technologies d'actionneurs,
- Bruit et écoulements (couplage écoulement/acoustique), sillages d'écoulements (vagues, bulles, tourbillons).

### 7.3.2. SOUS-THEME : CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES

- Durabilité des structures en service : chargements, monitoring, approches mécano-fiabilistes,
- Tenue des structures aux fortes sollicitations : chargements impulsionsnels, effets dynamiques, couplage fluide-structure, rupture dynamique, protection,
- Vibration et bruits : calculs vibratoires, technologies d'amortissement, vibro-acoustique, contrôle des bruits.

### 7.3.3. SOUS-THEME : PROPULSION ET ECOULEMENTS ENERGETIQUES

- Propulsion fluide et solide : écoulements instationnaires réactifs pour chambres de combustion et tuyères missiles, combustion des carburants alternatifs, combustion des propergols, contrôle des écoulements réactifs, nouveaux concepts propulsifs,
- Furtivité et discrétion : bruits de combustion, signature thermique, échappements,
- Ecoulements énergétiques : explosions et effets de souffle, propagation des incendies, systèmes de lutte anti-feu et de protection.

En particulier, les priorités de cet axe thématique sont les suivantes.

#### **Maîtrise des écoulements complexes**

- Performances aérodynamiques et méthodes d'optimisation de conception de nouvelles architectures,
- Simulation numérique des écoulements multiphasiques, multi-fluides, multi-physiques, instationnaires avec interaction fluides-structures
- Contrôle des écoulements : approches théoriques et de simulation du contrôle, développement de technologies d'actionneurs.
- Atmosphère terrestre : cette priorité est traitée par le domaine scientifique Systèmes de systèmes-Environnement (cf. §7.8).

#### **Tenue des structures aux sollicitations sévères**

- Modélisation des chargements en conditions sévères (explosions, souffles, impacts solides),
- Ruine des structures (comportement dynamique, endommagement, rupture, résistance résiduelle),
- Systèmes de protection des structures (concepts, simulation).

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

### Efficacité énergétique et réductions des émissions

- Développement de nouveaux concepts propulsifs,
- Optimisation des transferts d'énergie sur les plateformes,
- Caractérisation des sources d'émissions (bruit, thermique, ...) et développement de méthodes de contrôle ou de réduction

### 7.4. AXE THEMATIQUE 4 : ONDES ACOUSTIQUES ET RADIOELECTRIQUES

L'axe « Ondes Acoustiques et Radioélectriques » couvre un large spectre compris entre le Hertz et le bas TéraHertz. Il s'intéresse aux théories et technologies appliquées à la détection et à l'imagerie, à la guerre électronique et à la furtivité, aux télécommunications, au guidage et à la navigation, aux agressions électromagnétiques intentionnelles ou non, à la compatibilité électromagnétique et à la maîtrise des effets bio-électromagnétiques. Les enjeux pour la défense sont de préparer les solutions qui assureront le maintien de ces fonctions ou capacités techniques au meilleur niveau de l'état de l'art, quels que soient le milieu (marin, sous-marin, terrestre, urbain, aérien, spatial) et les contraintes opérationnelles (diversité des théâtres, prolifération des menaces conventionnelles et asymétriques, mobilité, structures composites, partage du spectre des fréquences, besoins accrus en transmissions haut débit, réglementations DREP, DRAM...), dans un contexte de numérisation de l'espace de bataille et de connectivité entre les différentes composantes d'un théâtre d'opérations.

Les sept sous-thèmes de cet axe thématique et leurs orientations sont les suivants.

#### 7.4.1. SOUS-THEME : GENERATION ET MESURE DES RAYONNEMENTS

Ce sous-thème est commun aux fonctions détection, télécommunication, guerre électronique, guidage et navigation.

- Sources d'énergie et systèmes multi-sources compacts, agiles en fréquence, à amplificateurs de puissance à état solide (GaN, SiGe) ;
- Sources sonar actives déportées large bande (ex : source acoustique laser) ;
- Technologie de capteurs optiques et technologie de capteurs vectoriels pour antennes acoustiques (pour toute la bande de fréquence) ;
- Agilité électronique au sens large (fréquence, forme d'onde, polarisation, rayonnement) pour antennes multi-fonctions ;
- Lever les limitations structurelles des antennes réseaux actives (lobes de réseaux, directivité, pureté polarimétrique, rendement, couplages, largeur de bande) ;
- Utilisation des bandes millimétriques Ka, V et W, pour répondre aux besoins accrus des transmissions militaires à haut débit et des systèmes imageurs ;
- Antennes textiles pour la communication du combattant ;
- Radômes : formes, performances radioélectriques (pertes, aberration, perturbation de la qualité du rayonnement, ...), résistance à la température et aux chocs ;
- Apports des matériaux magnéto-diélectriques ;

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Apports des technologies à base de graphène, de MXenes, de supraconducteurs ;
- Apports de la fabrication additive et de l'impression jet d'encre ;
- Maîtrise des systèmes antennaires en environnement aérothermique ;
- *Diagnostic et auto-calibrage des antennes in-situ*, mesures non invasives des antennes : capteurs électro-optiques, mesures en SER, mesures en champ proche.

### 7.4.2. SOUS-THEME : PROPAGATION

Ce sous-thème adresse les problématiques de modélisation, de mesure, d'analyse et de compensation des effets du canal de propagation :

- Urbain, indoor (multi-trajets dus aux phénomènes de réflexions et diffractions multiples, masquages par les murs, ...) ;
- Terrestre (pénétration à travers les couverts, rétrodiffusion des sols, diffusion multiple, effets des éoliennes sur les systèmes radar et de télécommunications...);
- Aérien et spatial (effets de l'atmosphère, réfraction, propagation ionosphérique, scintillations troposphérique et ionosphérique ...);
- Marin et sous-marin (réflexion diffusion sur la surface et sur les fonds, propagation en onde de surface, conduits de propagation, fluctuations de la colonne d'eau, sondage bathymétrique, Ultra Basses Fréquences...).

### 7.4.3. SOUS-THEME : DETECTION, IMAGERIE ET COMMUNICATIONS

- Systèmes multifonctions à architecture numérique programmable pour une plus grande flexibilité et pour une optimisation dynamique et adaptative de l'allocation des ressources (ordonnancement et/ou entrelacement des modes, supervision en réseau) ;
- Capteurs et réseaux modulaires de capteurs (systèmes MIMO, multistatiques), connectés à une intelligence artificielle (IA) permettant d'adapter la topologie des capteurs, la gestion des faisceaux, le choix des modes ou formes d'onde, et les traitements en fonction de l'environnement pour assurer dynamiquement les fonctions de détection localisation identification, sonar ou radar, de communication ;
- Formes d'ondes multifonctions (communication, radar, localisation, guerre électronique);
- Architectures radiofréquences et numériques à hautes performances (ex : large bande, efficacité énergétique, SDR, multi formes d'onde...);
- Surveillance des activités électroniques spatiales ;
- Communications spatiales sécurisées haut débit en mobilité ;
- Communications et liaisons de données inter-véhicules et entre véhicules et infrastructures;
- Couverture multi-bande ou large bande pour radio logicielle et radio cognitive qui intégreront plusieurs standards de communication, plusieurs fonctionnalités ;
- Émetteurs-récepteurs flexibles (ex : radio intelligente) et accès multiples (CDMA, SDMA, NOMA...);
- Techniques de couche physique avancées (ex : « Faster-Than-Nyquist », Full duplex, techniques multi-antennes, multi-porteuses...);

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Formes d'ondes robustes et/ou sécurisées (ex : estimation/détection aveugle, codage canal, sécurité de la couche physique, auto brouillage, génération de clés secrètes...);
- Utilisation de la bande HF (3-30 MHz) pour la communication longue portée et la surveillance transhorizon (radars à onde de sol et à onde de ciel) ;
- Radars légers aéroportés / navals / terrestres pour la surveillance et la tenue de situation,
- Surveillance passive : exploitation de signaux d'opportunité, détection des radars à faible puissance crête, localisation et discrimination de sources acoustiques aériennes et sous-marines (en particulier dans la bande UBF), méthodes inverses pour mesurer les fonds marins, détection d'anomalies dans le bruit ambiant ;
- Détection et identification de cibles lentes, hyper-véloces, petites ou à faibles signatures, en milieux perturbés ou hétérogènes (ex : traitements optimaux et haute résolution sur signaux à très larges spectres, méthodes parcimonieuses / bayésiennes, analyses temps-fréquence, imageries SAR et ISAR...);
- Détection d'objets ou structures enfouis ou partiellement enfouis dans le sol (IED, fils de commande, électroniques, caches, cavités...);
- Techniques de reconnaissance automatique de cibles (ATR), basées sur l'intelligence artificielle, pour la détection des drones, des IED, des mines sous-marines ;
- Détection et localisation de brouilleurs/leurres GNSS.

### 7.4.4. SOUS-THEME : GUERRE ELECTRONIQUE ET FURTIVITE

- Méta-matériaux à paramètres constitutifs effectifs extrêmes « permittivité / perméabilité » ou « densité / compressibilité », avec gradient ou modulation d'impédance, pour la réalisation de filtres sélectifs / structures absorbantes / cloaking / réflexion ou réfraction « généralisée » - problématiques de modélisation, homogénéisation et réalisation ;
- Revêtements absorbants ultra fins large bande et multi-incidence « radioélectriques / acoustiques » basés sur des associations « méta-matériaux / composites / composants localisés » ;
- Matériaux structuraux fonctionnalisés : Intégration de capteurs dans les parois structurantes des plateformes ;
- Caractérisation électromagnétique des matériaux in situ et en température ;
- Identification et contrôle des sources de bruits acoustiques impulsions pour contrer les sonars basés sur la détection de bruits transitoires ;
- Contre-mesures adaptatives contre les menaces radar de nouvelle génération, numériques, agiles, adaptatives ;
- Guerre électronique coopérative (mini-drones avec charge utile pour activer ou annihiler les défenses ennemies...);
- Amélioration des moyens de mesure de SER et de rayonnement d'antennes (chambres anéchoïques) en basses fréquences (V/UHF) ;
- Perturbation des systèmes de radio communication (brouillage, leurrage) et techniques de durcissement ;

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Evaluer les potentialités du quantique en guerre électronique et écoute du spectre électromagnétique.

### 7.4.5. SOUS-THEME : AGRESSIONS ELECTROMAGNETIQUES / VULNERABILITE

- Générateurs électromagnétiques compacts agiles en fréquence et en directivité ;
- Formes d'onde optimales pour perturber les systèmes électroniques (IED, drones...);
- Maîtrise de la chaîne de vulnérabilité des systèmes ;
- Techniques de protections (blindage de l'électronique, limiteurs et circuits de protection),
- Application de micro-décharges de plasmas au durcissement électromagnétique ;
- Perturbation des systèmes GNSS (brouillage, leurrage) et techniques de durcissement.

### 7.4.6. SOUS-THEME : COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE

- Amélioration de la métrologie : Exploitation du retournement temporel et des techniques d'inter-corrélation du bruit en chambre réverbérante, techniques de contrôle des ondes en environnement complexe, imagerie CEM ;
- Approches probabilistes des évaluations de susceptibilité EM ;
- Coexistence électromagnétique : Outils de gestion du spectre EM (cartographie temps réel d'occupation du spectre EM), partage du spectre et/ou des aériens entre systèmes radar de guerre électronique et de communications ;
- Définition de procédures et stratégies efficaces adressant l'interopérabilité des fonctions et les formes d'onde.

### 7.4.7. SOUS-THEME : BIO-ELECTROMAGNETISME

- Maîtriser les effets thermiques et athermiques des ondes EM sur le corps humain : Etudes de DAS (débit d'absorption spécifique), analyse des couplages « ondes - structures biologiques » et des interactions au niveau cellulaire.

Les priorités affichées pour cet axe thématique sont :

- **Systèmes haute performance de communication / détection / Guerre électronique :** Architectures numériques – Réseaux à grande échelle de capteurs – formes d'ondes et traitements adaptatifs à l'environnement basés sur des techniques d'intelligence artificielle – Communications spatiales en mobilité – Systèmes émission/réception large bande reconfigurables multi-services « COM-RADAR-GE-NAVWAR » – Guerre électronique cognitive – Réseaux de capteurs pour détection et communication longue portée en acoustique sous-marine...
- **Maîtrise des rayonnements :** Matériaux composites et méta-matériaux pour optimiser le rayonnement des antennes et la furtivité des plateformes.
- **Gestion du spectre EM :** Cartographie temps réel du spectre EM – Outils de partage du spectre entre systèmes (Radar, Guerre Electronique, Communications, ...).

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

### 7.5. AXE THEMATIQUE 5 : NANOTECHNOLOGIES, CAPTEURS ET COMPOSANTS

L'axe thématique « Nanotechnologies, Capteurs et Composants » est fortement transverse. Il couvre d'une part l'exploitation des phénomènes physiques ou chimiques nouveaux, n'apparaissant qu'aux dimensions nanométriques (pour des applications clairement identifiées), et d'autre part le développement de nouveaux capteurs, composants, dispositifs ou matériaux qui, même s'ils ne sont pas de dimensions nanométriques, sont obtenus par des techniques de fabrication voisines de celles de la microélectronique. Des réductions d'encombrement, de poids, de consommation énergétique et de coûts, ainsi qu'une amélioration des performances sont recherchées.

Il est essentiellement connecté aux axes ondes acoustiques et radioélectriques ; matériaux ; photonique ; hommes et systèmes ; biologie, santé et NRBC. En conséquence, les projets concernant potentiellement plusieurs domaines, seront rattachés durant leur déroulement à l'axe le plus proche au niveau des compétences requises.

**A noter :** dans le cadre des applications Défense, des fonctionnements en environnements sévères et donc dans des gammes de températures et vibrations étendues, doivent être pris en considération dès la conception.

#### Les enjeux opérationnels

Les perspectives opérationnelles du domaine concernent essentiellement :

- **l'aide et la protection du combattant** : efficacité opérationnelle (tenue, matériel...), amélioration de la perception et de l'observation de l'environnement, menaces BC-E (Biologique, Chimique et Explosifs) ou toutes autres menaces (tirs...) ...
- **le guidage/navigation, la localisation indoor** : développement de nouveaux concepts, amélioration des performances (précision, continuité, robustesse mécanique...);
- **la détection des menaces et la protection contre les menaces** : développement de composants permettant d'améliorer, de simplifier et de miniaturiser les architectures des chaînes radar et des systèmes de guerre électronique ; les détecteurs pour les systèmes optroniques ...
- **les communications** : accroissement du débit, de la portée, de l'agilité et de la furtivité.

Cet axe thématique se décompose selon les six sous-thèmes ci-après.

#### 7.5.1. SOUS-THEME : MICRO/NANOELECTRONIQUE

- Composants innovants pour chaînes hyperfréquences et communication : composants performants (portée, pouvoir discriminant, ...), miniaturisés, de flexibilité accrue, allant jusqu'aux fréquences (sub) millimétriques, composants opto-hyperfréquences, composants de protection des systèmes :
  - Codeur analogique numérique ainsi qu'E/B haute fréquence
  - OL agile et/ou haute pureté spectrale

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Micro horloge atomique (pour temps /fréquence et référence de temps)
- Amplificateur de puissance intégré à haut rendement
- Composants intégrés multi-fonctions
- ...
- Technologie ultra grand gap (hors GaN);
- Electronique 3D : intégration hétérogène à haute densité de connexions, réalisation de composants avancés et miniaturisés ;
- Composants neuromorphiques bioinspirés : intelligence artificielle, big datas...
- Electronique flexible et/ou étirable ; convergence des électroniques Silicium et imprimée, électronique structurelle, plastronique ;
- Dispositifs de stockage ou conversion d'énergie réalisables avec les technologies de micro et nanoélectronique ;
- Capteurs fonctionnant à haute température (> 250°C) et interrogeables à distance ;
- Composants et circuits réalisés par fabrication additive (filtres, antennes, PCB, connectique, encapsulation...);
- Packaging innovant : SiP, miniaturisation, composants enterrés, compatibilité haute température ... obtenu potentiellement via la fabrication additive (voir sous-thème « nanomatériaux »).

### 7.5.2. SOUS-THEME : MICRO ET NANO-SYSTEMES (MEMS/NEMS)

- Capteurs inertiels, visant la classe « navigation », basés sur de nouveaux concepts, nouveaux matériaux, avec des réductions de tailles, de coûts, de consommation et une amélioration des performances ;
- Micro horloge atomique (pour temps /fréquence et référence de temps) ;
- MEMS/MOEMS pour applications Lidar visant des réductions d'encombrement, de coût et une amélioration de la fiabilité système ;
- Microsystèmes pour la gestion thermique des composants.
- Surfaces interactives haptiques... pour intégration dans des systèmes de Défense

### 7.5.3. SOUS-THEME : NANOPHOTONIQUE

- Nanophotonique intégrée sur silicium, composants opto-hyperfréquences (oscillateurs, échantillonnage des signaux ...), détection de gaz ;
- Détection des menaces et observation de l'environnement :  
Les applications visées sont larges : vision nocturne, systèmes de veille et d'autoprotection, spatial, robotique, véhicules autonomes...
  - **Détecteurs bande visible** : tubes à intensification de lumière, EMCMOS, CMOS bas bruit, détecteurs rapides, détecteurs événementiels asynchrones, détecteurs innovants

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

intégrant de l'intelligence au plus proche du pixel (intégration 3D...), extension de la bande spectrale.

- **Détecteurs bandes SWIR et SWIR étendu** : augmentation des performances, miniaturisation, réduction des coûts ... Filière InGaAs et nouvelles approches comme les détecteurs événementiels asynchrones, les détecteurs à Quantum Dots....
- **Détecteurs IR bandes 2 et 3 : refroidis** (filières II-VI et III-V, augmentation de la température de fonctionnement...), et **non refroidis** (diminution du pas pixel, amélioration de la rapidité de détection...)
- **Filtres** pour applications multi/hyper-spectrales, polarimétriques ...
- Ecrans OLED ou LEDs de fortes résolution et luminance (microdisplays) ;
- Métasurfaces pour sources, détecteurs, lentilles ...
- Les technologies d'empilage « 3D » (stacking), les technologies d'intégration monolithique (Ex : Coolcube), permettant la réduction de la taille des détecteurs, l'intégration de fonctions avancées... L'objectif final est de pouvoir miniaturiser au maximum les futurs systèmes optroniques.

### 7.5.4. SOUS-THEME : NANOMATERIAUX

- Amélioration des tenues du combattant et des forces de sécurité : textiles fonctionnalisés et intelligents ; tenues protectrices, filtrantes, autodécontaminantes , propriétés hydrophobes et oléophobes ; réduction des signatures : camouflage passif ou actif. Certaines thématiques peuvent être aussi étendues au matériel.
- Nouveaux matériaux pour la réalisation de composants : épitaxie, tirage de lingots ; métamatériaux ; matériaux à gradient d'indice ou de permittivité ; substrats hybrides (Ex: piézoélectrique/Si)...
- Synthèse et mise en forme de nanomatériaux permettant :
  - de réduire la taille des antennes et/ou d'obtenir des propriétés d'agilité ;
  - d'améliorer le blindage aux radiations des composants, de limiter les effets de décharge sous vide et/ou de pression partielle pour des applications spatiales ;
- Nano-structuration de surface : réalisation d'antireflets performants large bande ou de filtres ; propriétés de (super)hydrophobie, oléophobie, glaciophobie, antissalissure, antibuée ; furtivité contrôlée (EM ou optique) ; propriétés multi-physiques. Ces traitements doivent être robustes et de coûts limités.
- Dissipation thermique au niveau composant et packaging, mettant en jeu des matériaux et/ou procédés innovants pour accompagner l'intégration poussée des systèmes.
- Fabrication additive (impression 3D) :
  - Technologies et matériaux spécifiques correspondants, pour la réalisation de composants et/ou de modules électroniques (filtres, packaging...) ;
  - Architectures novatrices permettant une intégration poussée (antennes, filtres, report de composants, composants enterrés ...), fonctionnant dans une large gamme de fréquences (radio et hyperfréquences) et de températures, visant des coûts de réalisation réduits ;

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Développement des technologies hybrides 3D (métal/céramique ou métal/polymère) de résolution améliorée visant à accroître la densité de connexions, et des matériaux spécifiques correspondants ;
- Technologies visant des applications de dissipation thermique ;

### 7.5.5. SOUS-THEME : NANOBIOLOGIES

- Détecteurs de menaces « biologiques, chimiques, explosifs » multicibles et rapides, présentant à la fois une grande sélectivité et sensibilité ainsi qu'un taux de fausses alarmes réduit. Les solutions peuvent différer selon la portée de détection (courte, moyenne et longue distance) ;
- Détection de surfaces contaminées par des toxiques persistants ;

### 7.5.6. SOUS-THEME : INTEGRATION DE NANODISPOSITIFS

Il s'agit d'intégrer sur une même plateforme, différentes fonctions issues des sous thématiques précédentes et aboutissant à un dispositif aux fonctionnalités accrues et d'encombrement réduit.

- Capteurs autonomes et/ou communicants : détection de menaces, transmission d'une information, aide à la maintenance préventive des équipements, tenues intelligentes...
- Centrale inertielle ultra-miniaturisée (IMU) ;
- Micro/nano-antennes ou réseaux d'antennes miniaturisées, reconfigurables en fréquences, en directivité, pouvant inclure l'électronique de pilotage...

**Les priorités affichées pour cet axe sont les suivantes :**

- **Nouvelles technologies pour l'équipement du combattant et des forces de sécurité :**
  - Tissus fonctionnalisés et intelligents : intégration de capteurs, d'antennes, communication des données ; camouflage passif ou actif ; protection contre l'environnement ...
  - Aide à l'efficacité opérationnelle en lien avec l'axe « Hommes et systèmes »
  - Dispositifs de détection et d'identification des menaces BC-E
- **Détecteurs et écrans innovants répondant aux besoins d'intelligence et de miniaturisation des systèmes optroniques.**
- **Composants innovants pour l'amélioration et la miniaturisation des chaînes hyperfréquences et de communication.**
- **Packaging innovant et thermique associée :** SiP (System-In-Package)...
- **Nano-structuration de surface** permettant l'obtention de propriétés spécifiques et multi-physiques pour le traitement des optiques, des tissus...
- **Fabrication additive pour la réalisation de composants, d'antennes, de modules électroniques 3D performants** - Intégration poussée (composants enterrés, « stackés » ...) - Gestion de la thermique ...

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

### 7.6. AXE THEMATIQUE 6 : PHOTONIQUE

La thématique Photonique couvre les sciences et les technologies relatives à la génération, la transmission, le traitement, la conversion et la détection des rayonnements électromagnétiques depuis les ondes THz jusqu'aux rayons X appliquées aux télécommunications, à la détection, à l'imagerie, à l'amélioration de la connaissance de l'environnement, au guidage et à la navigation, à la guerre électronique et à la furtivité.

Les principaux enjeux pour la Défense **concernent** : **la capacité de détecter, reconnaître et identifier de plus en plus loin des menaces de plus en plus petites et à signature réduite ou camouflées dans un environnement complexe tous milieux (terre-air-mer-espace) de jour comme de nuit, à travers des milieux diffusants (brouillard, fumée, ...), turbulents ou habituellement opaques, de neutraliser par laser les nouvelles menaces ou leurs fonctions observation, de détecter des matières dangereuses (explosifs, agents biologiques ou chimiques), d'assurer une navigation et la distribution du temps haute performance en l'absence des signaux des systèmes de positionnement par satellites, de maîtriser la signatures des plateformes (discrétion).**

Par ailleurs, face à l'accroissement du nombre de senseurs intégrés dans les systèmes, le besoin d'exploitation en temps réel des données issues de ces senseurs pousse à l'intégration croissante des traitements au niveau des senseurs pour extraire la seule information utile et enrichie. Les traitements peuvent également permettre d'augmenter de façon significative les performances des systèmes optroniques par l'amélioration de la qualité image à un coût maîtrisé.

**Suivant les capacités recherchées, il s'agira ainsi de développer les technologies, techniques et traitements associés permettant d'envisager une amélioration des performances et/ou des réductions d'encombrement, de poids, de consommation énergétique, voire de coût.**

Son périmètre est défini par les 4 sous-thèmes suivants :

#### 7.6.1. SOUS-THEME : SYSTEMES D'IMAGERIE

Ce sous thème couvre les techniques, technologies d'imagerie et traitements associés pour la détection et l'identification d'objets d'intérêt en environnement complexe (air-terre-mer-espace). Il regroupe :

- L'imagerie multi/hyperspectrale
- L'imagerie polarimétrique
- L'imagerie haute résolution angulaire

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- L'imagerie passive ou active 3D
- Les nouveaux concepts d'imagerie : techniques et technologie pour réaliser l'imagerie avec très peu de photons , Imagerie « fantôme » (à base de photons intriqués)...
- L'imagerie pénétrante
- Traitements ( dont IA) embarqués pour la détection , reconnaissance , poursuite d'objets d'intérêt ou amélioration de la qualité image
- Apport des capteurs de vision neuromorphiques pour la navigation ou la detection de menaces
- Protection de l'observation face à une agression laser continue ou impulsionnelle ( limiteurs auto-activés ) et réduction de la surface équivalente laser

### 7.6.2. SOUS-THEME : SOURCES ET SYSTEMES LASERS

Ce domaine couvre l'ensemble des matériaux, composants et technologies laser (semi-conducteurs, VECSEL, QCL, solide, fibré, OPO, OPA) de la bande UV à l'IR lointain pour des applications de télédétection, d'imagerie laser, de contre-mesure optroniques (Bande II et III), d'armes laser et télécommunications. Ce domaine adresse en particulier :

- Les céramiques laser
- Les cristaux non linéaires
- Fibres optiques actives ou passives
- Mise en forme de faisceau spatial et temporel
- Modélisation et correction de faisceaux optiques à travers l'atmosphère, en milieux turbulent ou diffusant
- Techniques de recombinaison de faisceaux
- Architectures innovantes compactes
- Communications laser en espace libre haut débit (propagation, communication, couche physique).
- Techniques de spectroscopie
- Techniques de balayage rapide

### 7.6.3. SOUS-THEME : COMPOSANTS OPTIQUES ET OPTO-MECANIQUE

Ce sous-thème couvre les:

- Matériaux optiques (Chalcogénure pour verre et fibre, céramique,.. )
- Nouveaux composants : nouvelles propriétés (focalisation sub-longueur d'onde, super lentilles)
- Optiques moulables,

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Optiques non conventionnelles ( ex free forms) englobant les techniques d'optimisation (simulation, métrologie des surfaces) et de fabrication,
- Optique à gradient d'indice
- Optique adaptative (ASO à grande dynamique-reconfigurable, miroirs actifs)
- Méta matériau et surfaces fonctionnelles pour la furtivité ou la détection biochimique ;
- Matériau nanostructuré : phénomène d'exaltation, filtres spectraux, anti-reflets à grande incidence, traitements multi-bandes (Radar-OP)
- Couches minces : tenue au flux, filtrage spectral de haute performance
- Composants/ techniques pour stabilisation fine axe de visée
- Plasmonique : sources, détecteurs, nano-antennes.

### 7.6.4. SOUS-THEME : OPTIQUE ET INFORMATION QUANTIQUE

Ce sous-thème adressent le domaine des technologies quantiques et concernent :

- Les capteurs quantiques pour la navigation inertielle sans GNSS ou pour l'écoute en guerre électronique (analyseur de spectre):
  - à base d'atomes froids: capteurs intégrés ; multi-axes multifonctions-gravimètres / gradiomètres / gyromètres / accéléromètres / horloges
  - à base de centres NV dans le diamant (ou SiC)
  - à base d'intrication photonique : nouveaux matériaux ;
- Le calcul et simulation quantique  
*Si susceptible de s'insérer dans des cas usage d'intérêt Défense (typiquement problèmes d'optimisation liés à la mise en œuvre des systèmes d'information et de communication, problèmes calculatoires liés à l'exploitation du renseignement d'intérêt militaire, à l'apprentissage en IA, ou à la simulation...).*
- Les communications quantiques
  - Sources de lumière quantique : photons uniques / intrication - focus sur intégration ; Sources quantiques bas bruit, sources lasers bas bruit, dynamique quantique des peignes de fréquence optiques, intrication multimodale (spectral)
  - Mémoires/répéteurs quantiques : composants pour liens de communication quantique longue distance ;

**Les priorités affichées pour cet axe sont les suivantes :**

- Techniques et technologies pour la miniaturisation des systèmes optroniques par l'utilisation notamment d'optiques non conventionnelles et/ ou par co-conception (optique/capteurs/traitements)

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Nouveaux méta matériaux optiques (techniques d'optimisation, fabrication)
- Technologies et techniques pour la détection de matières dangereuses à distance (explosifs, agents biologiques ou chimiques)
- Techniques et technologies pour « voir » en conditions de propagation dégradées (pluie, brume, turbulences, sable ou à travers la végétation, ...)
- Miniaturisation des capteurs quantiques pour la détection RF, magnétométrie, des senseurs inertiels (à base d'atomes froids, de centre NV, ou de nouveaux matériaux)
- Technologies et techniques innovantes pour le développement de sources laser en bande SWIR compactes, à fort rendement avec une très bonne qualité optique en régime impulsif

### 7.7. AXE THEMATIQUE 7 : MATERIAUX

Bien que les matériaux ne figurent pas toujours aux meilleures places des espaces de communication, ils sont au cœur de nombreuses avancées scientifiques et technologiques. Les efforts de recherche vers de nouveaux matériaux et procédés restent indispensables pour satisfaire les besoins opérationnels, économiques, géostratégiques, environnementaux et sociétaux en constante évolution.

Les **liens entre la structure, les propriétés et les procédés** de mise en œuvre constituent un pilier essentiel du domaine. Ils permettront d'optimiser les solutions technologiques d'emploi. L'agrégation des briques de connaissance, des mécanismes élémentaires aux situations de couplage, permettra de mieux appréhender les comportements des matériaux. La modélisation multi-échelle en sera une des composantes.

Les **procédés de rupture** dans les technologies de mise en œuvre des matériaux font également partie des axes importants à aborder dans le domaine scientifique, tant d'un point de vue **expérimental** que par le biais de la modélisation et de la **simulation**. Sont indissociables de cet axe, les **nouvelles stratégies de conception de matériaux** et d'**assemblage**.

Pour cela, **on profitera des avancées dans le domaine de l'intelligence artificielle** et des moyens de calcul. Les possibilités de **traitement de volumes massifs de données**, à l'aide d'outils tels que le machine learning, le data mining, l'analyse prédictive, les analyses statistiques seront utilisées **pour faire émerger de nouveaux matériaux** et performances, mais aussi pour améliorer la qualité des processus de fabrication, des matériaux, des composants et produits. Leur mise en œuvre, qui permettra de raccourcir significativement le temps de développement de matériaux, pourra autoriser notamment la prise en compte de critères de disponibilité, coût, sécurité, impact environnemental.

La virtualisation des matériaux (incluant procédés et propriétés) sera recherchée par combinaison entre expérimentations et numériques.

Le biomimétisme sera également une composante importante dans la recherche de nouvelles solutions matériaux pour atteindre les niveaux de performances nécessaires aux futures capacités.

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

L'allègement, la tenue en environnement sévère, la réparabilité, la durabilité seront des objectifs à considérer.

La recherche d'alternatives permettant de pallier des difficultés d'approvisionnement, d'abaisser les coûts et de contribuer au respect de l'environnement et aux réglementations en vigueur le concernant (REACH, POP...) sont des sujets pris en compte dans nos priorités pour répondre aux enjeux et défis sociétaux actuels et futurs.

Pour les priorités suivantes :

- Matériaux et concepts avancés pour blindage et protection, perforants
- Matériaux chauds (usage à plus haute température)
- Matériaux pour la maîtrise des signatures, le camouflage et la transparence (fenêtres)
- Contrôle santé, monitoring
- Maîtrise de la corrosion, ingénierie des surfaces
- Réparation, maintenance
- Ecoconception

Les thématiques à considérer pourront être :

- Matériaux architecturés, multifonctionnels,
- Nouveaux procédés dont la fabrication additive, mise en forme, hybridation et assemblages,
- Matériaux pour résistance au choc et à l'impact, capacité d'absorption d'énergie,
- Matériaux auto-réparants ou auto-adhérents,
- Nouvelles formulations (dont nouveaux alliages type AHE) et synthèses,
- Matériaux biomimétiques,
- Matériaux bio-sourcés,
- Matériaux adaptatifs, activables, communicants,
- Fonctionnalisation,
- Contrôles non destructifs : nouvelles techniques et capteurs, contrôle santé de structures complexes, suivi sous sollicitations,
- Post-traitements,
- Traitements de surface et revêtements, fonctionnalisation et smart coatings,
- Solutions anticorrosion, dont optimisation des traitements,
- Vieillesse, durabilité : effets, compréhension, prédiction - essais accélérés.

En s'appuyant sur les briques suivantes :

- Comportement – essais, mesures
- Simulations et conceptions numériques
- Outils prédictifs.

**La fabrication additive, le numérique** (dont screening et classification de matériaux, extraction de caractéristiques, outils de design et de certification), **et l'écoconception** (solutions

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

respectueuses de l'environnement et des réglementations - alternatives obsolescences règlement REACH, règlement POP..., procédés alternatifs et de recyclage, éco-design, performance environnementale) seront des axes de recherche privilégiés pour répondre aux priorités du domaine.

**L'impression 4D** constituera également un axe de recherche d'importance, compte-tenu des retombées escomptées.

### 7.8. AXE THEMATIQUE 8 : SYSTEMES DE SYSTEMES – ENVIRONNEMENT GEOPHYSIQUE

Cet axe thématique s'intéresse :

- Pour la partie Systèmes de Systèmes (A), aux sciences et techniques qui facilitent le fonctionnement collectif de systèmes eux-mêmes compliqués. Il s'agit d'optimiser la plus-value de la mise en réseau de ces systèmes (compréhension de l'environnement plus fiable, utilisation plus performante et plus flexible des moyens du groupe...) tout en minimisant les conséquences d'une défaillance d'un point critique dans le collectif.
- Pour la partie Environnement (B), à la connaissance et la description de l'environnement physique et de son évolution spatio-temporelle. La connaissance des différents milieux implique l'acquisition de données, leur qualification et interprétation, la restitution des paramètres physiques à partir de mesures capteur. La compréhension des phénomènes physiques permet la modélisation ainsi que la prévision du comportement spatio-temporel de l'environnement par assimilation de données. Le domaine se décline en thématiques scientifiques pour les compartiments du « système Terre » Océan, Continent, Atmosphère, Spatial, tout en gardant à l'esprit les interactions entre eux.

Cette thématique s'appuie et est complémentaire des thématiques concernant les fluides, les capteurs et leurs traitements, abordées par les domaines Fluides et Structures (FS), Ondes Acoustiques et Radioélectriques (OAR), Photonique (Photon), Ingénierie de l'information (I2) et Robotique (ROB).

#### Les enjeux opérationnels

##### Systèmes de systèmes (A)

Pour assurer ses missions, une plate-forme mobile (aérienne, maritime, terrestre) dispose de ses capteurs propres (optique/optronique, radar, acoustique...), est connectée à d'autres plates-formes, habitées ou non (drones) ainsi qu'à des centres de supervision distants, et accède à des informations de source ouverte ou non (par exemple système d'identification automatique de navires (AIS), surveillance coopérative de la circulation aérienne (ADS-B), informations d'origine internet...). Suivant leur origine, ces données peuvent être plus ou moins précises, synthétiques, anciennes... ; elles se caractérisent par une grande hétérogénéité et un fort asynchronisme.

Sur la base de ces données, l'établissement automatisé de la situation temps réel (synthèse en « temps réel » de la connaissance de l'environnement à proximité de la plate-forme) et son

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

historisation permettent de préparer des réactions optimisées au niveau de chaque plate-forme (manœuvres, mise en œuvre d'effecteurs) sous contrôle des opérateurs, voire de manière automatisée. Ces réactions ont en général un impératif de temps contraint.

Les données externes à la plate-forme (capteurs d'autres plates-formes, autres sources d'information...) enrichissent théoriquement la situation temps réel locale mais leur utilisation peut s'avérer complexe en pratique (imprécisions sur les coordonnées de ces capteurs, réductions des données transmises pour limiter les bandes passantes, asynchronismes...). Des différences de perception peuvent naître entre différentes plates-formes, pourtant spatialement proches. Dans ces conditions, leur fonctionnement coopératif basé sur la mise en œuvre commune de leurs effecteurs, gage de réactivité, d'efficacité et d'économie des moyens employés est difficile à optimiser – la proximité des plates-formes et de leurs effecteurs pouvant de surcroît générer diverses incompatibilités spatiales, fréquentielles...

Les enjeux consistent à améliorer la situation temps réel des plates-formes et l'optimisation de leurs réactions, que les plates-formes soient isolées ou au sein d'un groupe.

### Environnement géophysique (B)

Les capteurs et systèmes d'armes doivent être robustes aux phénomènes spécifiques de leurs milieux d'évolution. La compréhension fine de ces derniers et le développement de modélisations adéquates doivent être pris en compte pour permettre l'analyse prédictive des situations et la définition d'outils d'aide à la décision.

Les travaux relevant de cet axe thématique relèveront des sous-thèmes suivants.

#### 7.8.1. SOUS-THEME : SITUATION TEMPS REEL (SDS)

- Techniques permettant de fusionner les informations issues des capteurs locaux d'une plate-forme mobile (radar, optronique, acoustique sous-marine passive ou active, intercepteurs dans les bandes électromagnétiques...), de capteurs déportés d'autres plates-formes mobiles (y compris drones), de dispositifs fixes, ou d'information d'origine ouverte, pour enrichir la situation temps réel locale.
- Techniques permettant de constituer une situation temps réel unique (de référence) à l'échelle d'un groupe de plates-formes en mouvement : choix d'architecture (centralisée, non centralisée...) et mécanismes de traitement d'information à privilégier, mécanismes de contrôle de l'unicité in situ, automatisation du choix des modes des capteurs et de positionnement en fonction de l'environnement, limitation de l'impact sur les bandes passantes voire discrétion des émissions, transparence des transitions lors de l'entrée/la sortie du réseau...

#### 7.8.2. SOUS-THEME : OPTIMISATION DES ACTIONS (SDS)

- Pour une plate-forme isolée, techniques permettant d'apprécier son environnement et de planifier ses actions pour mener efficacement sa mission en gérant au mieux les possibles incompatibilités, en visant l'économie des ressources employées, en se

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

préparant aux réactions des plates-formes environnantes, qu'elles soient coopératives ou non, et en prenant en compte dynamiquement ces réactions.

- Pour un groupe de plates-formes coopératives, architectures et techniques permettant d'élaborer, de planifier et de mettre en œuvre de façon dynamique leurs différentes actions, en tenant compte des erreurs d'unicité de tenue de situation au niveau de chaque plate-forme, du rôle différencié des plates-formes dans le dispositif, de l'éventuelle perte d'acteur(s)...

### 7.8.3. SOUS-THEME : INGENIERIE (SDS)

- Outils, techniques et simulations permettant de mieux spécifier les systèmes complexes des plates-formes, d'évaluer les performances des plates-formes isolées ou au sein d'un groupe, d'évaluer les performances d'un groupe de plates-formes.
- Méthodes et outils (normalisation, instrumentation de référence, vérifications régulières...) nécessaires à la viabilité des concepts et au maintien des fonctions et de leurs performances au cours de la vie des plates-formes.

**Les priorités pour la partie Systèmes de systèmes sont : optimisation des actions.**

### 7.8.4. SOUS-THEME : OBSERVATION, MODELISATION ET SIMULATION DE L'ENVIRONNEMENT (EG)

Les milieux considérés sont les suivants, ainsi que les interactions entre eux :

- Spatial : étude de la formation et de la propagation d'évènements solaires à grande échelle et de manière plus générale de rayonnements cosmiques et caractérisation de leur impact (géo-effectivité) sur les communications, HF, GNSS et composants des satellites ;
- Océanique : caractérisation et modélisation des fonds marins (y compris grands fonds), caractérisation et modélisation océanographique (physique (colonne d'eau, surface, courants, glaces...), biochimique...) ; caractérisation de l'impact sur la bathymétrie et l'acoustique ; gravimétrie, géomagnétisme ; morphodynamique du littoral ; caractérisation de l'incertitude des modèles ;
- Atmosphère terrestre : caractérisation de la dynamique et physique atmosphérique (turbulences, vents, rafales, etc.), prévisibilité de la formation/dissipation des nuages (brouillard, convection, nuages précipitants/ligne de grain, etc.), évaluation des impacts liés à des phénomènes extrêmes et au changement climatique (vagues / submersions, moussons, dépressions / cyclones, couverture de glace de mer, etc.), représentation et modélisation du transport des aérosols (cendres volcaniques, vents de sable, aérosols marins, etc.), caractérisation de l'impact des électrométéores (éclairs, foudre des orages, sprite, farfadet, blue jet) ;
- Continent : nature, humidité, absorption, portance, rugosité des sols ; détermination de la présence de cavités, nature du sous-sol.

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

### 7.8.5. SOUS-THEME : GEO-VISUALISATION (EG)

Ce sous-thème concerne la fusion, la synthèse et la présentation de l'information d'environnement géophysique sous une forme adaptée à la compréhension et à l'exploitation par les opérateurs et les systèmes : visualisation de données hétérogènes, multithématiques, multidimensionnelles (modèles 2D, modèles 3D, indicateurs, flux, trajectoires), données multi-échelles, gestion des incertitudes, réalité augmentée, visualisation immersive, jumeaux numériques...

**Les priorités pour le thème Environnement géophysique sont : la connaissance des grands fonds marins, et la géo-visualisation.**

### 7.9. AXE THEMATIQUE 9 : BIOLOGIE, SANTE, NRBC

L'axe thématique « Biologie, santé, NRBC » comprend deux volets :

- le volet « NRBC » qui traite des risques Nucléaire, Radiologique, Biologique, Chimique (NRBC) actuels et émergents d'origine intentionnelle ou accidentelle mais aussi naturelle pour ce qui concerne le risque infectieux (en se limitant aux spécificités militaires, notamment en opérations extérieures). Les orientations scientifiques et technologiques visent en priorité à améliorer nos capacités d'évaluation des risques, de détection, d'investigations criminalistiques ainsi que de décontamination et de protection physique et médicale. Défense et sécurité y sont indissociables.
- le deuxième volet concerne la santé du militaire en opérations extérieures. Ces travaux devront prendre en compte les spécificités liées à l'environnement militaire (environnement extrême, situation d'isolement loin d'un centre de soins...). Les orientations portent sur la traumatologie et les blessures physiques ainsi que sur la maîtrise des risques sur l'homme liés à l'environnement opérationnel défense.

Les priorités pour chacun des sous-thèmes de cet axe sont indiquées ci-après.

#### Pour les risques NRBC

##### 7.9.1. SOUS-THEME : EVALUATION ET MODELISATION DES RISQUES NRBC

- Connaissance et caractéristique des agents RBC
  - Effets sur l'homme, les animaux, les plantes (approche « one health »),
  - Diversité des agents biologiques,
  - Occurrence, survie et dégradation dans l'environnement,
  - Nouveaux risques chimiques.
- Modélisation, simulation et prédiction des risques

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

### 7.9.2. SOUS-THEME : DETECTION, IDENTIFICATION

- Collecteur portatif d'échantillons (aérosols, vapeurs et dépôts de surface)
- Traitement et conservation d'échantillons complexes environnementaux
- Procédés de détection/analyse miniaturisés et automatisés utilisables sur le terrain
- Détection et identification biologique large spectre, sans a priori,
- Caractérisation du « bruit de fond » environnemental biologique et chimique

### 7.9.3. SOUS-THEME : FILIERE DE LA PREUVE

- Identification de l'origine géographique ou technologique d'une contamination ou agression biologique
- Identification d'agents chimiques et toxines
  - Analyses de traces (signant une voie de synthèse)
  - Protocoles adaptés aux échantillons environnementaux et biologiques (humains, animaux).

### 7.9.4. SOUS-THEME : PROTECTION

- Matériaux et media filtrants adaptés aux conditions opérationnelles
  - Matériaux filtrant à haute efficacité RBC : tissus, cartouches de masques, filtres, matériaux régénérables, catalytiques...
  - Modélisation des interactions solides-vapeurs (paramètres climatiques, débit d'air...),
- Gestion des interfaces dont masque-visage
  - Impression 3D de matériaux NRBC souple
  - Modélisation dynamique, design
- Capteurs embarqués de contrôle d'efficacité en temps réel

### 7.9.5. SOUS-THEME : DECONTAMINATION

- Décontamination « douce » non destructive des matériels/surfaces ayant une empreinte logistique allégée
- Décontamination corporelle (peau saine et lésée)
- Contrôle de contamination et levée de risque,
- Matériaux auto-décontaminants.

### 7.9.6. SOUS-THEME : CONTRE-MESURES MEDICALES

- Diagnostic précoce pré symptomatique (biomarqueurs d'exposition),
- Nouvelles approches de prophylaxie et de thérapeutique contre le risque biologique actuel et émergent (approche à large spectre)
- Prévention et traitement des intoxications par les neurotoxiques organophosphorés et composés apparentés (séquelles neurologiques à long terme, myosis),
- Diagnostic, prévention et traitement contre les agents vésicants (ypérite ou gaz moutarde) (atteintes cutanées, oculaires, neurologiques centrales et pulmonaires)
- Dosimétrie radiologique de terrain, « tri » des personnes en post-exposition,

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Prise en charge de la radio contamination interne.

### Pour la santé du militaire en opérations extérieures

#### 7.9.7. SOUS-THEME : TRAUMATOLOGIE ET BLESSURES

- Médecine de guerre
  - Choc hémorragique et ses complications
  - Traumatismes crâniens
  - Lésions dues aux blasts
- Médecine réparatrice
  - Réparation tissulaire (peau/os/muscle),
- Traumatismes liés au sport et à la préparation du combattant (prévention et traitement).

#### 7.9.8. SOUS-THEME : RISQUES POUR L'HOMME LIES A L'ENVIRONNEMENT OPERATIONNEL<sup>45</sup>

- Toxicologie,
  - Évaluation des risques chimiques liés aux activités militaires (milieux confinés, toxicité respiratoire ou cutanée de mélanges dont fumées de tir et gaz d'échappement contenant du plomb, HCl, alumine, CO ...),
- Traumatisme sonore (cf. domaine Homme et systèmes),
- Variation de pression (cf. domaine Homme et systèmes)
- Laser (cf. photonique)
- Thermophysiologie (en conditions extrêmes de température - cf. domaine Homme et systèmes)
- Ondes électromagnétiques (cf. domaine Ondes acoustiques et radioélectriques)

### 7.10. AXE THEMATIQUE 10 : HOMME ET SYSTEMES

La recherche et l'innovation dans l'axe thématique "Homme et Systèmes" agrègent par nature de très nombreux domaines et disciplines scientifiques qui sont appelés à concourir à l'amélioration des connaissances, des méthodes, des outils, des technologies visant à :

1. Préserver la **santé** et la **sécurité** des utilisateurs des systèmes technologiques exploités dans le cadre des opérations militaires, voire à aider par la technologie à les restaurer<sup>46</sup> lorsqu'elles ont été mises à mal ;
2. Accroître l'**efficacité**, immédiate et dans la durée, des systèmes sociotechniques composés d'hommes et de technologies ;

---

<sup>45</sup> Ce sous-thème est également une priorité forte pour d'autres domaines scientifiques notamment « Hommes et systèmes » et « Ondes acoustiques et radioélectriques ». Suivant le centre de gravité de l'étude proposée, le consortium choisira un domaine pour effectuer son dépôt. Le suivi du projet, s'il est retenu, sera défini dans un second temps au sein du collège des responsables innovation.

<sup>46</sup> En lien avec le domaine Biologie, santé, NRBC, sur la santé du militaire en opérations extérieures.

### ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

3. Prendre en compte la dimension et l'intelligence **émotionnelle** qui distingue l'homme de la technologie avec laquelle il est de plus en plus amené à collaborer.

En ce qui concerne les aspects défense et sécurité, des particularités adviennent du fait du contexte d'emploi (environnements hostiles, activités à risques, parties adverses rusées, vicieuses et parfois sans limites, contexte informationnel lacunaire et à forte incertitude, forte pression temporelle, contexte et missions rapidement évolutifs, périodes de récupération rares et brèves). L'espace de bataille de demain sera immanquablement plus contesté, encore plus rapide (tempo de la manœuvre accéléré), plus imbriqué, sans doute plus automatisé et probablement plus transparent. Nos forces seront impliquées sur un continuum allant de la compétition, à la contestation, virant parfois à l'affrontement. Certaines agressions seront infraliminaires pour éviter la riposte militaire mais l'hypothèse d'un engagement majeur avec des phases de haute intensité n'est pas à exclure.

Note : si des travaux fondamentaux sont nécessaires pour contribuer aux trois objectifs mentionnés supra, les recherches écologiques retiendront d'autant plus notre attention afin de pouvoir les aider à progresser en maturité technologique, pour contribuer ensuite à des opérations et programmes d'armement.

**Les priorités 2022 pour chacun des sous-thèmes de cet axe sont recensées ci-après.**

#### 7.10.1. SOUS-THEME : MAITRISE DES RISQUES POUR L'HOMME LIES A L'ENVIRONNEMENT OPERATIONNEL

Pour préserver la santé et la sécurité de nos soldats, des travaux de recherche notamment pour compléter les connaissances scientifiques sur les risques en environnements militaires (valeurs seuils, actions combinées, ...) sont sollicités. De même, les travaux de recherche pour développer des innovations pour mesurer, prévenir, protéger contre ces risques sont les bienvenus.

Les risques encourus par l'homme à prendre en compte prioritairement sont les suivants :

- Régulation thermophysique en environnements extrêmes (chaud, froid, humide, sec, venteux, ...) ainsi que les systèmes de monitoring et de protection associés ;
- Exposition aux bruits impulsionnels et continus et risques de traumatismes sonores associés ;
- Effets sur l'homme des menaces balistiques et du blast ;
- Effets des variations de pression ;
- Mobilisation des ressources physiques et cognitives en environnement opérationnel (pression, accélérations, oxygénation, ...) ;
- Gestion de la fatigue physique (musculaire, articulaire, ...), cognitive (i.e. saturation, épuisement, ...) et psychologique (sérénité, motivation, ...) ;
- Gestion du stress et des émotions et de leurs interactions avec les fonctions physiques et cognitives mobilisées pour accomplir la mission ;

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Prévention et protection contre les risques de syndromes post traumatiques (les activités thérapeutiques post traumatisme sont exclues et relèvent des compétences du service de santé des armées) ;
- Aide à l'adaptation aux environnements et situations extrêmes ;
- Altération de la préparation, de la récupération et/ou du sommeil.

Note : d'autres risques sont à considérer pour œuvrer à la préservation de la santé et de la sécurité des soldats. Les risques toxicologiques (résidus pyrotechniques, gaz d'échappement, mélanges, environnement confinés, ...) sont à aborder via l'axe thématique Biologie, santé, NRBC. Les risques liés aux rayonnements électromagnétiques sont à aborder via l'axe thématique Ondes Acoustiques et Radioélectriques.

### 7.10.2. SOUS-THEME : RECHERCHE DE L'EFFICIENCE OPERATIONNELLE DES SYSTEMES SOCIOTECHNIQUES

Pour chercher à optimiser l'efficacité de nos systèmes d'armes ou d'information mis en œuvre par des hommes & femmes et formant de facto des systèmes sociotechniques, des travaux de recherche et le développement d'innovations technologiques sont encouragés sur les thèmes suivants :

- Masquage de la complexité, simplification et naturalité des échanges (filtrage informationnel et fonctionnel, guidage, affordance, gestion et protection contre les erreurs, personnalisation, ...) pour une exploitation opérationnelle en environnements contraignants, voire hostiles, efforts devant être maintenus dans la durée ;
- Nouveaux dispositifs d'interaction homme(s)-machine(s) (IHM multimodales, tangibles, adaptatives, interfaces cerveau-machine, évolutions et applications de réalités augmentée, virtuelle, mixte, spatialisation de l'information, ...) ;
- Assistance à la perception, à l'analyse et à la compréhension de la situation tactique, opérative ou stratégique et au décryptage des jeux d'influence et manœuvres en cours ;
- Aide à l'élaboration, à la tenue à jour et au partage de la conscience de la situation tactique dans laquelle le collectif évolue (situations et actions amies, connaissance de la situation et actions possibles/probables de l'ennemi, état et actions des éléments neutres, gestion des situations d'imbrication) ;
- Gestion et collaboration avec des formes d'intelligences artificielles, de l'assistance au partage d'autorité, du partage d'autorité à la délégation éclairée (compréhension, maîtrise, confiance, ...) ;
- Capacité à opérer plusieurs dispositifs via des moyens d'interaction ajustée (robots, drones, meutes, drones) ;
- Capacité à collaborer pour mener des actions de combat collaboratif plus élaborées du fait des nouvelles opportunités technologiques ;
- Optimisation des collectifs pour faciliter le travail et le combat collaboratif (hommes-hommes, hommes-technologies) ;

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Monitoring de l'état physique et cognitif (vigilance, attention, charge de travail...), protection contre les erreurs, développement de contre-mesures s'inscrivant dans des travaux de neuroergonomie ou de neurosciences ;
- Métaconnaissances, métacognition et prise de recul sur la gestion du potentiel associé ;
- Aide à l'apprentissage, à la formation, à la gestion et la mobilisation des connaissances en situations opérationnelles ;
- Aide à la stabilisation des connaissances et savoir-faire ;
- Recherches sur le « soldat augmenté » pour accroître ses fonctions motrices, perceptives, cognitives (en lien avec les autres axes thématiques pour couvrir le champ des NBIC – Nanotechnologies, Biotechnologies, Intelligence artificielle, Cognitive) ;
- Recherches sur les possibilités de réduction des capacités de l'adversaire en amoindrissant ses fonctions motrices, perceptives, cognitives, sa motivation, etc.

Les six grandes aptitudes sur lesquelles les travaux de recherche sont attendus prioritairement sont résumés par les verbes suivants :

- Savoir & comprendre
- Commander & interagir
- Influencer
- Se projeter – durer – savoir se désengager
- Agir avec précision & combattre
- Se protéger et résister (cf. sous-thème 1)

### 7.10.3. SOUS-THEME : PRISE EN COMPTE DE LA DIMENSION EMOTIONNELLE

Pour ne pas aborder l'homme comme s'il était seulement une unité de traitement de l'information faisant usage de systèmes technologiques, il est important de mener des travaux de recherche et d'intégrer au développement d'innovations technologiques la dimension et l'intelligence émotionnelle qui influent sur de nombreux choix humains. Des travaux scientifiques ainsi que le développement de nouvelles méthodes pour appréhender les points suivants sont appelés :

- Conduite du changement, création de sens, du deuil à l'adhésion puis à l'acceptation/l'exploitation de la nouveauté ;
- Modularité, anticipation, modernité, estime et plaisir de l'interaction ;
- Systèmes technologiques facilitant la communication et la convergence des vues et des actions ;
- Design émotionnel, esthétique, signifiante et qualité perçue des systèmes technologiques ;
- Confiance et partenariat avec des artefacts technologiques ;
- Couplage de l'intelligence émotionnelle et de l'intelligence artificielle ;
- Interactions entre les dimensions cognitives et émotionnelles en matière de perception, d'encodage, de traitement des données, de compréhension, de prise de décision, de passage à l'action individuelle ou collective, d'analyse après-action ;

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Opérations d'influence, systèmes technologiques d'intimidation et de désinformation.

### 7.10.4. SOUS-THEME : USAGE DE LA TECHNOLOGIE AU PROFIT DU SOLDAT BLESSE

- Recherches sur le « soldat réparé » pour rétablir autant que faire se peut ses fonctions motrices, perceptives, cognitives (en liens avec les autres axes scientifiques pour couvrir le champ des NBIC – Nanotechnologies, Biotechnologie, Intelligence artificielle, Cognitive) ;
- Orthèses ou prothèses pour les fonctions motrices et perceptives ;
- Interfaces cerveau machine.

### 7.11. AXE THEMATIQUE 11 : SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES (SHS) APPLIQUEES AU MANAGEMENT DE L'INNOVATION

L'innovation des projets ASTRID bénéficie souvent largement du croisement des disciplines et des technologies. Les travaux interdisciplinaires et transdisciplinaires sont encouragés. Comme pour l'édition précédente, priorité est donnée aux travaux de Sciences Humaines et Sociales appliquées au management de l'innovation.

Au ministère des Armées, les activités de recherche fondamentale en sciences humaines et sociales (SHS) sont prises en compte par l'institut de recherche stratégique de l'école militaire (IRSEM) de la direction générale des relations internationales et de la stratégie (DGRIS). Comme mentionné dans son appel à projets 2020, les travaux de recherche en SHS de l'IRSEM portaient :

- Sur les relations internationales et la stratégie :
  - Avec pour thématiques prioritaires des études sur des zones géographiques ciblées (pays émergents/ré-émergents ; Afrique du Nord et Subsaharienne ; Proche et Moyen Orient ; Asie ; Arctique), les enjeux maritimes et navals, l'économie de défense, la cyberdéfense, la défense anti-missile, la démographie et les flux migratoires, les enjeux environnementaux, les questions religieuses, les politiques de défense ;
  - Avec pour complément des travaux théoriques sur l'innovation pour les enjeux de sécurité et défense imposant une prise de risques scientifiques significative.
- Sur l'histoire militaire et de la défense ;

L'IRSEM couvre par ailleurs les cinq axes de recherches suivants :

- Pouvoir politique, société et institution militaire ;
- Opinion publique et forces armées ;
- Genre et conflits ;
- Formes d'engagement de la jeunesse et problématique d'intégration ;
- Radicalités et rapport à la violence.

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

Aussi, l'agence de l'innovation cherche à promouvoir des travaux de recherche distincts de ceux de l'IRSEM. Les travaux en SHS pris en compte par l'AID seront donc des travaux de recherche appliquée en Sciences Humaines et Sociales afin de travailler en bonne complémentarité avec la DGRIS.

L'environnement dans lequel nous évoluons est volatile, incertain, complexe et ambigu. Les entreprises et organismes qui ne remettent pas en cause leurs pratiques, leurs offres de services ou de produits sont vouées à être dépassées puis à disparaître à court terme. Les structures étatiques sont elles aussi obligées de s'adapter et d'innover.

Cependant pour certains, l'innovation est devenue un slogan et par la même, ce que certains appellent un *buzz-word*, c'est-à-dire un terme un peu nébuleux qu'il convient d'utiliser pour être à la mode mais qui se vide de sens du fait de son usage excessif.

### Les enjeux opérationnels

Des travaux scientifiques peuvent contribuer à aider les entreprises et les organismes étatiques à manager l'innovation en éclairant leur regard sur l'évolution des sociétés, sur leurs réceptivités aux technologies, aux évolutions des marchés et des usages futurs probables. Ces travaux peuvent faciliter les analyses des écosystèmes, les évolutions et adaptations agiles des organisations, leurs adaptations réactives aux évolutions mais aussi leurs anticipations et contributions aux évolutions des usages et exploitations des ruptures.

Il est évident aujourd'hui que les succès d'hier ne seront pas les succès de demain. Une permanente remise en cause s'impose pour ne pas se faire dépasser. Il s'agira ici d'exploiter et de proposer des travaux permettant de ne pas sombrer dans la fatalité que Bill Gates soulignait en disant que : « le succès est un mauvais professeur, il pousse les gens intelligents à croire qu'ils sont infaillibles. » La communauté SHS est ici appelée à proposer des travaux qui contribueront à aider le ministère des armées à infirmer cette assertion.

Pour ce faire, les travaux attendus en SHS porteront donc prioritairement sur :

- Le management de l'innovation sur le long terme, afin de durer et de toujours rester en bonne place,
- le management des projets et des structures innovantes ;
- les méthodes d'analyses des évolutions sociétales appliquées à la conception et à l'ingénierie, notamment celles portant sur les mondes numériques ;
- les analyses des usages et leurs évolutions au niveau individuel, groupal, sociétal, interculturel ;
- les analyses spatiotemporelles, conjoncturelles et longitudinales, des terreaux et viviers d'innovation ;
- les analyses des représentations qui sous-tendent certaines orientations stratégiques reposant trop rarement sur des analyses objectivant le niveau des imaginaires, des espoirs et des craintes. Or, ils sont susceptibles d'induire des orientations sociales, sociétales, juridiques, économiques, industrielles qui permettent ou impactent des décisions ou des dynamiques

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

nouvelles en termes de moyens ou de politique de défense, de sécurité, voire de géopolitique ;

- des analyses permettant d'identifier ou de revisiter des concepts ou des couplages qui conditionnent la compréhension, la définition, la conception et l'usage des systèmes avec les usages ou les modes de travail induits par les choix et réalisations techniques à différentes échelles (de l'individuel au grand collectif) ;
- des analyses permettant d'identifier et de bâtir les systèmes autrement que seulement guidés par les approches techniques ou les infrastructures en participant à la compréhension, au développement et à l'amélioration des systèmes de défense.

L'objectif est de promouvoir et d'appeler à des réflexions, à des travaux appliqués, à des propositions de méthodes et d'outils de modélisation, d'analyse de données, visant à la création de nouvelles méthodologies d'exploitation ou d'analyse, de préférence pluridisciplinaires, des données recueillies en vue de pouvoir être concrètement force de propositions auprès des décideurs des organisations civiles et militaires ayant en charge de piloter et/ou de coordonner l'innovation dans leur domaine.

### 7.12. AXE THEMATIQUE 12 : ROBOTIQUE

L'évolution des plateformes robotisées dans des environnements complexes, inconnus et/ou hostiles, appellent des capacités de perception, d'orientation, d'analyse de données multi-senseurs, de planification de trajectoires et de navigation efficaces.

La gestion et l'exploitation de ces systèmes se sont encore complexifiées récemment, notamment du fait de l'augmentation du nombre de capteurs embarqués, de la densité et l'hétérogénéité informationnelle induite, de la connectivité et de l'émergence de systèmes de systèmes autonomes (essaims, flottes) afin de réaliser des missions dans tous les milieux (Terre, Air, Mer – surface et sous-marin). Mais cette complexité ouvre aussi de nouvelles perspectives de partage d'autorité, d'IA distribuée et de capacité de résilience qu'il convient d'explorer.

Les techniques d'IA et d'apprentissage apparaissent comme centrales dans l'amélioration des concepts, principes et outils destinés à la gestion des systèmes robotisés. Sont concernés l'ensemble des moyens permettant d'alerter, détecter, reconnaître et identifier des « événements » ou « menaces » contraignant l'évolution des systèmes robotisés, d'évaluer les capacités d'analyse afin d'établir des « vues » ou « situations » de l'environnement perçu en tant que support de raisonnements sous-tendant les décisions.

#### Les enjeux opérationnels

Pour la défense et la sécurité, l'emploi de systèmes robotisés contribue à la supériorité quel que soit le milieu d'emploi (Terre, Air, Mer). L'enjeu est d'exploiter ce large potentiel technique en garantissant les fonctions essentielles, compte tenu de leurs contraintes d'emploi et d'usage en milieu opérationnel (complexité accrue, capteurs spécifiques et hétérogènes, environnement

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

partiellement connu, non coopératif, impératifs d'exécution en temps réel ou fortement contraint...).

L'utilisation des systèmes robotisés au profit d'utilisateurs opérationnels suggère donc s'intéresser aux aides à la décision, à la gestion des systèmes complexes, à la coopération Humains-Systèmes et Systèmes-Systèmes hétérogènes. Il s'agit donc de concevoir des systèmes robotisés capables d'atteindre de manière fiable et autonome des objectifs, de décharger l'utilisateur opérationnel de tâches à faible valeur ajoutée tout en préservant ses capacités cognitives et physiques.

Ce lot de contraintes induit l'absolue nécessité de garantir les performances techniques de bout en bout et l'intégration des systèmes robotisés : des moyens d'acquisition et de transmission, des outils d'analyse et d'exploitation de l'information, jusqu'au contrôle et la supervision, l'aide à la décision et les moyens de collaboration au sein de systèmes cognitifs conjoints.

### 7.12.1. SOUS-THEME : COMPREHENSION DE L'ENVIRONNEMENT ET NAVIGATION

Dans le sous-thème, on s'intéressera plus particulièrement à :

- Perception et analyse de l'environnement immédiat, dont la fusion de données multi sources et l'analyse sémantique de la scène ;
- Reconstruction 3D de l'environnement ;
- Résilience de la localisation et de la navigation (robustesse au brouillage, navigation sans GNSS, navigation sans GPS, localisation tout temps et tout environnement, etc.) ;
- Navigation et mobilité en environnement dense (véhicules pilotés, groupe d'individus, systèmes autonomes hétérogènes, etc.).

### 7.12.2. SOUS-THEME : SYSTEMES MULTI AGENTS

Dans le sous-thème, on s'intéressera plus particulièrement à :

- Coordination et aide à la gestion de flottes de systèmes autonomes, dont Intelligence distribuée dans les essais/flottes de systèmes autonomes ;
- Coopération entre systèmes hétérogènes pour la navigation et la surveillance ;
- Systèmes collaboratifs et d'échanges : traitement du signal avancé, contrôle et supervision des réseaux, optimisation des communications ;
- Systèmes hybrides, systèmes modulaires, systèmes convertibles.

### 7.12.3. SOUS-THEME : COLLABORATION HUMAINS-SYSTEMES ET AUTONOMIE

Dans le sous-thème, on s'intéressera plus particulièrement à :

- Autonomie décisionnelle adaptative et autonomie ajustable ;
- Planification de mission conjointe ;
- Aide à la gestion de mission (Optimisation de plan multi-contraintes ; Fonction d'aide à la décision d'engagement ; Prédiction des performances d'observation et d'engagement ; Aide à l'optimisation et à la résilience des communications en environnement adverse) ;
- Dispositifs de contrôle et commande évolutifs, multi systèmes voire universels ;

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Allocation dynamique de tâches multicritères ;
- Apprentissage de la nouveauté et apprentissage incrémental ;
- Modalités d'interaction adaptées au contexte (selon tâches en cours, SITAC, historique des interactions, état de l'équipage, configuration IHS courante, autres modalités).

### 7.13. AXE THEMATIQUE 13 : INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

La thématique « Intelligence Artificielle » ancrée dans les disciplines des Sciences du Numérique joue un rôle qui apparaît souvent transverse aux autres disciplines.

Le recours à l'Intelligence Artificielle pour les systèmes de Défense présente des spécificités par rapport au domaine civil. Le rapport « IA au service de la défense » publié en septembre 2019 définit des axes prioritaires (axes réaffirmés dans le document de référence DROID 2021) pour doter à terme les systèmes de nouvelles capacités ; il s'agit, entre autres, de l'aide à la décision en planification et contrôle, la veille collaborative tout milieu (terre, air, mer), la cybersécurité et l'influence numérique, le soutien et le maintien en conditions opérationnelles, le renseignement, l'extraction d'information, la robotique et l'autonomie, ... La dynamique enclenchée a été récemment confortée par la Ministre des Armées à mi-parcours de la feuille de route engagée.

Cet axe thématique « Intelligence Artificielle » se focalisera sur 3 sous-thèmes à savoir : les méthodes génériques d'intelligence artificielle de défense ; les traitements de données massives issues de capteurs hétérogènes ; le traitement automatique du langage naturel et de la parole. Seuls les projets s'inscrivant dans ces 3 sous-thèmes précisés ci-dessus seront éligibles au titre du présent appel.

#### Les enjeux opérationnels

Pour la défense et la sécurité, la maîtrise de la supériorité informationnelle, l'enjeu est d'exploiter ce large potentiel technique en garantissant les fonctions essentielles aux systèmes de défense tous milieux, compte tenu de leurs contraintes d'emploi et d'usage en milieu opérationnel (complexité accrue, capteurs spécifiques et hétérogènes, environnement partiellement connu, non coopératif, impératifs d'exécution en temps réel ou fortement contraint...).

Ce lot de contraintes induit l'absolue nécessité de garantir les performances techniques de bout en bout : des moyens d'acquisition et de transmission, des outils d'analyse et d'exploitation de l'information, jusqu'au contrôle et la supervision, l'aide à la décision.

Cela impacte ainsi un large spectre depuis l'équipement des forces, les systèmes d'information tactiques, le renseignement, les systèmes de surveillance et de protection, les services de sûreté

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

(prévention, alerte de dysfonctionnements) jusqu'aux grands systèmes d'infrastructure et de commandement (C4ISR).

### 7.13.1. SOUS-THEME : METHODES GENERIQUES L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DE DEFENSE

Pour répondre aux défis posés par l'IA au service des applications critiques ou contraintes, un certain nombre de travaux de recherche transverse doivent être menés.

Pour les méthodes d'IA on s'intéressera donc plus particulièrement, à :

- La frugalité des données (pour l'apprentissage), techniques pour le « Small data » (transfert et adaptation de domaine, Few/ Zero-Shot Learning, exploitation de données synthétiques...);
- Les méthodes d'annotation semi-automatiques ;
- Les approches évolutives et la complémentarité des approches, apprentissage actif, incrémental / continu, ensembliste ...
- Méthodologie pour la constitution de base représentative d'évaluation, la caractérisation de la qualité des jeux de données et de la complétion des corpus ;
- Intelligence artificielle embarquée (par ex. optimisation mémoire, optimisation et réduction des réseaux, ...)
- IA de confiance : analyse de performances en terme de Fiabilité & Robustesse, les méthodologies d'évaluation et de vérification (IVVQ), vulnérabilités de l'IA (robustesse aux attaques),
- L'explicabilité, l'interprétabilité des techniques d'IA et des systèmes intégrant de l'IA, leur acceptabilité vis-à-vis d'une interaction humaine ; afin de favoriser la compréhension de la proposition formulée pour l'aide à la décision pour toute approche confondue (systèmes à règles, arbre de décision, apprentissage automatique classique, architectures neuronales, systèmes hybrides...); visualisation & représentation de décisions /classifications.
- Gestion et Représentation des connaissances, Enrichissement d'Ontologies ; Intégrité des données (non falsifiées ou manipulées) (cf. également sous-axe 3 Fouille de données, Analyses de controverses).

Pour les deux thèmes suivants ; il s'agit d'améliorer les concepts, principes et outils destinés à l'analyse de données non structurées (sous forme de traces numériques, mesures physiques, textes, images multi ou hyper spectrales, sons ou discours, contenus multimédia, etc...) pouvant être complétée par de la donnée structurée pour en rechercher ou extraire l'information (cf. lien avec Traitement et exploitation de l'information de l'axe thématique ingénierie de l'information). Ceci avec l'objectif d'assister, de façon la plus adéquate, l'utilisateur opérationnel (individuel ou collectif) dans sa prise de décision en situation de veille, de surveillance ou de crise.

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

### 7.13.2. SOUS-THEME : LES TRAITEMENTS DE DONNEES MASSIVES ISSUES DE CAPTEURS HETEROGENES

L'accent est mis ici sur le caractère multidimensionnel (spatial, temporel) ou multi-sources des données à exploiter. L'analyse de données massives et/ou hétérogènes et dynamiques, la fusion d'informations incomplètes ou incertaines font partie intégrante de cet axe. Sont concernés l'ensemble des techniques, modèles permettant d'alerter, détecter, reconnaître et identifier des « événements » ou « menaces », d'évaluer les capacités d'analyse afin d'établir des « vues » ou « situations » de l'environnement perçu ou de la situation perçue selon la tâche applicative ciblée (cyber, imagerie, multimédia, etc..) ; ces dernières représentations apparaissant comme le support de raisonnements fondant les décisions.

- **Intelligence embarquée** des systèmes senseurs : systèmes d'alerte et de surveillance en temps réel ou fortement contraint.
- Fusion de données **multicapteurs** selon différentes modalités (IR/E0, Lidar, hyperspectrales, SAR...) pour l'identification d'objets et compréhension de scènes et l'établissement de situation tactique, opérative;
- **En imagerie, détection de changements** sur de larges couvertures, (axes et réseaux routiers, hydrographiques, évolution de quartiers urbains, variation de l'occupation des sols naturel, densité de végétation, etc.) ;
- **Détection d'activités** et d'anomalies dans des flux numériques ; Alerte, Détection, d'événements rares, d'incidents, de comportements singuliers (par exemple dans l'espace Cyber ou en imagerie vidéo, dans des séries temporelles, etc...).

Ces aspects sont en forte interaction avec les enjeux applicatifs des axes Ingénierie de l'information, Cyberdéfense, Photonique et Ondes acoustiques et radioélectriques.

### 7.13.3. SOUS-THEME : TRAITEMENT AUTOMATIQUE DU LANGAGE NATUREL ET DE LA PAROLE

Pour ses applications Défense, le traitement automatique du langage nécessite de s'adapter à la complexité des données et des ressources disponibles et aux spécificités des domaines traités.

Les principaux verrous sont cités ci-dessous :

- Langues spécifiques d'intérêt Défense, langues rares et peu dotées (dialectes, variantes accentuelles, jargon...).
- Données issues de sources / canaux bruités (langage spontané, non standardisé, langage réseaux sociaux...).
- Corpus limités en taille et en représentativité.
- Données de spécialité (nouveaux domaines, vocabulaire spécifique défense).
- Données multimodales (textes, audio, documents image, vidéos ...).

Les thématiques d'intérêt sont alors :

- Fouille de données ; recherche et extraction d'Information dans des documents non structurés, des flux d'actualités, Web,
- Génération de langage naturel : Résumé automatique de documents, Analyse et Synthèse de corpus documentaires hétérogènes et multimodaux...

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Recherches et indexation multimodales, génération de légendes, alignement texte – vidéo.
- Analyse des données textes, images, vidéos, en particulier du Web et des réseaux sociaux : analyse d'opinions et de sentiments (controverses, propos haineux...), détection de données contradictoires, vérification de contenu (informations erronées, modifiées, falsifiées...).
- Traitement de la parole : identification de la langue / du locuteur / de la voix [en conditions difficiles : documents corrompus, énoncés courts, canaux bruités] synthèse et reconnaissance automatique de la parole, détection de mots-clés, détection d'événements acoustiques, diarisation ... ;
- Conception de modèles multilingues
- Dialogue Homme-Machine en langage naturel : agents conversationnels, systèmes de questions-réponses, commande vocale...
- Traduction automatique du texte et de la parole
- Nouvelles techniques de représentation des connaissances, Apprentissage et enrichissement automatique de bases de connaissances et d'ontologies.

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

### 8. ANNEXE 2 : DOCUMENTS A FOURNIR

#### 8.1. FORMULAIRE EN LIGNE

Les informations non exhaustives suivantes sont à saisir en ligne (le lien vers le site de dépôt est disponible sur la page de publication de l'appel à projets sur le site de l'ANR dont l'adresse est précisée page **Erreur ! Signet non défini.**) :

Identité du projet (acronyme, titre en français et en anglais, durée, ...)

- Identification du Partenaire (nom complet, sigle, catégorie du Partenaire et base de calcul pour l'assiette de l'aide ; type et numéro d'unité, tutelles gestionnaire et hébergeante pour un laboratoire d'un organisme de recherche ; le numéro de SIRET ; les effectifs pour les Entreprises...)
- Identification des Responsables scientifiques et adresse de réalisation des travaux ;
- Données financières (réparties par poste de dépense et par Partenaire) ;
- Résumés scientifiques (4000 caractères maximum par champ) : résumé scientifique (non confidentiel) du projet en français et en anglais, objectifs globaux, verrous scientifiques/techniques, programme de travail et retombées scientifiques, techniques, économiques. *Ces résumés sont, entre autres<sup>47</sup>, destinés à être transmis pour solliciter les experts dans le cadre du processus de sélection. Il est recommandé d'apporter un soin particulier à la rédaction de l'exposé de l'objet de votre proposition de projet afin de favoriser les conditions d'un accord des experts sollicités et de permettre une évaluation appropriée de la proposition ;*
- Experts non souhaités pour l'évaluation de la proposition (information optionnelle).

Les informations peuvent être modifiées jusqu'à la clôture de l'appel à projets.

Il est fortement conseillé :

- de commencer la saisie en ligne des données administratives et financières au plus tard une semaine avant la clôture de l'appel à projets,
- de faire compléter rapidement par ses services administratifs /financiers le formulaire de déclarations des activités économiques qui permet de déterminer si l'entité peut être considérée comme une Entreprise ou un organisme de recherche au sens de la réglementation européenne des aides d'Etat à la recherche, au développement et à l'innovation et les caractéristiques de financement qui lui sont applicables, et de le retourner à la Direction des Affaires Juridiques (DAJ) de l'ANR<sup>48</sup>,

<sup>47</sup> Les résumés des projets sélectionnés sont destinés à être mis en ligne ultérieurement

<sup>48</sup> Formulaire de DAE : <https://anr.fr/fileadmin/documents/2020/ANR-Formulaire-DECLARATION-RELATIVE-AUX-ACTIVITES-ECONOMIQUES-2020-3.pdf> . A renvoyer à [julie.ochrymczuk@agencerecherche.fr](mailto:julie.ochrymczuk@agencerecherche.fr)

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- d'enregistrer les informations saisies sur le site de dépôt avant de quitter chaque page,
- de ne pas attendre la date limite de clôture de l'appel à projets pour finaliser la procédure de dépôt de la proposition de projet.

Les coordinateurs scientifiques des propositions de projet recevront un accusé de dépôt<sup>49</sup> par courrier électronique au moment de la clôture de l'appel à projets, à condition qu'un document scientifique ait été déposé sur le site de dépôt ET que la demande d'aide ait été complétée (total non nul).

### 8.2. ENGAGEMENT DES DEPOSANTS

Chaque responsable scientifique de chaque partenaire français sollicitant une aide (ne concerne pas les partenaires étrangers) s'engage formellement (simple case à cocher au sein du formulaire en ligne) sur le fait que sa hiérarchie et les personnes habilitées à engager juridiquement l'établissement gestionnaire de l'aide (c'est-à-dire le futur bénéficiaire, récipiendaire de l'aide et cocontractant de l'ANR le cas échéant), ou leurs représentants ont donné leur accord à sa démarche de dépôt en cours et au contenu des informations relatives à la proposition transmise à l'ANR.

**Pour les vérifications d'éligibilité (voir paragraphe 0), la proposition de projet est considérée comme complète si, à la date indiquée page 2, chaque responsable scientifique de chaque partenaire a bien signifié son engagement d'information à sa hiérarchie.**

Les partenaires d'un projet soumis dans cet appel doivent prendre connaissance du règlement financier relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR et des clauses de propriété intellectuelles annexées au présent appel à projets. Le non-respect peut constituer un motif d'arrêt du financement du projet et de reversement de l'aide perçue si celui-ci venait à être sélectionné.

### 8.3. DOCUMENT SCIENTIFIQUE

Le document scientifique est déposé sur le site de dépôt au **format PDF** comportant un **maximum de 40 pages** (généralisé à partir d'un logiciel de traitement de texte, non scanné) sans aucune protection. Le nombre de pages s'entend TOUT COMPRIS, incluant en particulier les annexes. **Le site de dépôt refusera le téléchargement d'un document ne répondant pas à ces exigences.**

Il est recommandé d'utiliser une mise en page permettant une **lecture confortable du document** (page A4, times 11 ou équivalent, interligne simple, marges 2 cm, numérotation des pages). Les moyens demandés, en particulier les missions, doivent être détaillés et argumentés.

Le document scientifique doit être rédigé en **français**. Une traduction en anglais pourra être demandée dans un délai compatible avec les échéances du processus d'évaluation pour permettre une évaluation par des personnalités éventuellement non francophones.

---

<sup>49</sup> Cet accusé de réception ne vaut pas complétude et conformité du dossier

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

Le document scientifique devra, dans la rubrique « présentation du partenariat » préciser pour chaque partenaire si les travaux se font totalement, partiellement ou pas du tout, en zone à régime restrictif (ZRR). Les personnes impliquées dans le projet ayant accès aux ZRR devront être identifiées.

*Le document scientifique de la proposition de projet comporte les informations suivantes et sa structure suit les critères de l'appel à projets (aucun modèle de document ne sera fourni) :*

### **Première page (en gras) :**

- **Rappel de l'acronyme de la proposition de projet, de l'appel à projets et de l'année en en-tête ;**
- **TITRE COMPLET de la proposition de projet ;**
- **Axes thématiques principaux ;**
- **Type de recherche (recherche fondamentale / recherche industrielle) ;**
- **Aide totale demandée (inférieure à 300k€) & durée du projet (entre 18 mois et 36 mois) ;**
- **Référence d'une thèse DGA en cours le cas échéant**

### **Fin de la première page et pages suivantes (dans l'ordre des rubriques) :**

- Table des matières ;
- Résumé du projet tel que saisi en ligne sur le site de dépôt.

## **I. PERTINENCE DE LA PROPOSITION AU REGARD DES ORIENTATIONS DE L'APPEL A PROJETS**

*A titre indicatif : de 2 à 5 pages pour ce chapitre.*

*Le contenu de cette section permet d'apprécier le critère d'évaluation « Pertinence de la proposition au regard des orientations de l'appel à projets ».*

*Introduire globalement le problème traité dans le projet et son positionnement par rapport au contexte de l'appel à projets et de ses axes thématiques. Le caractère spécifique dual, civil et militaire, de la recherche proposée devra être présenté de façon claire. En fonction des objectifs du projet, le positionner par rapport à des enjeux sociaux, économiques, réglementaires, environnementaux, industriels, etc. au niveau national, européen et international.*

### **I.1 Contexte et enjeux économiques et sociétaux**

Cf. ci-dessus.

### **I.2 CONTEXTE ET RETOMBÉES DEFENSE**

*Décrire le contexte défense dans lequel se situe le projet. Indiquer les applications potentielles pour le domaine de la défense qui seraient accessibles. Donner, dans la mesure du possible, les ordres de grandeur des performances visées et/ou les caractéristiques techniques justifiant un*

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

*intérêt. Préciser les produits destinés aux forces armées potentiellement concernés par les résultats.*

*Préciser :*

- *Le positionnement du projet par rapport aux priorités affichées dans la description du § 7, Axes Thématiques, du texte de l'appel à projets*
- *Indiquer si le projet s'inscrit dans la continuité de projet(s) antérieurs déjà financés par la défense (les résultats des études antérieures seront exposés au §II).*

### **II. POSITIONNEMENT ET OBJECTIFS DE LA PROPOSITION DE PROJETS**

*A titre indicatif : de 8 à 12 pages pour ce chapitre.*

*Le contenu de cette section permet d'apprécier le critère d'évaluation « Excellence scientifique et/ou caractère innovant pour la recherche technologique ».*

*Présenter les objectifs du projet et les verrous scientifiques et techniques à lever au cours de la réalisation du projet. Présenter l'avancée scientifique attendue. Insister sur le caractère ambitieux et/ou novateur de la proposition. Décrire les ruptures potentielles scientifiques ou techniques attendues à l'issue du projet. Décrire éventuellement le ou les produits finaux développés, présenter les résultats escomptés.*

*Présenter un état des connaissances sur le sujet. Faire apparaître d'éventuelles contributions des partenaires de la proposition de projet à cet état de l'art. Faire apparaître d'éventuels résultats préliminaires.*

*Lorsque cela est pertinent, décrire le contexte dans lequel se situe le projet en présentant, en fonction des objectifs, une analyse des enjeux sociaux, économiques, réglementaires, environnementaux, industriels... Préciser le positionnement du projet par rapport au contexte développé précédemment : vis-à-vis des projets et recherches concurrents, complémentaires ou antérieurs, des brevets et standards... Dans le cas des propositions de projet s'inscrivant dans la continuité de projet(s) antérieur(s) déjà financé(s) par l'ANR (projet « suite ») ou l'AID(ou la DGA), par exemple, une thèse, donner un bilan détaillé des résultats obtenus et décrire clairement les nouvelles problématiques posées et les nouveaux objectifs fixés.*

*Positionner le projet aux niveaux national (préciser s'il existe un lien avec une structure ou une plateforme régionale/nationale, avec un projet soutenu dans le cadre du programme investissements d'avenir...), européen et international.*

*Présenter les résultats escomptés en proposant si possible des critères de réussite et d'évaluation adaptés au type de projet, permettant d'évaluer les résultats en fin de projet.*

### **III. PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE, ORGANISATION DU PROJET**

*A titre indicatif : 10 à 15 pages pour ce chapitre.*

*Le contenu de cette section permet d'apprécier les critères d'évaluation « qualité de la construction du projet » et « faisabilité du projet, adéquation des moyens ».*

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

*Décrire le programme scientifique et justifier la décomposition en tâches du programme de travail en cohérence avec les objectifs poursuivis.*

*Pour chaque tâche, décrire les objectifs et les éventuels indicateurs de succès, le responsable et les partenaires impliqués, le programme détaillé des travaux, les livrables, les contributions des partenaires (le « qui fait quoi »), la description des méthodes et des choix techniques et de la manière dont les solutions seront apportées, les risques et les solutions de repli envisagées. L'échéancier des différentes tâches et leurs dépendances peuvent être présentés, si jugé nécessaire, sous forme graphique (diagramme de Gantt par exemple).*

*Les aspects éthiques du projet doivent être traités au § VI.*

*Apporter une justification scientifique et technique, partenaire par partenaire, des moyens demandés, tels que complétés sur le site de dépôt par grands postes de dépenses (hors frais de gestion ou de structure). Détailler et justifier les missions. Préciser les éventuels financements complémentaires obtenus et/ou attendus.*

### **III.1 PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET STRUCTURATION DU PROJET**

### **III.2 MANAGEMENT DU PROJET**

### **III.3 DESCRIPTION DES TRAVAUX PAR TACHE**

TACHE 1

TACHE 2

Etc.

### **III.4 CALENDRIER DES TACHES, LIVRABLES ET JALONS**

### **III.5 JUSTIFICATION SCIENTIFIQUE DES MOYENS DEMANDES<sup>50</sup>**

PARTENAIRE 1 : XXX

- Instruments et matériels
- Bâtiments et terrains
- Personnel
- Prestations de service (et droits de propriété intellectuelle)
- Missions

<sup>50</sup> La présentation des postes de dépenses du présent document est indicative. Il est conseillé de consulter le règlement financier applicable et de se conformer éventuellement aux rubriques du site de soumission

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

*Préciser les missions liées aux travaux d'acquisition sur le terrain (campagnes de mesures...). Le proposant devra distinguer d'une part les missions d'acquisition de données & réunions de projets et d'autre part, les missions de dissémination*

- Dépenses justifiées sur une procédure de facturation interne
- Autres dépenses de fonctionnement

PARTENAIRE 2 : XXX

### IV. PRESENTATION DU PARTENARIAT

*A titre indicatif : de 2 à 6 pages pour ce chapitre, en fonction du nombre de partenaires.*

*Le contenu de cette section permet d'apprécier le critère d'évaluation « qualité du consortium ».*

*Décrire brièvement les personnes les plus impliquées dans le projet et chaque partenaire. Fournir ici les éléments permettant d'apprécier leur qualification dans le projet (le « pourquoi qui fait quoi »). Il peut s'agir de réalisations passées, d'indicateurs (publications, brevets, produits, prix scientifiques), etc...*

*Montrer la complémentarité et la valeur ajoutée des coopérations entre les différents partenaires. L'interdisciplinarité et l'ouverture à diverses collaborations seront à justifier en accord avec les orientations du projet.*

#### IV.1 DESCRIPTION, ADEQUATION ET COMPLEMENTARITE DES PARTENAIRES

#### IV.2 QUALIFICATION DU COORDINATEUR DU PROJET

#### IV.3 QUALIFICATION, ROLE ET IMPLICATION DES PARTICIPANTS

*Qualifier les personnes, préciser leurs activités principales et leurs compétences propres (fournir leurs principales expériences). Pour chaque partenaire remplir le modèle de tableau donné ci-dessous*

Partenaire	Nom	Prénom	Emploi actuel	Nationalité	Implication sur la durée totale du projet en Personne.mois*	Rôle & Responsabilité dans le projet (4 lignes max)
<i>Par ex. Université X/ Société Y</i>	<i>Nom</i>	<i>Prénom</i>	<i>Par ex. Professeur</i>	<i>Nationalité</i>		<i>Par ex. Coordinateur scientifique ou Responsable scientifique ou Participant  + explications en 4 lignes maximum</i>

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

						Responsable scientifique (partenaire Z)
						Participant (partenaire Z) Etc...

\* à renseigner par rapport à la durée totale du projet

*Le cas échéant, les implications dans d'autres projets seront présentées en annexe (aides, soutiens, contrats publics et privés effectués ou en cours sur les trois dernières années). On précisera l'implication dans des projets européens ou dans d'autres types de projets nationaux ou internationaux. Expliciter l'articulation avec les travaux proposés.*

### IV.4 DEROULE DES TRAVAUX EN ZONE A REGIME RESTRICTIF

Partenaire	Déroulé en ZRR	Personnes impliquées dans le projet ayant accès aux ZRR	Remarques
Partenaire 1	Total / Partiel / Hors		
...			

### V. STRATEGIE DE VALORISATION, DE PROTECTION ET D'EXPLOITATION DES RESULTATS, IMPACT GLOBAL DE LA PROPOSITION

*A titre indicatif : 1 à 4 pages pour ce chapitre.*

*Le contenu de cette section permet d'apprécier le critère d'évaluation « impact global du projet ».*

*Présenter les stratégies de valorisation des résultats :*

- *la communication scientifique,*
- *la valorisation des résultats attendus,*
- *les retombées scientifiques, techniques, industrielles, économiques...*
- *la place du projet dans la stratégie industrielle des entreprises partenaires du projet,*
- *autres retombées (normalisation, information des pouvoirs publics...),*
- *les échéances et la nature des retombées technico-économiques attendues,*
- *l'incidence éventuelle sur l'emploi, la création d'activités nouvelles...*

## ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

*Présenter les grandes lignes des modes de protection et d'exploitation des résultats. Pour les projets partenariaux organismes de recherche/entreprises, les partenaires doivent conclure, sous l'égide du coordinateur du projet, un accord de consortium si le projet est retenu pour financement. Pour les projets académiques, l'accord de consortium n'est pas obligatoire mais fortement conseillé.*

*Pour les projets incluant un partenaire étranger, **les principes de partage de la propriété intellectuelle devront être décrits dans la proposition de projet.** Ces principes devront assurer l'accès aux résultats des partenaires français en vue d'une exploitation ultérieure industrielle et commerciale qui soit raisonnable en terme de sécurité d'approvisionnement pour la défense (voir critères de sélection du § 3-4).*

### **VI. ASPECTS ETHIQUES**

*Décrire le cas échéant toute question éthique prévisible au cours du projet de recherche. Se référer notamment au document de politique d'éthique et d'intégrité scientifique de l'ANR (cf. § 3.2). Mentionner les références légales nationales et internationales concernant la thématique du projet (pour une rédaction succincte, indiquer le cas échéant les sites comportant ces références). Décrire les stratégies d'atténuation employées pour réduire le risque éthique, et justifier la méthodologie de la recherche sous cet aspect.*

### **ANNEXES**

#### **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

*Inclure les références bibliographiques utilisées dans la partie « Etat de l'art » et les références bibliographiques des partenaires en lien avec le projet.*

...

Le respect du format précisé ci-dessus conditionne l'éligibilité de la proposition de projet (voir paragraphe 3.2) : respect du format d'enregistrement, du nombre total de pages et du plan indiqué (y compris table des matières et tableau récapitulatif des personnes impliquées dans le projet).

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

9. ANNEXE 3 : ECHELLE DES TRL

Echelle des TRL (Technology Readiness Level)	
Niveaux de maturité des technologies	
TRL	Description
1. Les principes de base ont été observés et décrits	C'est le niveau le plus bas de maturité d'une technologie. On commence par exemple à évaluer les applications militaires de la recherche scientifique, par exemple sous la forme de publications analysant les caractéristiques fondamentales de la technologie.
2. Les concepts d'emploi et/ou des propositions d'application ont été formulés	Début de la phase d'invention. A partir de l'observation des principes de base, il devient possible d'envisager des applications pratiques. Ces applications restent potentielles. Il n'y a pas de preuve ni d'analyse détaillée pour les confirmer. On n'en est encore qu'au stade d'études papier.
3. Premier stade de démonstration analytique ou expérimental de fonctions critiques et/ou de certaines caractéristiques.	Lancement d'études analytiques et de travaux de laboratoire concernant la validation de certaines briques élémentaires de la technologie afin de valider concrètement les études prévisionnelles.
4. Validation en environnement de laboratoire de briques élémentaires et/ou de sous-systèmes de base	Les constituants de base de la technologie ont été intégrés, mais sous une forme relativement « peu représentative » d'un système éventuel, par exemple sous forme d'un « maquettage » en laboratoire.
5. Validation en environnement représentatif de briques élémentaires et/ou de sous-systèmes.	La représentativité des sous-systèmes s'accroît nettement. Les briques élémentaires sont intégrées dans un ensemble complet permettant l'essai de la technologie dans un environnement simulé réaliste, par exemple sous forme d'une intégration de laboratoire « très représentative ».

### ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

<p>6. Démonstration en environnement représentatif de modèles ou de prototypes d'un système ou d'un sous-système.</p>	<p>On essaie dans un environnement représentatif un modèle représentatif ou un prototype de système, bien plus complet que ce qui a été testé à l'étape 5, et ceci représente une étape clé de démonstration de maturité d'une technologie, comme par exemple l'essai d'un prototype dans un laboratoire restituant de façon très précise les conditions d'environnement, ou les conditions d'emploi opérationnel.</p>
<p>7. Démonstration d'un système prototype en environnement opérationnel.</p>	<p>Démonstration d'un système prototype conforme au système opérationnel, ou très proche. Représente une forte progression par rapport à l'étape 6, avec la démonstration d'un prototype réel, dans un environnement opérationnel, tel par exemple un véhicule ou une plate-forme aérienne, par exemple un aéronef banc d'essais. On recueillera à ce stade des informations pour obtenir l'aptitude au soutien de cette technologie.</p>
<p>8. Le système réel complètement réalisé est qualifié par des essais et des démonstrations.</p>	<p>On a prouvé le fonctionnement de la technologie, sous sa forme finale, et dans les conditions d'emploi attendues. Cette étape est dans la majorité des cas la fin de la démonstration, avec par exemple les essais et l'évaluation du système au sein du système d'arme prévu, afin de savoir s'il respecte les spécifications demandées, y compris pour le soutien en service.</p>
<p>9. Le système est qualifié, après son emploi dans le cadre de missions opérationnelles réussies.</p>	<p>Etape d'application de la technologie sous sa forme finale, et en conditions de mission représentatives, telles que celles qui peuvent être rencontrées lors d'essais et d'évaluations opérationnels, et d'essais de fiabilité, ce qui inclut par exemple l'emploi dans des conditions de missions opérationnelles.</p>