

Appel à projets Accompagnement spécifique des travaux d'intérêt Défense (ASTRID) Edition 2023

DATE DE PUBLICATION 15 décembre 2022

DATE LIMITE DU DÉPÔT DES PROPOSITIONS

le jeudi 2 mars 2023 à 15h00 (heure de Paris)

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

Avant de déposer une 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>).

Version 2

Document publié le 21 décembre 2022. Document révisé le 5 janvier 2023 : correction la date de clôture erronée indiquée en p.2 (2 mars 2023 au lieu du 2 mars 2022)

Version 3

Document publié le 5 janvier 2023. Document révisé le 12 janvier 2023 : révision des descriptions détaillant les sous-axes de la thématique « matériaux énergétiques et énergie », (p.49-50).

anr.fr

86 rue Regnault 75013 Paris

Tél : +33 1 78 09 80 00 – contact-anr@anr.fr

CLOTURE DE L'APPEL A PROJETS

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

Le jeudi 02/03/2023 A 15H00 (HEURE DE PARIS)

Le lien du site de dépôt est disponible sur la page web dédiée à l'appel à projets
<http://www.anr.fr/ASTR-2023>

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

Mme Jessica ROHRBACH
Chargée de projets scientifiques
Tél : 01 78 09 80 26
jessica.rohrbach@agencerecherche.fr

Responsable de programme ANR

M. Emmanuel BETRANHANDY
Responsable de programme ANR
Tél : 01 73 54 83 12
emmanuel.betrandy@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.

Sauf exception motivée ou autre directive de l'ANR, les projets sélectionnés débiteront au 1^{er} janvier 2024 (T₀ scientifique).



ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

SOMMAIRE

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROGRAMME.....	6
1.1. Contexte.....	6
1.2. Objectifs du programme	6
2. CARACTERISTIQUES DE L'APPEL A PROJETS	6
2.1. Caractéristiques de la candidature	7
2.2. Caractéristiques des projets	8
2.3. Caractéristiques des moyens attribués	8
3. DISPOSITIONS DU PROCESSUS DE SELECTION ET ECHANGES AVEC LE MINISTERE DES ARMEES	9
3.1. Dépôt des propositions de projet	11
3.2. Vérification de l'éligibilité	12
3.3. Evaluation des propositions de projet	13
3.4. Sélection des propositions de projet	15
3.5. Résultats	15
4. MODALITES DE FINANCEMENT DES PROJETS SELECTIONNES	16
5. INFORMATIONS PREALABLES AU MONTAGE D'UNE PROPOSITION DE PROJET	18
6. OBLIGATIONS REGLEMENTAIRES DES DEPOSANTS	19
6.1. Déontologie et intégrité scientifique	19
6.2. Publications scientifiques et données de la recherche	20
6.3. Accès aux ressources génétiques et aux connaissances traditionnelles associées	20
6.4. Règlement général sur la protection des données « RGPD »	21
7. ANNEXE 1 : AXES THEMATIQUES	24
7.1. Axe thématique 1 : ingénierie de l'information	24
7.2. Axe thématique 2 : robotique.....	27
7.3. Axe thématique 3 : cybersécurité	29
7.4. Axe thématique 4 : fluides, structures	32
7.5. Axe thématique 5 : ondes acoustiques et radioélectriques	34
7.6. Axe thématique 6 : nanotechnologies, capteurs et composants	38
7.7. Axe thématique 7 : photonique	42
7.8. Axe thématique 8 : matériaux	46
7.9. Axe thématique 9 : matériaux énergétiques et énergie.....	48
7.10. Axe thématique 10 : biologie, sante, NRBC	50
7.11. Axe thématique 11 : hommes et systèmes.....	52
7.12. Axe thématique 12 : sciences humaines et sociales appliquées..	56
7.13. Axe thématique 13 : génie maritime – géosciences.....	59
7.14. Axe thématique 14 : intelligence artificielle	64



ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

8. ANNEXE 2 : DOCUMENTS A FOURNIR.....	69
8.1. Formulaire en ligne	69
8.2. Engagement des déposants.....	70
8.3. Document scientifique	70
9. ANNEXE 3 : ECHELLE DES TRL.....	77

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.

Le programme ASTRID est financé totalement par l'Agence d'Innovation de la Défense (AID). L'ANR assure la mise en œuvre de la sélection et le suivi en lien avec l'AID et plus largement, le ministère des Armées (MINARM)¹.

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 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.

2. CARACTERISTIQUES DE L'APPEL A PROJETS

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

¹ Plus généralement, dans tout le texte de l'appel à projets, les références au MINARM incluent l'AID.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- au Document de Référence d'Orientation de l'Innovation de Défense (DROID) 2022². 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.
- 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 2023 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 2023, des appels à projets ASTRID complémentaires, ciblés sur des thèmes prioritaires pour le Ministère des Armées seront lancés. Sont d'ores et déjà prévu (liste non exhaustive) :

- Extension des zones conflictuelles : grands fonds & espace.
- Impacts pour la défense des transitions climatiques & énergétiques : ressources et résilience.

2.1. CARACTERISTIQUES DE LA CANDIDATURE

Le programme ASTRID vise à soutenir des projets impliquant au moins un partenaire public ou assimilé de la recherche française³. Le nombre total de partenaires (y compris le partenaire coordinateur) est généralement inférieur à cinq.

Un personnel du Ministère des Armées l'ayant quitté 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 déposé dans le cadre de cet appel en tant que coordinateur scientifique ou simple responsable scientifique d'un des partenaires.

Un même⁴ projet ne pourra pas être déposé et redéposé plus de trois fois au maximum à l'appel à projets ASTRID et aux appels thématiques ASTRID, toutes éditions confondues.

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

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

³ Il s'agit d'un partenaire **de droit public** de recherche et/ou diffusion de connaissances (tels qu'EPST, université, EPIC de recherche, etc.) et les partenaires de droit privé de recherche et/ou de diffusion de connaissances, 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.

⁴ 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. »

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

devra être justifiée de façon claire et complète. Dans le cas particulier d'un partenaire du Ministère des Armées, n'ayant pas comme mission principale de réaliser des recherches, 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 spécifiques⁵ concernées ne peuvent pas être trouvées en dehors de ces entités dépendantes du Ministère des Armées. 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** (TRL⁶ de 1 à 4). Les projets peuvent relever d'une « Recherche fondamentale » ou d'une « Recherche industrielle »⁷.

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

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. Robotique
3. Cybersécurité
4. Fluides, structures
5. Ondes acoustiques et radioélectriques,
6. Nanotechnologies, capteurs et composants,
7. Photonique,
8. Matériaux,
9. Matériaux énergétiques et énergie
10. Biologie, santé, NRBC
11. Homme et systèmes
12. Sciences humaines et sociales appliquées
13. Génie maritime - géosciences
14. Intelligence artificielle

Les projets ne correspondant pas aux contenus des axes 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.

⁵ Par exemple, les centres d'essai de la Direction générale de l'Armement.

⁶ TRL : Technology readiness level (voir annexe)

⁷ 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 montant maximal de l'aide allouée aux bénéficiaires est inférieur à **400 k€⁸** par projet, frais d'environnement inclus.

Par dérogation à l'article 3.1. e) ii. 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 %** (Attention, part du préciput laboratoire à réserver).

Les frais pour les doctorants affectés au projet sont éligibles.

Il est à noter que, le présent appel à projets n'ayant pas vocation à se substituer aux appels à projets pour des thèses du ministère des Armées, un projet ASTRID ne pourra pas consister uniquement en un financement d'une thèse doctorale.

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.
- 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 internet⁹.

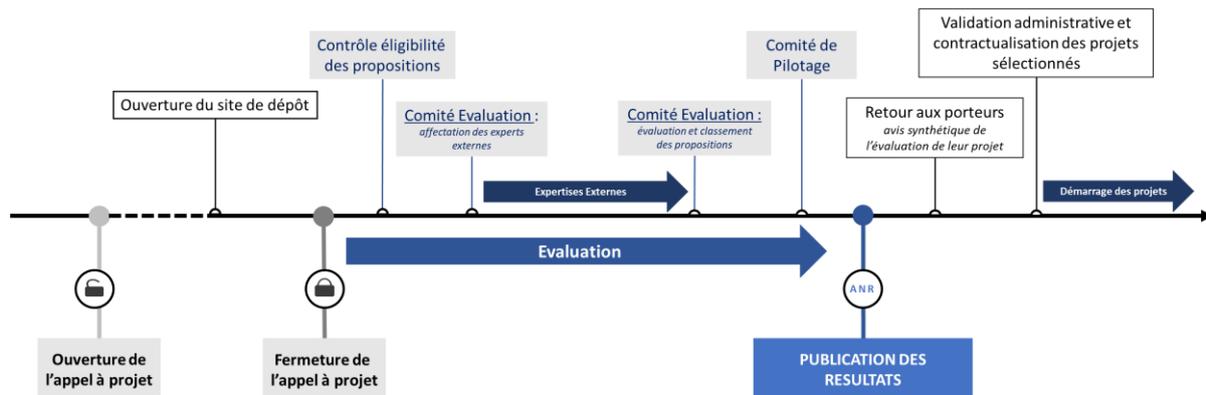
Après publication de la liste des projets sélectionnés, la composition des comités de l'appel à projets ASTRID sera affichée sur le site internet de l'ANR¹⁰.

⁸ Nouveauté 2023

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

¹⁰ Cf. adresse internet indiquée page 1

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE



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 d'évaluation.
- 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.
- 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 financement¹¹ ;
 - 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.

¹¹ 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

- 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/RE>).

Les modalités du présent appel permettent de prendre en compte un « effet mémoire » entre deux éditions d'ASTRID. Ainsi, un projet ayant fait l'objet d'une évaluation en 2022 verra l'expertise de l'année antérieure transmise aux comités si le coordinateur ou la coordinatrice a indiqué ce souhait au dépôt de son document scientifique (sur ce dernier). Cette transmission au comité sera réalisée après réception des expertises externes et réalisation des évaluations individuelles réalisées par les membres du comité.

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.

LA SAISIE DES DONNEES EST SOUS LA RESPONSABILITE DIRECTE DES COORDINATEURS ET COORDINATRICES QUI AURONT PRIS LE TEMPS D'ANTICIPER LE DEPOT.

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 et heure 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.

- Comme indiqué en 2.1, le consortium doit comprendre au moins un acteur public ou assimilé impliqué dans la recherche française (laboratoire d'organisme ou d'établissement de recherche et de diffusion de connaissances éligible au financement de l'ANR)
- 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) et de champ thématique.
- Moyens demandés : le projet doit satisfaire aux conditions du § 2.3. Le montant maximal de l'aide demandé est inférieur à 400 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 déposées dans le cadre de cet appel à projets.
- Les propositions de projet sont inéligibles si elles sont déposées 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 2022 de l'appel à projets ASTRID ne peut soumettre en tant que coordinatrice ou coordinateur un projet à l'édition 2023 de l'appel à projets ASTRID. Il peut néanmoins être responsable scientifique d'un partenaire ou participant à un projet déposé à l'édition 2023 d'ASTRID.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- **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 du MINARM sur le projet ASTRID déposé ou en cours de dépôt dans le cadre de cet appel à projets 2023 n'est autorisé.** Toute transgression de cette clause d'absence d'échange d'informations rendra le projet inéligible¹².
- Caractère unique de la proposition : une proposition de projet ne peut être semblable en tout ou partie à une autre proposition déposée 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 adaptation¹³.
- Conditions propres aux Entreprises (au sens européen de la définition) : l'aide est attribuée à des Entreprises autonomes et indépendantes¹⁴, 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

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 cités dans le paragraphe 2. 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.

¹² Sauf quand la DGA ou une entité du ministère des armées est partenaire et où les échanges concernent uniquement cette participation

¹³ 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)

¹⁴ 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

- 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 déposés 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.

Le comité d'évaluation peut donner un avis sur la conformité des critères d'éligibilité, notamment en matière de TRL.

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 de sérieuses faiblesses persistent.
3	Bien : critère bien traité mais des améliorations nécessaires sont 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, et le rapport de l'édition précédente le cas échéant (si l'effet mémoire est souhaité, voir paragraphe 3). Ils rédigent leur propre rapport d'évaluation individuel (mêmes critères et système de notation que les experts).

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

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

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.

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 du point de vue capacitaire et technique¹⁵.
- Valeur ajoutée et prise de risque du projet¹⁶.

Le comité de pilotage peut donner un avis sur la conformité des critères d'éligibilité¹⁷ et en tenir compte dans le classement. Le rapport de l'édition précédente peut également être joint si l'effet mémoire est souhaité (voir paragraphe 3).

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 termes de sécurité d'approvisionnement pour la défense.

3.5. RESULTATS

L'ANR établit 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.

¹⁵ Tout en préservant l'existence de la dualité

¹⁶ 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.

¹⁷ 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 aides¹⁸, sauf clauses dérogatoires indiquées au présent 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 taux d'aide est déterminé selon la catégorisation du partenaire (Entreprise ou Organisme de recherche) au sens de la réglementation européenne des aides d'Etat à la recherche, au développement et à l'innovation). Le taux d'aide applicable aux partenaires qui sont/auront été catégorisés « Entreprise » au sens de la réglementation européenne est précisé dans le règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR²¹.

Les services administratifs/financiers sont fortement incités à compléter le formulaire de déclarations des activités économiques et le retourner à la Direction des Affaires Juridiques (DAJ) de l'ANR (cf. article 8 infra).

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

L'ANR signera un acte attributif/convention attributive d'aide avec chacun des partenaires bénéficiant d'un financement de l'ANR.

Sauf exception motivée ou autre directive de l'ANR, les projets sélectionnés débiteront au 1^{er} janvier 2024 (T₀ scientifique).

CONDITIONS DE FINANCEMENT DES ENTREPRISES

La participation d'un partenaire de droit privé ou catégorisé « 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 »¹⁹.

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.

¹⁸ Voir lien page 2.

¹⁹ <http://www.agence-nationale-recherche.fr/financer-votre-projet/reglement-financier/>

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

Les « entreprises en difficulté » au sens des lignes directrices relatives aux Aides d'Etat au sauvetage et à la restructuration d'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.

Le taux d'aide applicable aux partenaires qui sont/auront été catégorisés « Entreprise » au sens de la réglementation européenne est précisé dans le règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR²¹

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 le MINARM 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.
- Des fiches de synthèse en début et fin de projets.
- Un support de présentation orale des résultats finaux et les publications, sur demande du MINARM.
- 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, si nécessaire.

- 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 dépendent²⁰.

²⁰ Selon demande.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

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, 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.

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. 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 recherche²¹ (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) :

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

²¹ **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).

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

Seuls les personnels des établissements pour lesquels un financement est demandé à l'ANR entrent dans le 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 autorisation²² préalable de l'AID) qui étudiera au cas par cas ces candidatures²³ sous huit semaines. Passé ce délai, l'ANR considérera la réponse de l'AID comme négative.

Un engagement signé sur ce point devra être fourni par les consortia lauréats au moment du conventionnement.

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 2017²⁴ 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 2023. 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 recherche²⁵ et la charte d'intégrité scientifique et de déontologie de l'ANR²⁶.

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

²² L'obtention de cette autorisation est impérative, la réponse par défaut étant négative.

²³ Transmettre les pièces suivantes : curriculum vitae, passeport, titre de séjour.

²⁴ Circulaire n° 2017-040 du 15-3-2017 - MENESR - DGRI - SPFCO B2.

²⁵ https://www.cnrs.fr/comets/IMG/pdf/charte_nationale__deontologie_signe_e_janvier2015.pdf.

²⁶ <https://anr.fr/fr/lanr-et-la-recherche/engagements-et-valeurs/lintegrite-scientifique/>

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

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 scientifiques évaluées par les pairs issues du/des projet(s) financé(s) par l'ANR en utilisant l'une des trois voies de publication suivantes²⁷ :

- dans une revue nativement en accès ouvert,
- dans une revue par abonnement sous « accord transformant » ou « Transformative journal »²⁸,
- 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

²⁷ 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](#).

²⁸ Définition d'accord dit [transformant](#) ou [journal transformatif](#).

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

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. 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 et de la recherche (MESR) et ii) au stade du développement final d'un produit sous le contrôle du Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires (MTECT). 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 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 MESR. 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 informatiques²⁹ relatifs à la sélection, au suivi des projets et aux études d'impact pour l'exercice de ses missions³⁰. Des données à caractère personnel³¹ sont collectées et traitées à ce titre conformément à l'article 6.1 (e) et (c) du RGPD³². 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 habilitées³³.

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

²⁹ Système d'information métier (SIM), sites de dépôt et d'évaluation des projets, Traitements pour le suivi des projets, les portefeuilles des projets et les analyses

³⁰ Définies dans le décret n°2006-963 du 1 août 2006 modifié portant organisation et fonctionnement de l'ANR

³¹ 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).

³² Règlement général sur la protection des données (UE) n°2016/679

³³ 10 ans à compter de la date d'octroi de l'aide pour les contrôles de la Commission européenne

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

le cas échéant aux organismes de contrôle, sous-traitants de l'ANR, partenaires et autres agences de financement collaborant avec l'ANR³⁴, 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.

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 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 administratifs³⁵, l'échange entre administrations et la réutilisation des informations publiques³⁶. 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 co-

³⁴ Cas des co-financements et collaborations avec d'autres financeurs français ou étrangers de projets de recherche.

³⁵ 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

³⁶ 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

financements 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.

RECOMMANDATION CONCERNANT LES PROJETS INCLUANT DES PARTENAIRES ETRANGERS

Le partenaire étranger³⁷ devra assurer son financement sur fonds propres. Le document scientifique déposé 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 NATION³⁸.

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).

³⁷ 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.

³⁸ 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 et non coopératif, impératifs d'exécution en temps réel ou fortement contraint, etc.).

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 2022) 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 en lien avec les axes « Fluides et structures », « Ondes acoustiques et radioélectriques » et « Génie maritime - Géosciences ».

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

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 PMR³⁹ et militaires** ;
- Techniques de **virtualisation des réseaux appliquées aux réseaux militaires hétérogènes, de Bout en Bout** (réseaux fixes, SATcoms, radio mobiles, radio ad hoc).

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

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).

- **Systèmes senseurs intelligents** ou « *smart sensors* » : détection, reconnaissance, identification et poursuite d'éléments d'intérêt : objets, personnes, logos, anomalies... ; reconnaissance de manipulation (falsification, transport d'information cachée) de données (image, vidéo...) ; l'intégration de la dimension temporelle est primordiale pour garantir le caractère opérationnel selon l'application visée (temps réel ou léger différé) ;
- **Traitement avancé multi-sources** (signal/image dont des capteurs spécifiques Défense, mesures physiques) incluant les **problèmes inverses, techniques de fusion, reconstruction 3D** :
 - **Reconstruction dense de l'environnement perçu** pour la sûreté de navigation, la

³⁹ Private mobile radio.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- caractérisation d'environnements... : MNS, MNT, cartographie vectorielle sémantique 2D et 3D : occupation du sol dont végétation et nature du sol, infrastructures et usages, bâtiments et usages, structure des toitures des bâtiments, réseaux de communication, réseaux hydrographiques, obstacles à la navigation aérienne, etc. ;
- **Analyse de données multi-capteurs selon différentes modalités** (panchromatique, IR/EO⁴⁰, Lidar, multi / hyperspectral, SAR, sonar...) pour la détection d'objets et compréhension de scènes ; fusion de senseurs (gravimétrie, géomagnétisme, etc.) pour la bathymétrie, etc. ;
 - **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, etc. ;
 - **Corrélation, fusion de bases de données** multi-sources (image, électromagnétique, source ouverte...) : recherche croisée, recherche de signaux faibles, confirmation / désambiguïsation, enrichissement sémantique...
 - **Représentation adaptée de l'information** : réalité/perception 3D augmentée⁴¹, fusion symbolique, etc.

Les technologies de traitement de l'information sont également traitées dans les axes « Ondes acoustiques et radioélectriques » (sous-thème 3 : détection, imagerie et communications) et « Photonique » (sous-thème 1 : systèmes d'imagerie).

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 décorrélérer du système réel l'analyse et la

⁴⁰ Infrarouge/électro-optique

⁴¹ Voire virtuelle

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

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.

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 décrits dans l'axe thématique Génie maritime – Géosciences (sous-thème : observation, modélisation et simulation de l'environnement).

7.2. AXE THEMATIQUE 2 : ROBOTIQUE

La thématique « Robotique » s'intéresse aux sciences et techniques qui contribuent à la mise en œuvre et à l'exploitation des systèmes robotisés. L'évolution de telles plateformes 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. 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 doit contribuer à la supériorité des forces françaises sur terre, dans les airs, sur les mers et sous les mers. 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

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

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

L'intégration de systèmes robotisés dans des systèmes sociotechniques invite à 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 ou de tâches risquées et de contribuer à la prise de décision conjointe entre les opérateurs humains et les systèmes robotisés.

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.

Les projets proposés devront en priorité adresser les problématiques décrites dans les sous-thèmes listés ci-dessous. Les projets adressant des problématiques transverses à plusieurs domaines scientifiques et/ou inter milieux (terrestre, naval, aérien) feront l'objet d'une attention particulière.

Les enjeux opérationnels et les contraintes inhérentes au milieu d'emploi auxquels ces projets se proposent de répondre devront être mis en avant.

Les projets s'intéressant à des solutions innovantes et/ou en rupture dans le domaine de la robotique, mais ne rentrant pas directement dans les sous-thèmes listés, pourront également être étudiés.

7.12.1. SOUS-THEME : ARCHITECTURE DES PLATEFORMES ROBOTISEES

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

- Architecture modulaire et évolutive (hardware et software) ;
- Mobilité : Modes de propulsion, mobilité bio inspirée, architectures électromécaniques innovantes, robots déformables (soft robotique) ;
- Robustesse : Résilience mécanique, nouveaux matériaux et matériaux résilients, résistance aux contraintes de l'environnement ;
- Optimisation et autonomie énergétique ;
- Gestion du contrôle commande bas-niveau (dérapage, glissement, franchissement...) pour la téléopération assistée.

7.12.2. SOUS-THEME : COLLABORATION HUMAINS-SYSTEMES

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

- Aide à la planification de mission (Optimisation de la préparation de mission, planification de mission conjointe entre l'homme et le système technique, etc.) ;
- Aide à la gestion de mission (Optimisation de plan multi-contraintes en temps réel ; Stratégie de navigation ; Fonction d'aide à la décision d'engagement ; Prédiction des performances d'observation et d'engagement ; Aide à l'optimisation et à la résilience

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

des communications en environnement adverse) ;

- Dispositifs de commande et contrôle évolutifs, multi systèmes voire universels ;
- Modalités d'interaction adaptées au contexte (selon : tâches en cours, SITAC, historique des interactions, état de l'équipage, configuration IHS courante, autres modalités).

7.12.3. SOUS-THEME : AUTONOMIE

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

- Autonomie décisionnelle adaptative et autonomie ajustable ;
- Allocation dynamique de tâches multicritères ;
- Apprentissage de la nouveauté et apprentissage incrémental.

7.3. AXE THEMATIQUE 3 : CYBERSECURITE

Les enjeux opérationnels

La thématique « Cybersécurité » 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 cybersécurité 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. On peut également souligner l'intérêt d'étudier l'apport de l'intelligence artificielle, notamment pour la détection d'intrusion, l'anticipation des menaces et l'analyse des vulnérabilités, la lutte informatique d'influence, en prenant soin de prendre en compte l'explicitabilité des résultats.

7.3.1. SOUS-THEME : CRYPTOGRAPHIE

- **Cryptographie post-quantique, en particulier à base de codes et de réseaux ;**
- **Preuve de sécurité automatiques et semi-automatiques des protocoles cryptographiques, sécurité des implémentations cryptographiques ;**
- Nouveaux services cryptographiques tels que chiffrement à base d'attributs, signature de groupe, diffusion (broadcast) ;

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Formalisation de la vérification de la bonne gestion et utilisation des algorithmes, paramètres et clés cryptographiques dans un produit ou système ;
- Modélisation de sources connues d'aléa, évaluation de la qualité d'un aléa.

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

- **Mécanismes de sécurisation des OS ou des mécanismes de virtualisation ;**
- **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 ;**
- **Techniques d'évaluation de la robustesse des composants face à des attaques par canaux auxiliaires ou injection de fautes ;**
- **Techniques d'analyse de code statiques ou dynamiques, de recherche de vulnérabilités**
- **Analyse massive automatisée de code à base d'IA ;**
- Techniques de sécurisation des composants ;
- Spécification, formalisation et vérification de conception sécurisée d'architectures matérielles et logicielles ;
- Contrôle et réduction de la surface d'attaque de produits sur étagère (COTS) ;
- Processeurs sécurisés et chiffrement mémoire à la volée ;
- Techniques de compilation permettant la mitigation de vulnérabilité ;
- Cloisonnements (entre processus, mémoire) ;
- Résilience, tolérance aux fautes et sécurité en dysfonctionnement (fail-secure) ;
- Contrôles de conformité des composants par rapport à leur description (GDS2) ;
- Résistance aux attaques par injection de fautes ;
- Génération de tests basés sur des modèles qui permettent de s'assurer de l'adéquation des programmes avec leurs spécifications.

7.3.3 SOUS-THEME : SECURITE CENTREE SUR LES DONNEES

- **Contrôle d'accès cryptographique dans un contexte de multi-domaines de sécurité ;**
- **Vérification et audit des politiques/autorisations en fonction des modèles de contrôle d'accès ;**
- Application d'un contrôle d'accès à la donnée dans un système de type Big Data ;
- Définition d'un système de sécurité centrée sur les données de type multi-niveaux ;
- Détection de la sensibilité de données basée sur des mécanismes d'apprentissage.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

7.3.4 SOUS-THEME : SECURITE DES SYSTEMES ET RESEAUX

- **Supervision adaptative de la sécurité des réseaux en fonction de la connaissance de la menace et de l'environnement ;**
- Cadre (framework) formel pour la vérification des protocoles de routage, voire plus généralement de réseaux ;
- 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 ;
- Sécurité des architectures Cloud ;
- Sécurité des systèmes de contrôle industriel.

7.3.5 SOUS-THEME : CONNAISSANCE DE LA MENACE

- **Analyse automatisée de binaires en particulier détection de similarités ;**
- **Méthodes et moyens d'attribution ;**
- 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 ;
- Elaboration et gestion de la connaissance (ontologie).

7.3.6 SOUS-THEME : LUTTE INFORMATIQUE DEFENSIVE

- **Détection des malwares et des attaques avancées ;**
- **Traitement de donnée massives pour détecter des comportements anormaux et des signaux faibles d'attaque ;**
- **Techniques de détection de contournement des solutions de détection ;**
- **Techniques de leurrage et d'appât pour tromper ou détourner l'attaquant ;**
- Optimisation des stratégies de défense ;
- Explicabilité de la détection en particulier lors du recours à des méthodes d'intelligence artificielle ;
- Détection en présence de flux chiffrés ;
- Techniques de visualisation pour la supervision et pour l'analyse des données et événements de sécurité ;
- Evaluation des solutions de détection.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

7.3.7 SOUS-THEME : LUTTE INFORMATIQUE D'INFLUENCE

- Détection de fake news, de manipulation de l'information, d'informations modifiées, falsifiées (textes, images, vidéos, sons) ;
- Détection de deepfake (textes, images, vidéos, sons) ;
- Détection de données contradictoires, de controverses, de propos haineux ;
- Analyse des réseaux d'influence : identification des relations et des regroupements en communautés, des profils des utilisateurs, leurs rôles (influenceurs, transmetteurs, lecteurs...);
- Classification de profils psychologiques, de personnalités ;
- Détection de bots sociaux ;
- Détection de comportements coordonnés ;
- Analyse et caractérisation de communautés : centres d'intérêt, profils comportementaux, codes de communication, ... ;
- Analyse d'opinions, d'émotions et de sentiments et de leur dynamique dans le temps, et des mécanismes de propagation associés.

7.4. AXE THEMATIQUE 4 : 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 propulsive, 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 ;

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

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

7.4.1. SOUS-THEME : ECOULEMENTS FLUIDES

- Performances aérodynamiques et hydrodynamiques : écoulements à forte dynamique, écoulements à surface libre, écoulements multi-fluides ou multiphasiques,
- Contrôle des écoulements (passif/actif) : approches théoriques du contrôle, technologies d'actionneurs,
- Bruit et écoulements (couplage écoulement/acoustique), sillages d'écoulements (vagues, bulles, tourbillons).

7.4.2. SOUS-THEME : CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES

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

7.4.3. 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.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Atmosphère terrestre : cette priorité est traitée par le domaine scientifique Génie maritime - Géosciences.

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).

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

7.5. AXE THEMATIQUE 5 : ONDES ACOUSTIQUES ET RADIOELECTRIQUES

L'axe « Ondes Acoustiques et Radioélectriques » couvre un large spectre compris entre le Hertz et le bas Térakhertz. 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.

7.5.1. 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 pour antennes multi-fonctions ;

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Lever les limitations structurelles des antennes réseaux actives ;
- Utilisation des bandes millimétriques Ka, V et W, pour répondre aux besoins accrus des transmissions militaires à haut débit et des systèmes imageurs ;
- Radômes : formes 3D non développables, performances radioélectriques (fonctions de filtrage, pertes, aberration, perturbation de la qualité du rayonnement, ...), résistance à la température et aux chocs ;
- Apports des matériaux magnéto-diélectriques ;
- Apports des technologies à base de graphène, de MXenes, de supraconducteurs ;
- Apports de la fabrication additive ;
- Maîtrise des systèmes antennaires en environnement aérothermique ;
- *Diagnostic et auto-calibrage des antennes in-situ, mesures non invasives des antennes.*

7.5.2. SOUS-THEME : PROPAGATION

Ce sous-thème traite 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...).

7.5.3. 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) ;
- Formes d'ondes multifonctions (communication, radar, localisation, guerre électronique);
- Capteurs et réseaux modulaires de capteurs (systèmes MIMO, multistatiques), connectés à une intelligence artificielle pour adapter la topologie des capteurs, la gestion des faisceaux, le choix des formes d'onde, les traitements, en fonction de l'environnement ;
- Architectures radiofréquences et numériques à hautes performances (ex : large bande, efficacité énergétique, SDR, multi formes d'onde...);
- Surveillance des activités électroniques spatiales ;
- Observation radar de l'espace depuis les plateformes satellitaires ;

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- 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 (radio intelligente) et accès multiples (CDMA, SDMA, etc.) ;
- Techniques de couche physique avancées (ex : « Faster-Than-Nyquist », Full duplex, techniques multi-antennes, multi-porteuses...) ;
- Formes d'ondes robustes et/ou sécurisées (ex : estimation/détection aveugle, codage canal, sécurité de la couche physique, auto brouillage...) ;
- Évaluer les potentialités des technologies 5G / 6G ;
- 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 compacts 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 ;
- 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.

7.5.4. 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 ;
- Apports des composites à base de magnéto-diélectriques, de graphène, de MXenes, de supraconducteurs ;
- Apports de la fabrication additive ;

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Caractérisation électromagnétique des matériaux in situ et en température ;
- Dispositifs de protection des satellites ;
- Identification et contrôle des sources de bruits acoustiques impulsionnels 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...);
- Extension des moyens et techniques de mesure de SER et de rayonnement d'antennes (basses fréquences V/UHF, multistatisme) ;
- *Perturbation des systèmes de radio communication (brouillage, leurrage) et techniques de durcissement ;*
- Evaluer les potentialités du quantique en *guerre électronique et écoute du spectre électromagnétique.*

7.5.5. SOUS-THEME : AGRESSIONS ELECTROMAGNETIQUES / VULNERABILITE

- Générateurs électromagnétiques compacts, directifs, agiles en fréquence et en rayonnement ;
- Formes d'onde optimales pour perturber les systèmes électroniques (IED, drones...);
- Maîtrise de la chaîne de vulnérabilité des systèmes - Nouvelles méthodes d'analyse de susceptibilité des équipements électroniques de plus en plus compacts et intégrés, des objets connectés, soumis à des agressions électromagnétiques ;
- 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.

7.5.6. 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, caractérisation champ proche, méthodes statistiques, imagerie CEM ;
- 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.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

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, ...) ;
- **Evolution des moyens numériques et expérimentaux** pour la conception / validation / qualification.

7.6. AXE THEMATIQUE 6 : 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 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...) ...

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- **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.

La thématique « Nanotechnologies, Capteurs et Composants » se décompose selon les 6 sous-thèmes suivants ci-après.

7.6.1. 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
 - 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 »).

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

7.6.2. 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

7.6.3. 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 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.

7.6.4. SOUS-THEME : NANOMATERIAUX

- Amélioration des tenues du combattant et des forces de sécurité : textiles fonctionnalisés et intelligents ; tenues protectrices, filtrantes, autodécontaminantes , propriétés hydrophobes

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

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 ;
 - 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 ;

7.6.5. 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) ;

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- 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 ...

7.7. AXE THEMATIQUE 7 : 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 le domaine terrestre, maritime, aéroporté et spatial de jour comme de nuit, à travers des milieux diffusants (brouillard, fumée, sable ...), turbulents ou habituellement opaques ;
- Neutraliser **par laser les nouvelles menaces** (drone, ...) ou leurs fonctions observation quel que soit leur bande d'observation ;
- Détecter et quantifier les matières dangereuses (explosifs, espèces biochimique),
- Assurer une navigation et la distribution du temps haute performance en l'absence des signaux des systèmes de positionnement par satellites ;
- Maîtriser la signature des plateformes (discrétion).

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

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.

Son périmètre est défini par les 4 sous-thèmes ci-après.

7.7.1. SOUS-THEME : SYSTEMES D'IMAGERIE

Ce sous thème couvre les techniques, technologies d'imagerie et traitements associés pour la détection et l'identification, le dé camouflage d'objets d'intérêt, la détection de matières dangereuse.

Il regroupe :

- L'imagerie multi/hyperspectrale ;
- L'imagerie polarimétrique ;
- L'imagerie haute résolution angulaire ;
- L'imagerie pénétrante ;
- Les nouveaux concepts d'imagerie : techniques et technologie pour l'imagerie avec très peu de photons, l'imagerie « fantôme » (à base de photons intriqués), l'imagerie en dehors de la vue directe... ;
- Traitements image ou signal embarqués en s'appuyant sur les progrès en intelligence artificielle pour la détection, reconnaissance, identification automatique, poursuite d'objets d'intérêt ou amélioration de la qualité image ...
- Systèmes multifonctions compacts intégrant des fonctions optiques proches des détecteurs et nouveaux composants optiques
- Apport des détecteurs de vision neuromorphiques pour l'aide à la navigation ou la détection de menaces ;
- Nouvelles stratégies pour la conception et optimisation de systèmes optiques (performances/encombrement/ traitements)
- Techniques et moyens de protection de systèmes optroniques face à une agression laser (ex : limiteurs non linéaires auto-activés).

Les technologies des détecteurs, élément de base d'un imageur sont traitées dans l'axe thématique « nanotechnologies, capteurs et composants ».

7.7.2. SOUS-THEME : SOURCES ET SYSTEMES LASERS

Ce domaine concerne les technologies pour les sources de rayonnement dont lasers et les systèmes pour la télédétection, l'imagerie active, la contre-mesure optroniques laser, les armes laser haute puissance, la détection de matières dangereuses, et les télécommunications. Le domaine intègre également les aspects modélisation de l'impact du milieu de propagation et sa correction.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

Ce domaine adresse en particulier :

- Matériaux : céramiques laser, cristaux laser, cristaux non linéaires, fibres optiques actives ou passives pour la montée en puissance des sources et l'amélioration des rendements à la prise ;
- Composants pour lasers tout fibré : sources semi-conducteurs (QCL, diode, VEC(E)SEL...) combineur/injecteur/ end-cap, ... ;
- Fibres pour transport de faisceaux forte puissance ;
- Techniques de mise en forme de faisceau spatial et temporel ;
- Techniques de recombinaison de faisceaux pour la montée en puissance des sources ;
- Technologie pour source laser haute énergie (par impulsion) haute cadence ;
- Techniques innovantes et technologies d'imagerie active 3D et traitements numériques associées ;
- Architectures sources ou systèmes innovantes compactes et robustes ;
- Techniques et technologies de balayage rapide (poursuite cible rapide, LIDAR 3D ...) ;
- Techniques et technologies de compensation des effets du milieu de propagation ;
- Techniques et technologies de spectroscopie pour la détection de matières dangereuse (explosifs, espèces chimiques) ;
- Techniques et technologies des communications optiques sécurisées en espace libre haut débit (propagation, communication, couche physique) ;
 - Communications inter satellites ; satellites-Sol ; satellites-aéronefs (avions, drones... ; inter-aéronefs (avions, drones...) ; satellites-navires (bateaux, drones marins...) ; inter-navires (bateaux, drones marins...) ; inter-véhicules
 - Communications optiques LASER pour déport des structures rayonnantes radio au sein d'un Poste de Commandement (discrétion & résilience)
 - Applications des nouvelles technologies optiques « LASER beam shaping » aux télécommunications militaires
 - Protocoles optimisés pour mise en réseaux des liaisons optiques LASER sur des périmètres hétérogènes (SAT, AERO, MER, TERRE)
 - Optimisation de la disponibilité d'un service de communications optiques LASER, par multi ancrages SAT/Sol et mises en réseaux des stations sol
 - Communications optiques LIFI/LED pour réseaux « sans fil, sans rayonnement » pour Poste de Commandement (discrétion, simplification emploi opérationnel, gain de temps à l'installation et retrait d'un PC)
 - Modélisation et correction de faisceaux optiques à travers les milieux de propagation (atmosphère), fumée, sable, eau turbide ...) ;
- Modélisation de l'interaction laser ou lumière /matériau ;
- Potentialités des lasers à impulsions ultra courtes (propagation, interaction laser/matériau...) pour le domaine de la défense.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

7.7.3. SOUS-THEME : COMPOSANTS OPTIQUES ET OPTO-MECANIQUE

Ce sous-thème couvre les nouveaux matériaux et les composants optiques innovants et leur procédé de fabrication. Il couvre en particulier les :

- Nouveaux matériaux (Chalcogénures, céramiques...);
- Optiques moulables ;
- Optiques à gradient d'indice ;
- Nouveaux composants fibrés ;
- Circuits photoniques intégrés ;
- Composants aux nouvelles propriétés (ex focalisation sub-longueur d'onde, méta lentille ...);
- Matériaux nano structurés : phénomène d'exaltation, filtrage spectral de haute performance, antireflets à grande incidence et large bande, traitements multi-bandes (Radar-OP) ;
- Fibres nano-structurées ;
- Sources, détecteurs à base de nano-antennes (MIM) ;
- Méta matériaux passifs ou actifs pour la furtivité, la détection biochimique, la miniaturisation des systèmes d'imagerie ;
- Couches minces : tenue au flux ;
- Optiques adaptatives (Analyseur de Surface d'Onde à grande dynamique-reconfigurable, miroirs actifs...);
- Optiques non conventionnelles comme les optiques free forms englobant les techniques d'optimisation, la simulation, la métrologie des surfaces et leur fabrication.

7.6.4. SOUS-THEME : OPTIQUE ET INFORMATION QUANTIQUE

Ce sous-thème traite du domaine des technologies quantiques et concerne :

- **Les capteurs quantiques** pour la navigation très haute performance en l'absence de signaux GPS ou GNSS (Système Global de Navigation Par Satellite), le renseignement électromagnétique (antenne compacte, analyseur du spectre électromagnétique large bande), la détection d'anomalie magnétique, la synchronisation des composantes d'un réseau : radars et G.E multistatiques, le combat collaboratif,
- à base d'atomes froids, de centres NV dans le diamant (ou SiC) ; d'atomes de Rydberg ou nouveaux matériaux: capteurs intégrés ; multiaxes multifonctions-gravimètres / gradimètres / gyromètres / accéléromètres / horloges ; magnétomètres...
- **Le calcul et simulation quantique** pour l'identification de cas d'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) ;

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Réseaux QIN (Quantum Internet Network) basés sur la téléportation quantique
- Mémoires/répéteurs quantiques : composants pour liens de communication quantique longue distance.

Les priorités affichées pour cet axe sont indiquées ci-après. Il s'agira 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.

- Techniques et technologies pour la miniaturisation des systèmes optroniques par l'utilisation notamment d'optiques innovantes et/ ou par co-conception (optique/capteurs/ traitements) ;
- Nouveaux méta matériaux et composants optiques (techniques d'optimisation du design aux procédés de fabrication) et intégration de ces matériaux dans les systèmes laser ou imagerie ;
- Techniques et technologies pour « voir » plus loin en conditions de vision dégradée (pluie, brume, turbulences, sable ou à travers la végétation, en milieu turbide...) ;
- Techniques et technologies de communication en espace libre
- Miniaturisation des capteurs quantiques pour l'analyse spectrale large bande, magnétométrie, la navigation inertielle sans GNSS, la synchronisation des composants d'un réseau et les technologies habilitantes nécessaires ;
- Technologies et techniques innovantes pour le développement de sources laser à forte puissance (1-2 μ m), avec une très bonne qualité optique et en optimisant le rendement à la prise ;
- Technologies et techniques pour la détection de matières dangereuses à distance (explosifs, agents chimiques et toxiques).

7.8. AXE THEMATIQUE 8 : MATERIAUX

Les procédés de fabrication et les matériaux constituent un socle indispensable à la réalisation de plateformes et systèmes.

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 essentiels pour satisfaire les besoins opérationnels, économiques, géostratégiques, géopolitiques, 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, étape d'autant plus nécessaire pour des procédés d'élaboration et de mise en forme innovants. 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.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

Les **procédés de rupture** dans les technologies de mise en œuvre des matériaux sont également un 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.

La recherche **d'alternatives permettant de pallier des difficultés d'approvisionnement**, d'abaisser les coûts tout en contribuant au respect de l'environnement et aux réglementations en vigueur (REACH, POP...) sont des sujets pris en compte dans nos priorités pour répondre aux enjeux et défis actuels et futurs. De nouveaux procédés de transformation, souples, **moins énergivores et impactants pour l'environnement** seront recherchés.

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 datamining, 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 dans la recherche de nouvelles solutions matériaux pour atteindre les niveaux de performances nécessaires aux futures capacités.

L'allègement, la tenue en environnements sévères et très sévères, la réparabilité, la robustesse seront des objectifs à considérer.

Pour les priorités suivantes :

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

Les thématiques à considérer pourront être :

- **Matériaux architecturés, multifonctionnels ;**
- **Nouveaux procédés dont 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 ;**

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- 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 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.

7.9. AXE THEMATIQUE 9 : MATERIAUX ENERGETIQUES ET ENERGIE

La thématique « Matériaux Energétiques et Energie » couvre les sciences et les technologies relatives à la production, au stockage, à la conversion et à la sécurité des quatre vecteurs énergétiques que sont les matériaux énergétiques, les bio-carburants et carburants de synthèse, l'hydrogène et l'électricité.

Les enjeux pour la défense sont :

- D'une part, de disposer de matériaux énergiques performants, sûrs et à l'approvisionnement sécurisé afin de maintenir la crédibilité de nos forces armées et de la souveraineté nationale en matière de défense.
- D'autre part, la réduction de la dépendance aux produits pétroliers, notamment en intégrant les nouvelles technologies de l'énergie et les carburants de rupture, ainsi que la maîtrise et l'optimisation de la consommation d'énergie,

Les deux sous-thèmes de cet axe sont exposés ci-après.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

7.9.1. SOUS-THEME : MATERIAUX ENERGETIQUES

- Performance : molécules et compositions permettant d'atteindre des performances accrues par rapport à l'existant, aussi bien au niveau initiation, propulsion qu'effet terminal (température de décomposition, vitesse de détonation, pression générée, impulsion spécifique, tenue mécanique, durée de vie...);
- Sécurité d'emploi : molécules et compositions présentant des sensibilités face aux diverses agressions plus faibles, moyen de caractérisation des niveaux de sensibilités sur des matériaux endommagés ;
- Obsolescence et souveraineté : recherche de solutions de substitution pour des matières premières impactées par REACH ou par d'autres réglementations, sécurisation des approvisionnements en matières premières ;
- Procédés de synthèse et de mise œuvre permettant des gains en terme de productivité, de sécurité, de qualité, de propriétés de matériaux produits
- Modélisation et simulation numérique des phénomènes de combustion, de déflagration et de détonation et de transition entre ces différents régimes de décomposition

7.9.2. SOUS-THEME : COMPOSANTS ET SYSTEMES ENERGETIQUES ADAPTEES AUX ENVIRONNEMENTS SEVERES

Dans ce sous-thème, le terme de « stockage d'énergie » correspond à la fois aux batteries et à l'hydrogène.

- Maintien des performances des systèmes de stockage d'énergie dans une gamme de température et d'hygrométrie compatible des déploiements en OPEX tout en garantissant la capacité d'intégration au sein de l'écosystème militaire : interfaçage avec les systèmes en place et adéquation en termes de besoin (autonomie/puissance/encombrement minimal/allègement/ergonomie) ;
- Sécurisation des systèmes de stockage d'énergie : cette sécurisation peut être étudiée de 2 points de vue. Le premier point de vue est de considérer les différentes menaces induites par le déploiement en opérations extérieures des systèmes de stockage d'énergie (température, impact cinétique...). Le second point de vue est de considérer le système de stockage lui-même comme un vecteur de risque pour l'opérationnel (durée de vie du contenant, fuites, conditions d'aérotransport et impact logistique, conditions d'environnement subies...);
- Système de conversion d'énergie électrique à base d'électronique de puissance (convertisseurs statiques) pour des besoins haute tension (minimum 3kV) et des besoins d'interfaces d'alimentation en énergie électrique. L'autre aspect est la prise en compte des régimes impulsionnels ou les variations importantes de courant ;
- Intégration de composants de puissance à base de Carbure de Silicium (SiC) ou voire également à base de Nitrure de Gallium (GaN) afin de maîtriser les auto-échauffements et permettre une meilleure intégration. L'utilisation d'architectures dites « tolérantes aux panne » permet d'augmenter la disponibilité de ces systèmes de conversion. Accent

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

porté sur la robustesse particulièrement dans des environnements sévères (température, vibration, électromagnétique).

7.10. AXE THEMATIQUE 10 : 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

7.10.1. SOUS-THEME : EVALUATION ET MODELISATION DES RISQUES

- Connaissance et caractéristique des agents RBC
 - Effets sur l'homme, les animaux, les plantes (approche « une seule santé »),
 - Diversité des agents biologiques,
 - Occurrence, survie et dégradation dans l'environnement,
 - Nouveaux risques chimiques dont les toxiques industriels
- Modélisation, simulation et prédiction des risques

7.10.2. 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 (ex : drone préleveur et analyseur)
- Séquençage de terrain appliqué à l'analyse de traces d'ADN ou d'ADN dégradées.
- Détection et identification biologique large spectre, sans a priori,

7.10.3. 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

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Analyses de traces (signant une voie de synthèse)
- Protocoles adaptés aux échantillons environnementaux et biologiques (humains, animaux).

7.10.4. 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

7.10.5. SOUS-THEME : DECONTAMINATION

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

7.10.6. 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)
- Lutte anti vectorielle
- 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,
- Prise en charge de la radio contamination interne.

Pour la santé du militaire en opérations extérieures

7.10.7. SOUS-THEME : TRAUMATOLOGIE

- Médecine de guerre
 - Choc hémorragique et ses complications
 - Traumatismes crâniens
 - Lésions dues aux blasts
- Médecine réparatrice

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Réparation tissulaire (peau/os/muscle), bioimpression, organoïdes, IPS, etc.
- Traumatismes liés au sport et à la préparation du combattant (prévention et traitement).

7.10.8. SOUS-THEME : RISQUES POUR L'HOMME LIES A L'ENVIRONNEMENT OPERATIONNEL⁴²

- 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. axe thématique Homme et systèmes),
- Variation de pression (cf. axe thématique Homme et systèmes)
- Laser (cf. axe thématique Photonique)
- Thermophysiole (en conditions extrêmes de température - cf. axe thématique Homme et systèmes)
- Ondes électromagnétiques (cf. axe thématique Ondes acoustiques et radioélectriques)

7.11. AXE THEMATIQUE 11 : HOMMES 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 restaurer⁴³ 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 ;
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.

⁴² Ce sous-thème est également en partie affiché dans les domaines scientifiques « Hommes et Systèmes » et « Ondes Acoustiques et Radioélectriques » et « photonique ». Les dossiers peuvent être déposés indifféremment parmi ces domaines, les projets retenus seront répartis ensuite au sein du collège des responsables innovation.

⁴³ En lien avec le domaine Biologie, santé, NRBC, sur la santé du militaire en opérations extérieures.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

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 2023 pour chacun des sous-thèmes de cet axe sont recensées ci-après.

7.11.1. 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 ;
- 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.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

7.11.2. 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 amie, 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) ;
- 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.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

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 : maîtrise des risques pour l'homme liés à l'environnement opérationnel)

7.11.3. 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 ;
- Opérations d'influence, systèmes technologiques d'intimidation et de désinformation.

7.11.4. 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.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

7.12. AXE THEMATIQUE 12 : SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES APPLIQUEES

Au ministère des Armées, une partie des activités de recherche fondamentale en sciences humaines et sociales (SHS) est prise en compte par l'Institut de Recherche Stratégique de l'Ecole 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, sur l'histoire militaire et de la défense ainsi que sur 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.

Aussi, l'Agence de l'innovation de défense a pour but de promouvoir des travaux de recherche sur des thématiques distinctes de celles de l'IRSEM.

Deux priorités, naturellement interdisciplinaires, sont mises en exergue cette année. Il s'agit d'une part de l'enrichissement des approches théoriques et conceptuelles pour l'ingénierie de l'information et d'autre part des travaux de SHS appliqués au management de l'innovation.

7.12.1. SOUS-THEME : ENRICHISSEMENT DES APPROCHES THEORIQUES ET CONCEPTUELLES POUR L'INGENIERIE DE L'INFORMATION

La 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. Ancré dans les disciplines des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC) cet axe joue un rôle transverse vis-à-vis d'autres axes thématiques. Les SHS sont de ceux-là.

L'axe thématique Sciences humaines et sociales se propose alors d'élargir les capacités de l'axe thématique « Ingénierie de l'Information » en explorant des approches nouvelles et complémentaires à celles déjà existantes et à maturité afin d'aboutir à terme à de nouveaux concepts méthodes et moyens d'analyse, d'interaction et de représentation issus de l'association des disciplines concourant aux sciences de l'ingénieur et de la vaste communauté des SHS, encore trop peu souvent active sur ce domaine transverse et par nature pluridisciplinaire.

L'objectif est de faire émerger des approches qui tout en n'étant pas encore intégrables telles quelles au traitement et à l'ingénierie de l'information, aujourd'hui mises en œuvre via par les sciences du numérique et l'IA, pourrait à terme s'y intégrer et produire des nouveautés ou provoquer des ruptures capacitaires.

Les points qui suivent détaillent, de manière non exhaustive, des pistes de travaux d'intérêt :

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- Dépasser l'analyse sémantique des textes et la synthèse de documents appuyée par cette approche vers des capacités d'analyse stylométrique, argumentative, pragmatique, symbolique
- Améliorer la fouille de données des documents non structurés et des flux d'actualités dans le Web, détecter les données erronées, contradictoires, les controverses, les sentiments, les propos haineux, les dynamiques des opinions, les mécanismes de propagation des rumeurs
- Produire des mises en correspondance de contenus, d'intentions, de tendances ou d'actions dans des domaines aujourd'hui considérés comme indépendants (opinions, dynamique sociale, finance, démographie, mouvement de population, information/désinformation, activités criminelles...) qui pourraient être la signature de menaces hybrides ou "hors limites" où "tous les coups sont bons",
- Instancier ces regards dans des dynamiques temporo-spatiales et à différentes échelles (de l'individu au territoire), qui pourraient se conceptualiser dans un cadre de géographies. La création d'espaces intégrés de dialogue et d'exploitation de ces géographies à différentes échelles permettrait de faciliter la compréhension et l'anticipation des dynamiques des mondes observés,
- Proposer de nouvelles techniques de représentation des connaissances en explorant les apports du design (sans relation avec celui qui participe aux Interactions Homme Machine – IHM) et/ou des narratives.

7.12.2. SOUS-THEME : MANAGEMENT DE L'INNOVATION

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, un concept établi depuis plusieurs siècles, 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 souvent pour être à la mode mais qui ainsi se vide de sens du fait de son usage excessif.

Des travaux scientifiques peuvent contribuer à aider les entreprises et les organismes étatiques à manager l'innovation, à éclairer 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 ...

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

Des permanentes remises en cause épistémologiques, conceptuelles, méthodologiques, techniques, entrepreneuriales et managériales ... s'imposent pour ne pas se faire dépasser. Il s'agira donc ici d'envisager des travaux évitant de sombrer dans une réactivité à l'innovation ponctuelle, à périmètre réduit, subie ou imposée.

La communauté SHS est ici appelée à proposer des travaux qui contribueront à aider le Ministère des Armées à manager ce risque.

Pour ce faire, les travaux attendus 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 et les cadres juridiques économiques financiers pouvant les accompagner,
- Les méthodes d'analyses des évolutions sociétales appliquées à la conception et à l'ingénierie, notamment celles portant sur les mondes numériques et qui peuvent se traduire par des innovations à l'échelle capacitaire,
- Les analyses des usages et leurs évolutions au niveau individuel, groupal, sociétal, interculturel allant des objets techniques aux cultures développant l'innovation,
- Les analyses spatiotemporelles, conjoncturelles et longitudinales, des terreaux et viviers d'innovation,
- Les analyses des représentations qui sous-tendent certaines orientations stratégiques reposent 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 nouvelles en termes de moyens ou de politique de défense, de sécurité, voire de géopolitique,
- Les 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),
- Les 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 applicables ou 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 ou de structuration auprès des décideurs des organisations civiles et militaires ayant en charge l'orientation stratégique, le pilotage ou la coordination de l'innovation dans leur domaine.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

7.13. AXE THEMATIQUE 13 : GENIE MARITIME – GEOSCIENCES

L'axe thématique s'intéresse :

- Pour la partie Génie maritime ;
 - à la production de connaissances scientifiques, de méthodes et d'outils en mesure d'améliorer les performances dans les conditions d'emploi requises en s'intéressant à la conception, l'exploitation, la maintenance et au retrait du service des bâtiments (marine : surface & sous-marins) ainsi qu'aux véhicules satellites (drones aériens, navals, ...)
 - A la dimension collaborative des systèmes navals. 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 Géosciences, 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.

Il s'agit de mobiliser les sciences et techniques pour répondre à ces besoins et pour faciliter le fonctionnement collectif de ces différents systèmes par une approche système de système appliquée au domaine naval.

Cette thématique s'appuie et est complémentaire des thématiques concernant les fluides, les capteurs et leurs traitements, abordées par les axes thématiques Fluides, Structures, Ondes Acoustiques et Radioélectriques, Photonique, Ingénierie de l'information, Intelligence Artificielle et Robotique.

Pour le volet Génie maritime, en lien avec les axes thématiques « Énergie » et « Fluides & Structures », au niveau des plateformes navales (long cycle de vie), les principaux enjeux sont :

- Les nouveaux modes de propulsion avec notamment la problématique de l'hybridité et des sources d'énergie alternatives pour être moins dépendant des énergies fossiles (vs réduction de l'empreinte environnementale) ;
- Les nouvelles conceptions et architectures de navires pour s'adapter aux transitions énergétiques et/ou améliorer les performances (ex. : augmentation de l'autonomie du navire) ;

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- L'automatisation et la conception incrémentale des plateformes navales (exploitées pendant 30 à 40 ans), en s'intéressant également à la prédiction du comportement de la plateforme et de sa durée de vie ;
- La gestion de l'énergie électrique du fait de l'ajout de nombreux systèmes non prévus initialement et potentiellement énergivores (avec les problématiques de stockage/conversion d'énergie/évolution des besoins (nouvelles charges) / durcissement de la réglementation environnementale).

En lien avec les axes thématiques « matériaux » et « matériaux énergétiques et énergie », les travaux susceptibles de réduire la vulnérabilité de nos plateformes vis-à-vis des menaces cinétiques et électromagnétiques (explosions de mines sous-marines, munitions, rayonnement électromagnétique, etc.).

En lien avec l'axe thématique « ondes acoustiques et radioélectriques », l'amélioration de la discrétion acoustique, électrique, électromagnétique.

En lien avec l'axe thématique « Hommes et Systèmes », les systèmes de lutte contre les menaces asymétriques (ex. petit bateau rapide kamikaze chargé d'explosif, ...)

Enfin, les bâtiments exploitent de plus en plus des moyens satellites (drones aériens, drones navals, hélicoptères) qui acquièrent du renseignement ainsi que des effecteurs en mesure d'agir sur l'adversaire (hélicoptères, avions, nouveaux types d'armement). Les propositions de travaux scientifiques et technologiques permettant de faciliter l'exploitation de ces moyens (mise à l'eau, décollage, communication avec la plateforme ou en autonomie, ...) en situations opérationnelles (mer formée, météo défavorable, ...) sont les bienvenues.

7.13.1. SOUS-THEME : PERFORMANCES DE LA PLATEFORME ET PERFORMANCES ENERGETIQUES

- Énergie ou les énergies pour la propulsion ;
- Les nouvelles conceptions et architectures ;
- La conception incrémentale des nouvelles plateformes navales et l'automatisation des plateformes (prédiction du comportement et de la durée de vie de la plateforme (monitoring, jumeau numérique)) ;
- Les nouveaux modes de gestion de l'énergie électrique.

7.13.2. SOUS-THEME : REDUCTION DE LA VULNERABILITE

Travaux susceptibles :

- de lutter contre les menaces cinétiques ;
- de lutter contre les menaces électromagnétiques ;
- d'améliorer la discrétion acoustique, électrique ou électromagnétique ;
- de lutter contre les menaces asymétriques.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

7.13.3. SOUS-THEME : EXPLOITATION DE MOYENS COMPLEMENTAIRES

- Exploitation facilitée pour l'équipage du bateau de drones aériens, drones navals, hélicoptères (exemple au travers de l'amélioration de la stabilisation des bâtiments par la forme de carène, les ailerons de stabilisation, les systèmes de commande, les capteurs d'observation permettant la prédiction des mouvements de la plateforme, avec des logiciels de traitement temps-réel, etc...);
- Exploitation facilitée pour l'équipage du bateau de différents effecteurs pour agir sur l'adversaire.

NB : ces différents moyens (senseurs et effecteurs) doivent pouvoir être mis en œuvre en conditions opérationnelles compliquées (mer formée, météo défavorable ...).

Pour le volet Système de système navals : pour assurer ses missions, une plate-forme navale dispose de ses capteurs propres (optique/optronique, radar, acoustique...). Elle 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.

Le système de combat exploite donc des données issues de nombreux senseurs. Ceci impose de pouvoir fusionner les données et de savoir gérer les priorités.

La tenue de situation au niveau de la plateforme ainsi que la tenue de situation multiplateformes imposent de facto une gestion collaborative des data et de leur exploitation.

Sur la base de ces données, on privilégiera 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 historisation afin de pouvoir préparer des réactions optimisées au niveau de chaque plateforme (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 plateforme (capteurs d'autres plateformes, 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...

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

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.

7.13.4. SOUS-THEME : SITUATION TEMPS REEL

- 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...

7.13.5. SOUS-THEME : OPTIMISATION DES ACTIONS

- 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 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)...

7.13.6. SOUS-THEME : INGENIERIE

- 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 ;

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- 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.

Pour le volet Environnement géophysique – géosciences : 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.

7.13.7. SOUS-THEME : OBSERVATION, MODELISATION ET SIMULATION DE L'ENVIRONNEMENT

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

Météorologie de l'espace : Etude de la formation et de la propagation d'événements solaires à grande échelle et de manière plus générale de rayonnements cosmiques et caractérisation de leur impact sur l'environnement spatial terrestre ainsi que sur les communications, HF, GNSS et composants des satellites.

Atmosphère terrestre :

- Caractérisation de la dynamique et physique atmosphérique (turbulences, vents, rafales, etc.) ;
- Caractérisation de la haute atmosphère (observations/modélisations pour les couches stratosphère/mésosphère) ;
- Prévisibilité de la formation/dissipation des nuages (brouillard, convection, nuages précipitants/ligne de grain, etc.) ;
- Evaluation des impacts liés à des phénomènes extrêmes ou au changement climatique (vagues/submersions/inondations, moussons, dépressions/cyclones, couverture de glace de mer, épisodes caniculaires, givrage, feux de forêt, etc.) ;
- Classification des aérosols, climatologie des aérosols, modélisation du transport des aérosols (cendres volcaniques, vents de sable, aérosols marins, etc.) ;
- Caractérisation de l'impact des électrométéores (des éclairs, foudre des orages, sprite, farfadet, blue jet) sur la dynamique atmosphérique ;
- Evaluation de l'impact du changement climatique sur le climat polaire (Arctique/Antarctique) : passé, présent, futur ;
- Modèle climatique à l'échelle globale ;
- Prévision saisonnière à l'échelle globale et régionale.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

Océan :

- Caractérisation et modélisation des fonds marins (y compris côtier) : nature et relief ;
- Caractérisation et modélisation océanographique : physique (colonne d'eau, surface, courants, glaces...), bioluminescence, biochimique... ; et caractérisation de l'impact sur la bathymétrie et l'acoustique ;
- Modélisation du champ de pesanteur ;
- Modélisation du champ magnétique terrestre ;
- Caractérisation des évolutions morphodynamique du littoral ;
- Caractérisation de l'incertitude des modèles.

Continent :

- Caractérisation de la nature des sols : classification de l'occupation des sols ;
- Caractérisation de l'humidité des sols ;
- Caractérisation de l'absorption des sols ;
- Caractérisation de la portance des sols ;
- Caractérisation de la rugosité des sols ;
- Caractérisation de la nature du sous-sol ;
- Détermination de la présence de cavités.

7.13.8. SOUS-THEME : GEO-VISUALISATION

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...

7.14. AXE THEMATIQUE 14 : 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 2022) pour doter à terme les systèmes de nouvelles capacités ; il s'agit, entre autres, de l'aide à la décision

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

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

7.14.1. 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 ...

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- 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 termes 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-thème 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 & Exploitation de l'information* de l'Axe 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.

7.14.2. 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.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- 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.

7.14.3. 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 adressés. 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... ;
- 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, etc. ;
- Conception de modèles multilingues ;



ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- 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 autres⁴⁴, 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'ANR⁴⁵,

⁴⁴ Les résumés des projets sélectionnés sont destinés à être mis en ligne ultérieurement

⁴⁵ Formulaire de DAE : <https://anr.fr/fileadmin/documents/2022/ANR-Formulaire-DECLARATION-RELATIVE-AUX-ACTIVITES-ECONOMIQUES-2022.pdf>. A renvoyer à 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 dépôt⁴⁶ 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 déposé dans cet appel doivent prendre connaissance du règlement financier relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR et des clauses de propriété intellectuelle 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.

⁴⁶ 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 400k€) & durée du projet (entre 18 mois et 36 mois) ;**
- **Référence d'une thèse DGA en cours le cas échéant**
- **Si re-dépôt du projet : Appel à projet concerné, nom du projet, édition.**
- **Effet mémoire (uniquement pour un re-dépôt d'un projet ASTRID 2022) : souhaitez-vous que l'évaluation du projet déposé lors de l'édition 2022 d'ASTRID soit transmise au comité d'évaluation scientifique ? oui non**

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 DEMANDES⁴⁷

PARTENAIRE 1 : XXX

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

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

⁴⁷ 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 dépôt

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

- 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>
						Responsable scientifique (partenaire Z)

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

						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...*

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.

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX D'INTERET DEFENSE

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>