

Appel à projets

Accompagnement spécifique des travaux d'intérêt Défense (ASTRID)

DATE DE PUBLICATION : Mardi 28 janvier 2025

DATE LIMITE DU DEPOT DES PROPOSITIONS : Lundi 3 mars 2025 à 15h (CET)

MOTS-CLEFS :

Recherche civile, recherche duale, recherche militaire, recherche fondamentale, recherche exploratoire, recherche interdisciplinaire, innovation, preuve du concept, rupture technologique, ingénierie de l'information, robotique, cybersécurité, fluides et structures, ondes acoustiques et radioélectriques, nanotechnologies, capteurs, composants, photonique, matériaux, matériaux énergétiques, énergie, biologie, santé, NRBC, Hommes et systèmes, Sciences humaines et sociales, appliquées, génie maritime, géosciences, intelligence artificielle

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 ([Règlement financier l'ANR](#))

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

CONTACTS

QUESTION TECHNIQUES, SCIENTIFIQUES, ADMINISTRATIVES ET FINANCIERES

Mme Florence LASEK
Chargée de projets scientifiques
Tél : 01 78 09 80 54
florence.lasek@agencerecherche.fr

M. Etienne SABARTHES
Chargé de projets scientifiques
Tél : 01 73 54 81 49
etienne.sabarthès@agencerecherche.fr

RESPONSABLE DE PROGRAMME ANR

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

CALENDRIER

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 ([Règlement financier | ANR](#)) avant de déposer une proposition de projet de recherche.

Ouverture de l'appel à projet :	19 Décembre 2024
--	-------------------------

Clôture de l'appel à projet :	3 Mars 2025 à 15h (CET)
--------------------------------------	--------------------------------

L'ensemble des documents (cf. paragraphe 7) devra être déposé sur le site de dépôt de l'ANR impérativement avant la clôture de l'appel à projets. Le lien du site de dépôt est disponible sur la page web dédiée à l'appel à projets.

Evaluation :	Mars 2025 – Juillet 2025
---------------------	---------------------------------

Résultats :	2nd semestre 2025
--------------------	-------------------------------------

Admissibilité des coûts des projets sélectionnés :	1^{er} Octobre 2025
---	------------------------------------

Démarrage des projets sélectionnés : (Sauf exception ou autre directive de l'ANR)	1^{er} Janvier 2026
--	------------------------------------

Table des matières

1	Contexte et objectifs du programme	4
1.1	Contexte.....	4
1.2	Objectifs du programme.....	4
2	Eligibilité	4
2.1	Caractéristiques des propositions.....	5
2.2	Caractéristiques des travaux.....	6
2.3	Moyens Financiers	6
2.4	Consortium et participation.....	6
2.5	Participation et Echanges avec le Ministère des Armées	7
2.6	Informations préalables au montage d'une proposition de projet	8
3	Disposition du processus de sélection	9
3.1	Evaluation des propositions de projet	10
3.2	Sélection des propositions de projet	11
4	Modalité de financement des projets sélectionnés	12
4.1	Conditions de financement des entreprises	12
4.2	Recommandation concernant les projets incluant des partenaires étrangers.....	13
4.3	Suivi scientifique des projets	13
4.4	Relations avec le Ministère des Armées	14
5	Obligations réglementaires des déposant(e)s.....	14
5.1	Règlement général sur la protection des données « RGPD »	14
5.2	Communication des documents	15
6	Annexe 1 : Thématiques.....	16
6.1	Ingénierie de l'information	16
6.2	Robotique.....	19
6.3	Cybersécurité	21
6.4	Fluides et structures.....	23
6.5	Ondes acoustiques et radioélectriques	25
6.6	Nanotechnologies, capteurs et composants.....	28
6.7	Photonique.....	31
6.8	Matériaux.....	34
6.9	Matériaux énergétiques.....	36
6.10	Energie	37
6.11	Biologie, santé, NRBC.....	39
6.12	Hommes et systèmes.....	41
6.13	Sciences humaines et sociales appliquées.....	44
6.14	Génie maritime et Géosciences	46
6.15	Intelligence artificielle.....	51
7	Annexe 2 : documents à fournir	55
7.1	Formulaire en ligne	55
7.2	Document scientifique.....	56
8	Annexe 3 : échelle des TRL (Technology Readiness Level).....	61

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 des recherches à finalités civiles et militaires.

Le développement des recherches de défense peut profiter aux recherches civiles. Ces dernières 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 un rôle déterminant dans les orientations des processus d'émergence, de maturation et de diffusion de technologies génériques nouvelles.

Le programme ASTRID est intégralement financé par l'Agence d'Innovation de Défense (AID). La sélection et le financement des projets de cette édition sont conditionnés à l'adoption d'une loi de finance 2025. L'ANR assure la mise en œuvre de la sélection, la contractualisation et le suivi des projets en lien avec l'AID et plus largement, le Ministère des Armées (MINARM).

1.2 Objectifs du programme

Le programme ASTRID cherche à identifier les ruptures potentielles, sources d'innovations bénéfiques dans le domaine de la défense, à la recherche civile et à l'industrie. Il a pour objectif le maintien et le développement des synergies avec la recherche civile et 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

En ce sens, le programme ASTRID fait appel à une large communauté scientifique et industrielle, et présente une finalité duale qui permet de sonder et soutenir les projets de recherche à caractère fortement exploratoire et innovant.

Les projets menés au titre du programme ASTRID s'inscrivent dans un cadre général de l'action de l'AID destiné à anticiper et à maîtriser l'évolution des technologies nécessaires et utilisables dans les futurs systèmes de défense et de sécurité.

2 Eligibilité

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 dans le cas où les 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 d'évaluation. Si la proposition de projet est sélectionnée, le bénéficiaire de l'aide doit s'assurer de la conformité de la proposition telle que sélectionnée

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

pour financement et telle que réalisée. Dans le cas contraire, il sera mis en œuvre l'article 7 du règlement financier¹ ((Conditions suspensives et/ou de recouvrement de l'aide).

IMPORTANT

La saisie des données est sous la responsabilité direct des coordinateurs et coordinatrices qui auront pris le temps d'anticiper le dépôt.

Aucun élément complémentaire ne pourra être accepté après la date et l'heure de clôture de l'appel à projet précisées en page 1 & 2 du présent document.

Le projet doit être conforme aux critères décrits ci-après (paragraphe 2.1 à 2.5) dans leur intégralité. Les conditions d'éligibilité présentées sont cumulatives. Il sera également utile de consulter le point information (paragraphe 2.6).

2.1 Caractéristiques des propositions

Complétude des propositions : La proposition de projet sera considérée complète si les trois éléments ci-dessous sont renseignés et disponibles sur le site de dépôt en date et heure de clôture et si à la date indiquée page 1 & 2 chaque responsable scientifique de chaque partenaire a bien signifié son engagement d'information à sa hiérarchie².

- Le formulaire à compléter en ligne
- L'engagement de chaque responsable scientifique de chaque partenaire sollicitant une aide auprès de l'ANR
- Un document scientifique à déposer sur le site de dépôt conforme au format spécifié y compris en terme du nombre limité de pages

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 adaptation³.

Ethique, intégrité scientifique : La proposition de projet doit être conforme à la politique d'éthique et d'intégrité scientifique de l'ANR⁴.

Dépôt / Re-dépôt : Un même⁵ projet ne pourra être déposé que trois fois maximum à l'appel à projets ASTRID et aux appels thématiques ASTRID, toutes éditions confondues.

¹ [Règlement financier | ANR](#)

² Pour de plus amples détails, consulter l'Annexe 2 : documents à fournir

³ 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).

⁴ [Ethique, intégrité scientifique et déontologie | ANR](#)

⁵ Le point 2.6.3 du [Règlement financier | 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 spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

2.2 Caractéristiques des travaux

Type de Recherche : Le programme ASTRID est spécifiquement dédié aux recherches à **caractère civil et militaire**. Les travaux peuvent relever d'une « **recherche fondamentale** » ou d'une « **recherche industrielle**⁶ ».

Maturité technologique : La maturité des travaux doivent correspondre à des niveaux de **TRL 1 à 4** sur l'échelle TRL (voir Annexe 3 : échelle des TRL (Technology Readiness Level)).

Durée des projets : La durée des projets est comprise entre 18 et 36 mois.

Thématiques : Les travaux doivent correspondre à au moins l'une des thématiques scientifiques suivantes par ailleurs détaillées dans [l'Annexe 1 : Thématiques](#).

- Ingénierie de l'information
- Robotique
- Cybersécurité
- Fluides et structures
- Ondes acoustiques et radioélectriques
- Nanotechnologies, capteurs et composants
- Photonique
- Matériaux
- Matériaux énergétiques
- Energie
- Biologie, santé, NRBC
- Hommes et systèmes
- Sciences humaines et sociales appliquées
- Génie maritime et Géosciences
- Intelligence artificielle

Il est à noter que des appels à projets ASTRID complémentaires, ciblés sur des thèmes prioritaires pour le Ministère de Armées peuvent être lancés.

2.3 Moyens Financiers

Moyens demandés : Le montant maximal de l'aide allouée aux Bénéficiaires doit être inférieur ou égal à 400 k€ par projet.

Frais d'environnement : L'AID étant le financeur à 100% de cet appel à projets, les préciputs (frais d'environnement forfaitisés) des bénéficiaires à coût marginal ne seront pas appliqués pour cette édition 2025 - [dérogation à l'article 3.1.1 e) ii.], du Règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR.

Frais de thèse : Les frais de thèse affectés au projet sont éligibles. A noter que le présent appel à projets n'a 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.

2.4 Consortium et participation

Consortium : Le consortium peut être constitué d'entités publiques ou privées françaises dont l'objet est d'exercer des activités de recherche, de développement et d'innovation ou de recherche, de développement, d'innovation

⁶ Voir définitions dans le règlement financier relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR : [Règlement financier | ANR](#).

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

et de formation, dont au moins une entité publique française (y compris les opérateurs sous tutelle du Ministère des Armées et hors structures organiquement dépendantes du Ministère des Armées)⁷.

Coordinateur / Coordinatrice scientifique : Un même coordinateur ou une même coordinatrice scientifique ne peut pas assurer la coordination de plusieurs propositions de projet déposées dans le cadre de cet appel à projets.

Un coordinateur ou une coordinatrice d'un projet ASTRID (ou ASTRID thématique) sélectionné à l'édition 2024 ou 2025 ne peut soumettre en tant que coordinatrice ou coordinateur un projet de cet appel. Cette personne peut néanmoins être responsable scientifique d'un partenaire ou participer à un projet de cet appel à projets.

Conditions propres aux entreprises (au sens européen de la définition) : L'aide est attribuée à des Entreprises autonomes et indépendantes⁸, 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.

2.5 Participation et Echanges avec le Ministère des Armées

IMPORTANT

A compter de la date d'ouverture de l'appel à projets ASTRID, aucun échange d'information, quelle que soit sa forme, entre déposant(e)s et expert(e)s du Ministère des Armées sur le projet déposé ou en cours de dépôt dans le cadre de cet appel à projets 2025 n'est autorisé. Le non-respect de cette disposition prohibant tout échange d'informations rendra le projet inéligible⁹.

Personnel du Ministère des Armées : Un personnel du Ministère des Armées en poste ou 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 ou coordinatrice scientifique ou simple responsable scientifique d'un des partenaires (Hors équipe de recherche du Ministère des Armées répondant aux conditions du point suivant).

Équipes de recherche du Ministère des Armées (MINARM) : 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 des Armées (hors opérateurs sous tutelle) peuvent cependant être partenaires d'un projet sans être financées par le programme ASTRID (sauf consommables éventuellement). Leur participation au consortium devra être justifiée de façon claire et complète.

Dans le cas particulier d'un partenaire du MINARM, 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 spécifiques¹⁰ concernées ne peuvent pas être trouvées en dehors de ces entités dépendantes du Ministère des Armées.

⁷ Par exemple, un projet porté par un consortium composé d'une entreprise et d'une équipe dépendante organiquement du Ministère des Armées sera inéligible.

⁸ L'autonomie et l'indépendance de l'entité s'apprécie 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 modifié 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.

⁹ Sauf quand la DGA ou une entité du Ministère des Armées est partenaire et où les échanges concernent uniquement cette participation.

¹⁰ Par exemple, les centres d'essai de la Direction Générale de l'Armement (DGA).

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

Les équipes de recherche du Ministère des Armées ne peuvent pas assurer le rôle de coordination scientifique d'un projet ASTRID.

2.6 Informations préalables au montage d'une proposition de projet

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 autorisation¹¹ préalable de l'AID qui étudiera au cas par cas ces candidatures sous huit semaines¹².

Le non-respect de cette clause entraînera au minimum l'inéligibilité des coûts associés au poste budgétaire du/des personnes concernées.

Durée de financement des contrats de post-doctorats : la durée de financement de chaque contrat de post-doctorat ne devrait pas être inférieure à 12 mois.

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 de leur proposition auprès de l'ANR.

Relation à l'écosystème Défense : Les partenaires au projet pourront, s'ils le souhaitent, se rapprocher des divers acteurs de l'écosystème français de Défense hors Ministère des Armées¹³. Ces contacts se feront à la seule initiative des partenaires au projet, l'ANR n'intervenant pas dans cette démarche.

Nombre de partenaires : Le nombre total de partenaires (y compris le partenaire coordinateur) est généralement inférieur à cinq.

Implication du coordinateur ou de la coordinatrice scientifique : Le coordinateur ou la coordinatrice scientifique devrait être impliqué(e) au minimum à hauteur de 35% de son temps de recherche¹⁴ (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) :

$$\text{Taux de précarité (\%)} = \frac{\text{Personnel non-permanents financés ANR}}{\text{Total des personnels permanents ou non permanents (financés ou non ANR)}}$$

Seuls les personnels des établissements pour lesquels un financement est demandé à l'ANR entrent dans le calcul. Les doctorantes ou les doctorants et les stagiaires sont exclus du calcul (indépendamment de l'éligibilité des dépenses associées).

Effet mémoire : Les modalités du présent appel permettent de prendre en compte un « effet mémoire » entre les éditions 2023 d'ASTRID ou d'ASTRID thématique. Ainsi, un projet ayant fait l'objet d'une évaluation en 2023 verra l'expertise de l'année antérieure transmise aux comités si le coordinateur ou la coordinatrice a indiqué ce souhait

¹¹ L'obtention de cette autorisation est impérative, la réponse par défaut étant négative.

¹² Transmettre les pièces suivantes : curriculum vitae, passeport, titre de séjour.

¹³ Voir encadré au paragraphe 2.5

¹⁴ 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 spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

lors du dépôt de son document scientifique (au sein de ce dernier). Cette transmission au comité sera réalisée après réception des expertises externes et réalisation des évaluations individuelles par les membres du comité.

Connaissance des besoins de la défense : Le/la déposant(e) pourra se référer :

- Au Document de Référence d'Orientation de l'Innovation de Défense (DROID) 2023¹⁵. 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 (Agence de l'innovation de défense | Ministère des Armées) et autres informations publiques

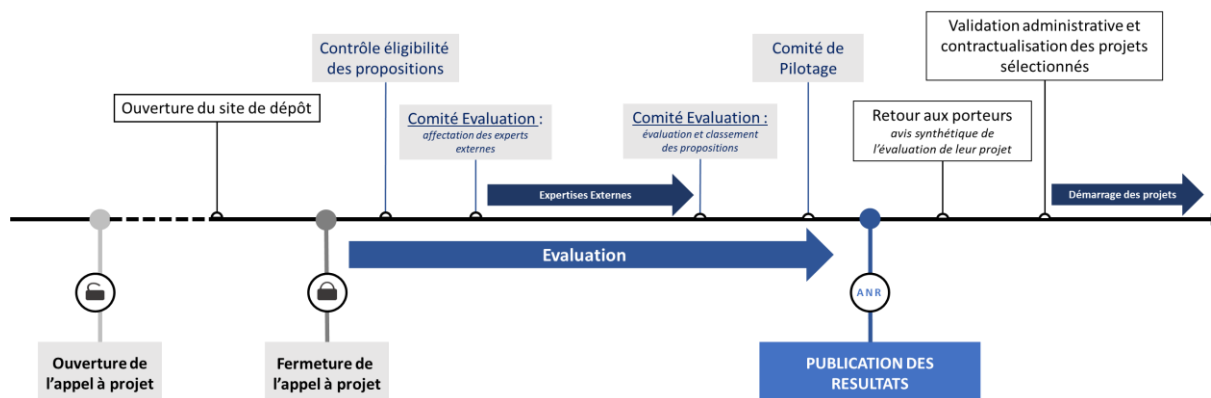
3 Disposition du processus de sélection

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

- Le comité d'évaluation, nommé par l'ANR, est composé de membres des communautés de recherche concernés, issus de la sphère publique ou privée. Il est responsable de l'évaluation des propositions en s'aidant des expertises externes au comité d'évaluation.
- Les expert(e)s extérieur(e)s, proposé(e)s 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 au regard des travaux du comité d'évaluation.

Les personnes intervenant dans le processus d'évaluation et de 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. La charte de déontologie et d'intégrité scientifique de l'ANR est disponible sur son site internet¹⁶.

En dehors des vérifications administratives inhérentes à l'appel à projets, la procédure d'évaluation et de sélection des projets déposés dans le cadre de cet appel est réalisé en plusieurs temps. Les principales étapes de cette procédure sont résumées ci-après et reprises dans la figure suivante :



- Examen de l'éligibilité des propositions par l'ANR, selon les critères explicités au paragraphe 2
- Sollicitation des expert(e)s extérieur(e)s par l'ANR sur proposition du comité d'évaluation
- **Évaluation :**

¹⁵ [Document de référence de l'orientation de l'innovation de défense \(DrOID\) 2023 | Ministère des Armées.](#)

¹⁶ [Ethique, intégrité scientifique et déontologie | ANR](#)

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- Des propositions de projet puis élaboration des avis par les expert(e)s extérieur(e)s, au regard des critères d'évaluation
- Des propositions de projet par le comité d'évaluation après réception des avis des expert(e)s
- Examen des propositions de projet par le comité de pilotage et proposition d'une liste des projets à financer par l'ANR
- Etablissement par l'ANR de la liste des projets sélectionnés (liste principale et éventuellement liste complémentaire) pour un financement sur la base du classement fourni par les comités de sélection dans la limite du budget alloué à l'appel à projets
- Publication de la liste des projets retenus pour un financement et de la composition des comités sur le site internet de l'ANR
- L'ANR informe l'ensemble des coordinateurs et coordinatrices scientifiques du résultat de la sélection. Chacun(e) reçoit également un avis synthétique rédigé par le comité motivant la décision de sélection ou de non-sélection
- 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 4.1 :
 - 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)¹⁷, notamment au regard de l'exclusion des entreprises en difficulté du financement
 - Vérification de la compatibilité de l'aide (notamment établissement de l'effet incitatif)
- Signature des actes attributifs d'aide avec les Bénéficiaires et premiers versements aux Bénéficiaires selon les règles fixées dans le règlement financier relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR.

3.1 Evaluation des propositions de projet

Les expert(e)s extérieur(e)s et les membres du comité d'évaluation sont appelés à examiner les propositions de projet selon les critères d'évaluation suivants :

1. **Pertinence** de la proposition au regard des orientations de l'appel à projets : adéquation aux objectifs et axes thématiques décrits au paragraphe 2.1 et détaillés au paragraphe 6. La recherche proposée devra présenter un caractère spécifique dual. Les applications d'intérêt Défense et civile devront être présentées de façon claire.
2. **Excellence scientifique et/ou caractère innovant** pour la recherche technologique.
3. **Qualité de la construction** du projet.
4. **Faisabilité du projet, adéquation des moyens.**
5. **Qualité du consortium.**
6. **Impact global** du projet.

Les évaluateurs et évaluatrices 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, détaillée ci-dessous, et en rédigeant un commentaire d'argumentation pour chaque critère.

¹⁷ Cf. fiche diffusée sur le site de l'ANR : [Non Financement des entreprises en difficultés | ANR \(pdf\)](#)

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

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

Les expert(e)s opèrent individuellement et dans la confidentialité, sans échange avec des tiers. Ils et elles n'ont à leur disposition que les éléments constituant la proposition de projet tels que déposés par le coordinateur ou la coordinatrice scientifique à la date de clôture de l'appel à projets.

Chaque proposition est évaluée par les membres du comité d'évaluation qui ont à leur disposition les mêmes éléments constituant la proposition de projet que les expert(e)s, les rapports d'évaluation individuels rédigés par les expert(e)s (avec pour objectif au moins deux expertises par proposition), et le rapport de l'édition précédente le cas échéant (si l'effet mémoire est souhaité, voir paragraphe 2.6). Le ou les membres du comité d'évaluation rédige(nt) leur propre rapport d'évaluation individuel. Le comité d'évaluation peut donner un avis sur la conformité des critères d'éligibilité, notamment en matière de TRL.

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 du comité, proposition par proposition, permet une évaluation compétitive des propositions. Les discussions du comité aboutissent à un consensus s'exprimant par un classement des propositions les unes par rapport aux autres en trois catégories : (A) propositions excellentes méritant pleinement d'être sélectionnées, (B) propositions faisant l'objet de remarques mineures et pouvant donc être sélectionnées selon les financements disponibles et (C) propositions n'ayant pas atteint le niveau requis selon les critères d'évaluation pour être sélectionnées.

Pour chaque proposition, un rapport final synthétise le consensus auquel les membres de comité ont abouti.

3.2 Sélection 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 critères suivants :

- **Importance du sujet** par rapport aux objectifs du programme.
- **Importance du besoin défense** du point de vue capacitaire et technique.
- **Valeur ajoutée et prise de risque** du projet.

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

Partenaire étranger : 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 projet.

Les principes de partage 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.

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

4 Modalité de financement des projets sélectionnés

IMPORTANT

Sauf exception motivée ou autre directive de l'ANR, les projets sélectionnés débiteront au **1^{er} Janvier 2026** -TO scientifique).

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). Les services administratifs/financiers sont fortement incités à compléter le formulaire de déclarations des activités¹⁹ et le retourner à la Direction des Affaires Juridiques (DAJ) de l'ANR.

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/décision attributive d'aide avec chacun des partenaires bénéficiant d'un financement de l'ANR.

4.1 Conditions de financement des entreprises

La participation d'un partenaire ou d'un bénéficiaire de droit privé 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 consortium²⁰ ».

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

Le taux d'aide applicable aux bénéficiaires 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'ANR.

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.

¹⁸ [Règlement financier | ANR](#)

¹⁹ Formulaire « [Déclaration réactive aux activités](#) », accompagné d'une fiche explicative relative à la « Catégorisation des Bénéficiaires ». Le formulaire est à renvoyer à : categorisationbeneficiaire@agencerecherche.fr

²⁰ [Règlement financier | ANR ; Fiche « accord de consortium.pdf](#)

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

IMPORTANT

La réglementation européenne des aides d'Etat à la recherche, au développement et à l'innovation impose des 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.

4.2 Recommandation concernant les projets incluant des partenaires étrangers

Le partenaire étranger²¹ 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.

4.3 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 ou de la coordinatrice au séminaire de lancement des projets du présent appel ;
 - à au moins une revue intermédiaire ou finale de projet ;
 - aux colloques organisés par l'ANR (une ou deux participations) ;
 - à des événements (séminaire ou colloque) organisés par le Ministère des Armées ou des entités qui en dépendent²².
- L'invitation de **l'ANR et du MINARM** à toutes les réunions correspondant aux principales étapes du projet (réunion de démarrage des travaux -kick off-, mi-parcours, finale) ;
- La fourniture :
 - De plusieurs comptes-rendus intermédiaires traduisant réellement l'avancement.
 - D'un rapport final de projet et une fiche de synthèse
 - De supports de présentations orales des résultats finaux et des publications, sur demande du MINARM

²¹ Partenaires visés par le paragraphe 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.

²² Selon demande.

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- 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 ;

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

4.4 Relations avec le Ministère des Armées

Dans le cadre de la coopération établie avec l'ANR²³, les partenaires s'engagent à transmettre aux représentants du MINARM ou autres représentants désignés 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 Obligations réglementaires des déposant(e)s

L'ensemble des participant(e)s s'engage à respecter les valeurs et les engagements de l'Agence Nationale de la Recherche décrit au sein du plan d'action 2024²⁴. Ces valeurs portent entre-autres sur la déontologie et l'intégrité scientifique, l'ANR étant signataire de la Charte nationale de déontologie des métiers de la recherche et conformément à la circulaire de mars 2017²⁵, l'égalité et de genre, la mise en œuvre de la promotion de la science conformément aux dispositions de l'article 3.4 du Règlement financier (publications scientifiques, données de la recherche, codes sources et logiciels), la promotion de la culture scientifique, technique et industrielle, l'accès aux ressources génétiques et aux connaissances traditionnelles associées et du dispositif de protection du potentiel scientifique et technique de la nation (PPST).

5.1 Règlement général sur la protection des données « RGPD »

L'ANR dispose de traitements informatiques²⁶ relatifs à la sélection, au suivi des projets et aux études d'impact pour l'exercice de ses missions²⁷. Des données à caractère personnel²⁸ sont collectées et traitées à ce titre conformément à l'article 6.1 (e) et (c) du RGPD²⁹. 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 habilitées³⁰. Les données enregistrées à ce titre ne peuvent être communiquées qu'aux services concernés de l'ANR, aux experts, membres de comités d'évaluation, - pour les projets qui les concernent -, et le cas échéant aux organismes de contrôle, sous-traitants de l'ANR, partenaires et autres agences de financement collaborant avec l'ANR³¹, pôles de compétitivité, services de l'ANR, Etat et

²³ Cf. Contexte et objectifs du programme.

²⁴ [Plan d'action 2025 | ANR](#)

²⁵ Décret n°2020-256 du 13 mars 2020 en application de l'article 80 de la loi de transformation de la fonction publique.

²⁶ Système d'information métier (SIM), sites de soumission et d'évaluation des projets, Traitements pour le suivi des projets, les portefeuilles des projets et les analyses.

²⁷ Définies dans le décret n°2006-963 du 1 août 2006 modifié portant organisation et fonctionnement de l'ANR.

²⁸ 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).

²⁹ Règlement général sur la protection des données (UE) n°2016/679.

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

³¹ Cas des co-financements et collaborations avec d'autres financeurs français ou étrangers de projets de recherche.

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

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 : [CNIL](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.

5.2 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 administratifs³², l'échange entre administrations et la réutilisation des informations publiques³³. Cette communication peut concerner notamment les données de caractérisation des projets, les expertises, le rapport de synthèse du comité de sélection, 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-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.

³² 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.

³³ 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.

6 Annexe 1 : Thématiques

6.1 Ingénierie 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 ; 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. La transmission du signal et de l'information prend des formes de plus en plus complexes ce qui ouvre de multiples axes de recherche.

Ancré dans les disciplines du domaine numérique, le rôle de cette thématique apparaît souvent transverse aux autres thématiques.

LES ENJEUX OPERATIONNELS

Pour la maîtrise de la supériorité informationnelle dans la défense et la sécurité, l'enjeu est d'exploiter ce large potentiel technique en garantissant les fonctions essentielles aux systèmes de défense tous milieux (terrestre, maritime, aérien, spatial, cyber et cognitif), 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.).

LE BOUT-EN-BOUT

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. L'accélération du rythme des opérations impose des traitements au plus près des capteurs, ce qui entraîne de nouvelles contraintes sur le partage et distribution de la donnée et de l'information, ainsi que sur la gestion de systèmes hétérogènes en réseau.

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 DONNEES 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 multimédias, etc.) pour en rechercher ou extraire l'information.

L'objectif recherché est 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.

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

L'émergence des technologies quantiques ouvre de nouvelles perspectives, notamment pour un large champ d'applications du calcul quantique, mais aussi pour les communications.

Les sujets relatifs à ces technologies seront traités en lien avec les thématiques « Cybersécurité » et « Photonique ».

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

Pour la Défense, les axes d'efforts prioritaires (cf. par ailleurs le document de référence DROID 2023) 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.

6.1.1 Sous-thème 1 : Systèmes hétérogènes 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** (au sens large et non dans l'acception du sous-thème 2) **pour les communications** : goniométrie pour l'optimisation des communications, mécanismes de synchronisation, formes d'onde, modems, radio logicielle, radio cognitive, reconfiguration dynamique des communications, exploitation optimale des ressources (temporelles, spectrales, spatiales, puissance, énergie)
- **Techniques des réseaux mobiles (5G, 6G)** appliquées aux services Private Mobile Radio (PMR) et militaires
- **Réseaux, traitements et services distribués** : réseaux de capteurs dont Internet of Things (IoT), réseaux ad hoc de type Mobile Ad hoc Network (MANET), reconfiguration automatique, technologies et architectures de type Mobile Ad hoc Network (MEC), Mobile Ad hoc Network (IAB), etc.
- **Synchronisation horaire des réseaux**, réseaux à contrainte temps réel (technologies de type Mobile Ad hoc Network (TSN), etc.)
- **Techniques de virtualisation des réseaux (Software Defined Wide Area Networks (SDWAN), Software Defined Wide Area Networks (SDN), Software Defined Wide Area Networks (NFV), etc.)** appliquées aux réseaux hétérogènes, de Bout en Bout (réseaux fixes, SATcoms, radio mobiles, radio ad hoc), programmabilité des réseaux, reconfiguration dynamique des réseaux
- **Performances et ingénierie de trafics réseaux**, traitement des flux hétérogènes et sporadiques, Quality of Service/Qualité of Experience (QoS/QoE), optimisation de l'allocation de ressources
- **Planification, optimisation, coordination, gestion, supervision, administration, métrologie/télémétrie** des réseaux suivants : fixes, satellites, capteurs (dont IoT), plateformes mobiles (terrestres, maritimes, aéronautiques), dont drones et robots.

Les aspects protection et sécurité sont traités dans la thématique « Cybersécurité ». La thématique « Ondes acoustiques et radioélectriques » couvre également les systèmes communicants, avec des recouvrements potentiels entre les deux domaines.

6.1.2 Sous-thème 2 : 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, etc. ; reconnaissance de manipulation (falsification, transport d'information cachée) de données (image, vidéo, etc.) ; l'intégration de la dimension temporelle est primordiale pour garantir le caractère opérationnel selon l'application visée (temps réel ou léger différé)

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- **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 caractérisation d'environnements, etc. : 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, Infrarouge/électro-optique (IR/EO), Lidar, multi / hyperspectral, SAR, sonar, etc.) 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, etc.
 - 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, etc.) : recherche croisée, recherche de signaux faibles, confirmation / désambiguïsation, enrichissement sémantique, etc.
- **Représentation adaptée de l'information** : réalité / perception 3D augmentée³⁴, fusion symbolique, etc.

Les technologies de traitement de l'information sont également traitées dans les thématiques « Ondes acoustiques et radioélectriques » et son sous-thème 3 et « Photonique » à travers ses sous-thèmes 1 et 2.

6.1.3 Sous-thème 3 : Modélisation numérique et systèmes complexes

Ce sous-thème englobe les technologies facilitant l'appréhension et la maîtrise de systèmes complexes, ce qui intègre la modélisation numérique y compris multi-échelles. 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, du contrôle / inspection, etc., permettant de décorrélér du système réel l'analyse et la recherche d'optimisation (minimisation de l'intrusion) tout en conservant une grande réactivité :
 - **Métavers** : les applications d'univers virtuels interconnectés pour la formation, l'entraînement, le travail collaboratif, le partage de données, l'aide à la prise de décision (cf. « **Représentation adaptée de l'information** » dans le Sous-thème 2 : Traitement et exploitation de l'information)
 - Le métavers pris dans ses acceptions économiques et sociétales est hors périmètre

³⁴ Voire virtuelle

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- **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

6.1.4 Sous-thème 4 : Calcul et simulations quantiques

L'émergence des technologies quantiques ouvre de nouvelles perspectives d'applications. Outre les capteurs et communications quantiques, le calcul quantique, exploitant les principes de superposition et d'intrication, permet d'envisager un large champ d'applications dont la cryptographie quantique.

Les thématiques d'intérêt défense pour le calcul quantique se focalisent sur **l'identification et la validation de cas d'usage** :

- Optimisation de 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, etc.
- La résolution de problèmes linéaires notamment en électromagnétisme ou modélisation de systèmes physiques en écoulement des fluides ou propagation électromagnétique
- La cryptographie quantique...

Ces cas d'usage sont également susceptibles d'intéresser d'autres domaines scientifiques tels que « Cybersécurité », « Ondes acoustiques et radioélectriques » et « Fluides et structures ».

Font également partie des thématiques suivies :

- **L'émulation quantique**, utilisant des moyens de calcul conventionnels afin d'explorer le potentiel d'algorithmes quantiques
- L'identification au sein de **systèmes hybrides, mêlant HPC (calcul haute puissance) et QPU (calcul quantique), des fonctions à attribuer à chacun**
- Les **algorithmes inspirés par le calcul quantique**, ou « **quantum-inspired** », pouvant être exécutés également sur des architectures classiques

Les travaux sur les ordinateurs quantiques (aspects matériels, intégration de système quantique, systèmes hybrides) ne font pas partie du périmètre.

6.2 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. Il s'agit de prendre en compte les capacités intrinsèques de ces systèmes ainsi que leurs capacités en formation (essaim, collaboration entre systèmes robotisés hétérogènes, collaboration entre systèmes robotisés et systèmes avec opérateurs embarqués). 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 sont concernés.

La gestion et l'exploitation de ces systèmes se complexifient de manière constante, 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). L'émergence des systèmes de systèmes robotisés évoluant en formation engendre également de nouveaux défis. Les travaux à initier pour les relever

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

ouvrent cependant de nouvelles perspectives en matière de partage d'autorité, d'intelligence embarquée et/ou distribuée, de gestion des ressources calculatoires, de résilience face aux menaces cyber ou encore en matière d'architecture système.

LES ENJEUX OPERATIONNELS

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

L'intégration de systèmes robotisées 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 appliqué à des systèmes uniques ou à des systèmes de systèmes robotisés. 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 n'adressant pas directement les sous-thèmes listés, pourront également être étudiés.

6.2.1 Sous-thème 1 : Localisation et navigation

- Résilience de la localisation et de la navigation (robustesse au brouillage, navigation sans GNSS, localisation tout temps et tout environnement, etc.)
- Perception et analyse de l'environnement local (dont fusion de données multi sources, analyse sémantique de la scène, compréhension 3D de l'environnement, perception et analyse collaborative)
- Cobots et Mobilité en environnement dense (co-activité avec d'autres véhicules pilotés/télopilotés/automatisés, individu ou groupe d'individus, etc.)

Exemples de cas d'usage : accompagnement d'un groupe d'individus par un robot terrestre, réalisation de tâches orientées mission par un drone naval au milieu d'un ensemble de bâtiments.

6.2.2 Sous-thème 2 : Architecture des plateformes robotisées

- Architecture modulaire et évolutive (hardware et software)
- Mobilité : Modes de propulsion, mobilité bio inspirée, architectures électromécaniques innovantes, robots déformables (soft robotique), robots à changement de milieu
- Robustesse : Résilience mécanique, nouveaux matériaux et matériaux résilients, résistance aux contraintes de l'environnement
- Optimisation et autonomie énergétique

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- Gestion du contrôle commande bas-niveau (dérapage, glissement, franchissement, etc.) pour la téléopération assistée
- Systèmes low cost, Systèmes low tech

6.2.3 Sous-thème 3 : Collaboration humains-systèmes

- 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 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)

6.2.4 Sous-Thème 4 : Autonomie

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

6.3 Cybersécurité

La thématique « cyber » 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, la lutte informatique d'influence 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 au cyber des programmes actuels et futurs, dans un contexte d'évolution rapide des technologies

La problématique à adresser 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'explicabilité des résultats.

Les sous-thèmes de la thématique cybersécurité à adresser en priorité sont les suivants (notamment les sujets en gras), à noter que tout sujet disruptif sera regardé.

6.3.1 Sous-thème 1 : 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)
- 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

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

6.3.2 Sous-thème 2 : Sécurité matérielle et logicielle des composants et produits

- **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

6.3.3 Sous-thème 3 : Sécurité centrée sur les données

- **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

6.3.4 Sous-thème 4 : Sécurité des systèmes et réseaux

- **Supervision adaptative de la sécurité des réseaux en fonction de la connaissance de la menace et de l'environnement**
- **Automatisation des tests d'intrusion, en particulier étude de génération de code à base d'intelligence artificielle**
- 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

6.3.5 Sous-thème 5 : 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

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- 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)

6.3.6 Sous-thème 6 : Lutte informatique défensive

- **Détection des malwares et des attaques avancées**
- **Traitement de données 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 notamment 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

6.3.7 Sous-thème 7 : Lutte informatique d'influence

- Analyse et caractérisation de communautés (centres d'intérêt, profils comportementaux, influenceurs, évolutions dans le temps, perméabilité entre les groupes, perméabilité cross-média)
- **Détection de fake** (textes, images, vidéos, sons) : **informations modifiées** et deepfake
- Détection de bots sociaux, de comportements coordonnés, détection d'anomalies dans des graphes (sociaux)
- **Profiler les auteurs, stylométrie** (reconnaissance de style multimodal texte image vidéo audio)
- **Analyse d'opinions**, d'émotions et de sentiments et de leur dynamique dans le temps, et des mécanismes de propagation associés
- Topic modeling, identification et **extraction des éléments narratifs**, évolution de narratif, topic-threading
- **Extraction d'informations (possiblement multimodale)** : entités, termes-clés, événements
- **Aide à l'élaboration d'une argumentation ou contre-argumentation**, en prenant en compte le contexte (communauté, style, support de diffusion, etc.), et en s'appuyant sur différentes modalités : texte, image, vidéo, audio
- **Analyse de l'impact des opérations d'influence**, caractérisation des effets produits, évaluation de l'atteinte des objectifs visés : notamment modélisation de graphe et dynamique de propagation

6.4 Fluides et structures

La thématique « fluides et 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. 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

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- Réduire les traces de passage dans l'environnement, favoriser un déplacement en toute furtivité, limiter les bruits et rayonnements acoustiques
- Concevoir des structures de plateforme et d'engins résilientes aux agressions militaires, développer des méthodologies de suivi en service aptes à optimiser le maintien en condition opérationnelle et à en réduire les coûts
- Traiter les dysfonctionnements induits par les écoulements ou les sollicitations physiques sur les systèmes embarqués, concevoir des moyens de protection et de lutte contre les effets des agressions mécaniques

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

Les 3 sous-thèmes de cette thématique sont les suivants :

6.4.1 Sous-thème 1 : Écoulements 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)

6.4.2 Sous-thème 2 : Conception et dimensionnement des structures

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

6.4.3 Sous-thème 3 : Propulsion et écoulements énergétiques

- 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
- Écoulements énergétiques : explosions et effets de souffle, propagation des incendies, systèmes de lutte anti-feu et de protection

EN PARTICULIER, LES PRIORITÉS DE CETTE 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
- **Tenue des structures aux sollicitations sévères :**
 - . Modélisation des chargements en conditions sévères (explosions, souffles, impacts solides)
 - . Ruine des structures (comportement dynamique, endommagement, rupture, résistance résiduelle)
 - . Systèmes de protection des structures (concepts, simulation)

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

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

6.5 Ondes acoustiques et radioélectriques

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

Les 7 sous-thèmes de cet axe thématique et leurs orientations sont :

6.5.1 Sous-thème 1 : Génération 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 réseaux multi-fonctions
- Utilisation des bandes millimétriques Ka, V et W, pour répondre aux besoins accrus des transmissions militaires à haut débit et des systèmes imageurs
- Antennes compactes à base de méta-surfaces, de matériaux composites à permittivité élevée, de matériaux magnéto-diélectriques
- Radômes : formes 3D non développables, performances radioélectriques, fonctionnalisation (filtrage et déviation de faisceaux), limitation des pertes et de l'aberration, résistance à la température et aux chocs, techniques de diagnostic
- Apports de la fabrication additive
- Apports des techniques d'intelligence artificielle pour la conception et la commande des systèmes antennaires
- Maîtrise des systèmes antennaires en environnement aérothermique
- Diagnostic et auto-calibrage des antennes in-situ, mesures non invasives des antennes

6.5.2 Sous-thème 2 : Propagation

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

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- Urbain, indoor (multi-trajets dus aux phénomènes de réflexions et diffractions multiples, masquages par les murs, ...)
- Terrestre (pénétration à travers les couverts, pénétration et 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, ...)

6.5.3 Sous-thème 3 : Détection, 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, guerre électronique)
- Capteurs et réseaux modulaires de capteurs (systèmes MIMO et/ou multistatiques), connectés à une intelligence artificielle pour adapter la topologie des capteurs, la gestion des faisceaux, les 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 le sol et les plateformes satellitaires
- 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...)
- Techniques de couche physique avancées (ex : « Faster-Than-Nyquist », In Band 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 de surveillance et tenue de situation
- Traitements radar non linéaires et itératifs
- Surveillance passive : exploitation de signaux d'opportunité et/ou collaboratifs, détection de 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/leurreurs GNSS

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

6.5.4 Sous-thème 4 : Guerre électronique et furtivité

- 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
- Méta-surfaces à modulation spatio-temporelle par codage de phase
- 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 et/ou d'absorbants dans les parois structurantes des plateformes
- Apports des composites à base de magnéto-diélectriques, de graphène, de MXenes
- Apports de la fabrication additive
- 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, hautes fréquences Ka, multiples incidences, 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

6.5.5 Sous-thème 5 : Agressions électromagnétiques / vulnérabilité

- Générateurs électromagnétiques compacts, directs, 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, connectés et intégrés, soumis à des agressions électromagnétiques
- Techniques de protections (blindage de l'électronique, limiteurs et circuits de protection)
- Perturbation des systèmes GNSS (brouillage, leurrage) et techniques de durcissement

6.5.6 Sous-thème 6 : Compatibilité électromagnétique

- Amélioration de la métrologie : Exploitation du retournement temporel et des techniques d'inter-corrélation du bruit en chambre réverbérante, contrôle des ondes en environnement complexe, caractérisation champ proche, méthodes statistiques, imagerie CEM
- Coexistence électromagnétique et Compatibilité radioélectrique : 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, découplage entre antennes
- Caractérisation et compensation des effets électromagnétiques des plumes des propulseurs électriques spatiaux
- Définition de procédures et stratégies efficaces adressant l'interopérabilité des fonctions et les formes d'onde

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

6.5.7 Sous-thème 7 : Bio-électromagnétisme

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 PRIORITES AFFICHEES POUR L'AXE THEMATIQUE 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 – Systèmes émission/réception large bande reconfigurables multi-services « COM-RADAR-GE-NAVWAR » – Guerre électronique cognitive...
- **Maîtrise des rayonnements** : Matériaux composites et métamatériaux 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, ...).
- Evolutions des moyens numériques et expérimentaux pour la conception / validation / qualification

6.6 Nanotechnologies, capteurs et composants

La thématique « Nanotechnologies, capteurs et composants » est fortement transverse. Elle couvre d'une part l'exploitation des phénomènes physiques ou chimiques nouveaux, n'apparaissant qu'aux dimensions nanométriques (pour des applications clairement identifiées), et d'autre part le développement de nouveaux capteurs, composants, dispositifs ou matériaux qui, même s'ils ne sont pas de dimensions nanométriques, sont obtenus par des techniques de fabrication voisines de celles de la microélectronique. Des réductions d'encombrement, de poids, de consommation énergétique et de coûts, ainsi qu'une amélioration des performances sont recherchées. Le domaine est essentiellement connecté aux thématiques « Ondes acoustiques et radioélectriques », « Matériaux », « Photonique », « Hommes et systèmes », « Biologie, santé, NRBC ».

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

LES PERSPECTIVES OPERATIONNELLES DU DOMAINE CONCERNENT ESSENTIELLEMENT :

- **L'aide et la protection du combattant** : efficacité opérationnelle (tenue, matériel, etc.), amélioration de la perception et de l'observation de l'environnement, menaces BC-E (Biologique, Chimique et Explosifs) ou toutes autres menaces (tirs), etc. ;
- **Le guidage/navigation, la localisation indoor** : développement de nouveaux concepts, amélioration des performances (précision, continuité, robustesse mécanique, etc.) ;
- **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, etc.
- **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 :

6.6.1 Sous-thème 1 : Micro/Nano-électronique

- Composants innovants pour chaînes hyperfréquences et communication : Composants performants (portée, pouvoir discriminant, etc.), 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

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- . 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
- . Etc.
- Composants de puissance à base de Carbone Silicium (SiC) ou voire également à base de Nitrure de Gallium (GaN) permettant une montée en tension, courant et énergie pour des applications telles que la mobilité électrique de demain, le railgun, etc.
- 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, etc.
- Electronique flexible et/ou étirable ; convergence des électroniques Silicium et imprimée, électronique structurale, 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, etc.)
- Packaging innovant : SiP, miniaturisation, composants enterrés, compatibilité haute température, etc., obtenu potentiellement via la fabrication additive (voir Sous-thème 4 : Nanomatériaux)

6.6.2 Sous-thème 2 : Micro et nano systèmes (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, etc., pour intégration dans des systèmes de Défense

6.6.3 Sous-thème 3 : Nanophotonique

- Nanophotonique intégrée sur silicium, composants opto-hyperfréquences (oscillateurs, échantillonnage des signaux, etc.), 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, etc.)
 - . **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, etc.), extension de la bande spectrale
 - . **Détecteurs bandes SWIR et SWIR étendu** : augmentation des performances, miniaturisation, réduction des coûts, etc., filière InGaAs et nouvelles approches comme les détecteurs événementiels asynchrones, les détecteurs à Quantum Dots, etc.
 - . **Détecteurs IR bandes 2 et 3 : refroidis** (filières II-VI et III-V, augmentation de la température de fonctionnement, etc.), et **non refroidis** (diminution du pas pixel, amélioration de la rapidité de détection, etc.)
 - . **Filtres** pour applications multi/hyper-spectrales, polarimétriques, etc.
- Ecrans OLED ou LEDs de fortes résolution et luminance (microdisplays)

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- Métasurfaces pour sources, détecteurs, lentilles, etc.
- 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, etc. L'objectif final est de pouvoir miniaturiser au maximum les futurs systèmes optroniques

6.6.4 Sous-thème 4 : Nanomatériaux

- Amélioration des tenues du combattant et des forces de sécurité : textiles fonctionnalisés et intelligents ; tenues protectrices, filtrantes, auto-décontaminantes, propriétés hydrophobes et oléophobes ; réduction des signatures : camouflage passif ou actif. Certaines thématiques peuvent être aussi étendues au matériel
- Nouveaux matériaux pour la réalisation de composants : épitaxie, tirage de lingots ; métamatériaux ; matériaux à gradient d'indice ou de permittivité ; substrats hybrides (Ex: piézoélectrique/Si), etc.
- 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, etc.)
- Architectures novatrices permettant une intégration poussée (antennes, filtres, report de composants, composants enterrés, etc.), 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

6.6.5 Sous-thème 5 : Nanobiotechnologies

- 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

6.6.6 Sous-thème 6 : Intégration 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, etc.
- Centrale inertielle ultra-miniaturisée (IMU)
- Micro/nano-antennes ou réseaux d'antennes miniaturisées, reconfigurables en fréquences, en directivité, pouvant inclure l'électronique de pilotage, etc.

LES PRIORITES AFFICHEES POUR CETTE THEMATIQUE SONT LES SUIVANTES :

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- **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, etc.
 - . Aide à l'efficacité opérationnelle en lien avec la thématique « **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**
- **Composants de puissance à base de Carbure Silicium (SiC) ou voire également à base de Nitrure de Gallium (GaN) permettant une montée en tension, courant et énergie pour des applications telles que la mobilité électrique de demain ainsi que le railgun**
- **Packaging innovant et thermique associée :** SiP (System-In-Package), etc.
- **Nano-structuration de surface** permettant l'obtention de propriétés spécifiques et multi-physiques pour le traitement des optiques, des tissus, etc.
- **Fabrication additive pour la réalisation de composants, d'antennes, de modules électroniques 3D performants** - Intégration poussée (composants enterrés, « **stackés** », etc.) - Gestion de la thermique, etc.

6.7 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.

Cette thématique couvre également **les technologies quantiques** (hors calcul quantique).

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, sous-marin, aéroporté et spatial** de jour comme de nuit, à travers des milieux diffusants (brouillard, fumée, sable, etc.), turbulents ou habituellement opaques ;
- Neutraliser par laser les nouvelles menaces (drone, etc.) ou leurs fonctions observation quel que soit leur bande d'observation ;
- Détecter et quantifier les matières dangereuses (B, C, E) principalement à distance ;
- 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)

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.

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.**

Le périmètre de la thématique est défini par les 4 sous-thèmes suivants :

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

6.7.1 Sous-thème 1 : Systèmes d'imageries et traitements

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 d'objets enfouis ou faiblement immergés, la détection de matières dangereuse. Cette thématique intègre également les traitements associés pour améliorer les performances et assurer des fonctions automatiques, ainsi que les aspects modélisation de l'impact du milieu de propagation et sa correction. Ce sous-thème concerne :

- L'imagerie multi/hyperspectrale
- L'imagerie polarimétrique
- L'imagerie haute résolution angulaire ; l'imagerie interférométrique
- Les nouveaux concepts d'imagerie : techniques et technologie pour l'imagerie avec très peu de photons, l'imagerie « fantôme », l'imagerie en dehors de la vue directe, etc.
- Les 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, etc.
- Les systèmes multifonctions compacts intégrant des fonctions optiques proches des détecteurs et nouveaux composants optiques
- L'apport des systèmes intégrant des capteurs événementiels pour l'aide à la navigation, la détection de menaces ou la poursuite de cibles rapides
- Les nouvelles stratégies pour la conception et optimisation de systèmes optiques/optroniques (performances/encombrement/ traitements)
- Nouvelles stratégies pour la conception et optimisation de système optroniques intégrant de nouveaux composants innovants (optiques nano-structurées, méta-lentilles, optiques à gradient d'indice, etc.)
- Techniques et moyens de protection de systèmes optroniques face à une agression laser

Les technologies des détecteurs, sont traitées dans la thématique « Nanotechnologies, capteurs et composants ».

6.7.2 Sous-thème 2 : Sources et systèmes lasers

Ce sous-thème concerne les technologies pour les sources de rayonnement dont lasers et les systèmes pour la télédétection, la détection acoustique par fibre optique, l'imagerie active 2D/3D, la détection de matières dangereuses, les communications optiques sécurisées en espace libre, la contre-mesure optroniques laser, les armes laser haute puissance. Le domaine intègre également les aspects modélisation de l'impact du milieu de propagation (atmosphère, mer) et sa correction ainsi que l'interaction laser-matériau. Ce domaine s'intéresse en particulier aux :

- Matériaux et composants laser : Céramiques, 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 et fibres pour lasers tout fibré : combineur/injecteur/ end-cap, etc.
- Sources semi-conducteurs (QCL, ICL, diode, VEC(E)SEL, etc.) : montée en puissance/sélectivité/accordabilité
- Techniques de mise en forme de faisceau spatial et temporel
- Technologies et techniques dont la recombinaison pour la montée en puissance des sources laser tout fibrées
- Techniques innovantes et technologies d'imagerie laser 3D et traitements numériques associées
- Lidars compacts fonctionnant en mode impulsionnel (TOF) ou continu à modulation de fréquence (FMCW)
- Techniques et technologies de balayage rapide (poursuite cible rapide, LIDAR 3D, communications optiques, etc.)
- Techniques et technologies de compensation des effets du milieu de propagation

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- Techniques et technologies de spectroscopie pour la détection de matières dangereuse (B, C, E) optique IR et Thz
- Techniques et technologies des communications optiques sécurisées en espace libre haut débit (propagation, communication, couche physique) :
 - . Communications inter-satellites ; satellites-sol ; satellites-aéronefs ; inter-aéronefs ; satellites-navires ; inter-navires (bateaux, drones marins, etc.) ; 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/ μ 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, etc.)
- Modélisation de l'interaction laser ou lumière /matériau en régime impulsif ou continu
- Potentialités des lasers à impulsions ultra courtes pour le domaine de la défense

6.7.3 Sous-thème 3 : Nouveau matériaux et composants optiques innovants

Ce sous-thème couvre les nouveaux matériaux et les composants optiques ou opto-mécaniques innovants et leurs procédés de fabrication pour miniaturiser les systèmes d'imagerie, laser ou capteurs. Il adresse en particulier les :

- Nouveaux matériaux / optiques non conventionnelles comme les optiques freeforms, optiques à gradient d'indice, englobant les techniques d'optimisation, la simulation, la métrologie des surfaces et leur fabrication
- Nouveaux composants fibrés
- Composants aux nouvelles propriétés
- Matériaux nano structurés : phénomène d'exaltation, filtrage spectral de haute performance, antireflets à grande incidence et large bande, traitements optiques multi-bandes (Radar-OP)
- Couches minces/ tenue au flux
- Fibres nano/micro-structurées
- Sources, détecteurs, à base de nano-antennes
- Méta matériaux passifs ou actifs pour la furtivité, la détection biochimique, la miniaturisation des systèmes d'imagerie actif ou passif
- Circuits photoniques intégrés pour la miniaturisation des systèmes imagerie, lidars, communications optiques en espace libre, etc.
- Apport de la fabrication additive pour optiques ou fibres dans le domaine IR

6.7.4 Sous-thème 4 : Capteurs et informatique quantique

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

- Les capteurs quantiques pour la navigation très haute performance en l'absence de signaux GPS ou GNSS, le renseignement électromagnétique (antenne compacte, analyseur du spectre électromagnétique large

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

bande), détection d'anomalie magnétique, synchronisation des composantes d'un réseau : radars et G.E multistatiques pour le combat collaboratif, la détection d'objets enfouis, la détection de gaz toxiques, etc. :

- Capteurs à base d'atomes froids, de centres NV dans le diamant, à base de défauts dans d'autres matériaux (SiC, Si, etc.) d'atomes de Rydberg ou à base de nouveaux matériaux
- Les capteurs intégrés ; multiaxes multifonctions / gradiomètres / gyromètres / accéléromètres / horloges ; magnétomètres, etc.
- Les réseaux de capteurs quantiques
- Les communications quantiques :
 - Réseaux QIN (Quantum Internet Network) basés sur la téléportation quantique
 - Mémoires/répéteurs quantiques : composants pour liens de communication quantique longue distance
 - Sources de lumière quantique : photons uniques / photons intriqués - focus sur intégration
 - Sources quantiques bas bruit, sources lasers bas bruit, dynamique quantique des peignes de fréquence optiques, intrication multimodale (spectral)
- Les techniques et technologie pour l'Imagerie quantique (basée sur des sources de photons intriqués) pour répondre aux problématiques d'imagerie avec très peu de photons même en présence de bruit de fond ou en milieu fortement diffusif pour la détection, reconnaissance et identification d'objets d'intérêt à faible signature ou en conditions de conditions d'environnement dégradées
- Le calcul et la simulation quantique sont traités dans la thématique « Ingénierie de l'information ».

LES PRIORITES AFFICHEES POUR CETTE THEMATIQUE SONT LES SUIVANTES :

- Techniques et technologies pour la **miniaturisation et l'amélioration des performances des systèmes optroniques** par l'utilisation notamment d'optiques ou architectures innovantes, de circuits photoniques intégrés et/ou par co-conception (optique/capteurs/ traitements)
- Nouveaux métamatériaux pour composants optiques (techniques d'optimisation du design aux procédés de fabrication) et intégration de ces composants dans les systèmes laser ou imagerie
- Techniques et technologies **pour « voir » plus loin à travers des milieux complexes** (pluie, brume, turbulences, sable ou à travers la végétation, en milieu turbide, etc.) **en illumination quantique ou classique**
- Techniques et technologies pour la **miniaturisation, l'amélioration des performances des capteurs quantiques** pour l'analyse spectrale large bande, le développement d'antennes compactes, la magnétométrie, la navigation inertielle sans GNSS, la synchronisation des composantes d'un réseau
- Technologies et techniques innovantes pour le développement de sources laser à fibres à forte puissance à 2 µm

6.8 Matériaux

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

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

mécanismes élémentaires aux situations de couplage, permettra de mieux appréhender les comportements des matériaux. La modélisation multi-échelle en sera une des composantes.

Les **procédés de rupture** dans les technologies de mise en œuvre des matériaux 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, etc.) 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 impactant pour l'environnement seront recherchés**.

Sont indissociables de cette thématique, 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 AXES PRIORITAIRES SUIVANTS :

- **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 la fabrication additive, mise en forme, hybridation et assemblages
- Matériaux pour résistance au choc et à l'impact, capacité d'absorption d'énergie
- Matériaux auto-réparants ou auto-adhérents
- Nouvelles formulations (dont nouveaux alliages type AHE) et synthèses
- Matériaux biomimétiques
- Matériaux bio-sourcés
- Matériaux adaptatifs, activables, communicants
- Fonctionnalisation
- Contrôles non destructifs : nouvelles techniques et capteurs, contrôle santé de structures complexes, suivi sous sollicitations

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- Post-traitements
- Traitements de surface et revêtements, fonctionnalisation et smart coatings
- Solutions anticorrosion, dont optimisation des traitements
- Vieillessement, 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, etc., procédés alternatifs et de recyclage, écodesign, 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.

6.9 Matériaux énergétiques

La thématique « matériaux énergétiques » est associée à un double enjeu de sécurité et de performances, durant tout le cycle de vie des matériaux énergétiques et des munitions dans lesquelles ils sont intégrés :

- Sécurité des personnes et des biens : l'enjeu est de garantir que les matériaux énergétiques possèdent les propriétés de sécurité et d'aptitude à l'emploi depuis leur intégration en munitions jusqu'à leur destruction
- Performances : l'enjeu est de s'assurer que les matériaux énergétiques seront à même de délivrer tout au long de leur vie opérationnelle les performances attendues : initiation d'une chaîne pyrotechnique (amorçage, allumage, relais de détonation), propulsion de projectiles et autoproulsion, efficacité d'une charge explosive, réalisation d'effets spécifiques (éclairant, fumigène, sonore...) ...

C'est une thématique transverse en raison :

- Du nombre de types de matériaux énergétiques concernés et des fonctions assurées
- Et de la grande variété de sous-ensembles et de munitions

C'est également une thématique qui regroupe un grand nombre des disciplines scientifiques (chimie, thermodynamique, thermique, mécanique, génie des procédés...) et le savoir-faire technique permettant de les associer pour comprendre les phénomènes observés.

Les axes de recherche prioritaires concernent :

- La performance : la recherche de 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...) est un axe primordial pour la préparation de l'avenir.
- La sécurité d'emploi : les molécules et compositions qui seront intégrées en munitions doivent présenter des sensibilités face aux diverses agressions acceptables pour un emploi opérationnel. De nouveaux moyens de caractérisation de ses niveaux de sensibilités sont également à rechercher pour être plus représentatifs des conditions réelles d'emploi et prendre en compte divers aspects (par exemple le comportement des matériaux endommagés).

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- L'obsolescence et la souveraineté : Des solutions de substitution pour des matières premières impactées par REACH ou par d'autres réglementations et la sécurisation des approvisionnements sont recherchées.
- Les procédés de synthèse et de mise œuvre : L'amélioration et le développement de nouveaux procédés permettant des gains en termes de productivité, de sécurité, de qualité et de propriétés de matériaux produits sont également des sujets d'un grand intérêt.
- La modélisation et la simulation numérique : L'amélioration des connaissances des phénomènes intervenant lors de la combustion, de la déflagration, de la détonation et de la transition entre ces différents régimes de décomposition passe par le développement de modèles représentant le plus finement possible la réalité. Le développement de nouveaux outils dans le domaine de l'intelligence artificielle et du datamining sont autant d'opportunités pour mieux comprendre certains phénomènes complexes et développer des solutions.

6.10 Energie

La thématique « énergie » s'inscrit dans la stratégie énergétique de défense qui consiste considérer la transition énergétique comme un atout opérationnel afin d'améliorer la performance et renforcer la résilience du Ministère des Armées. Il s'agit de rechercher l'efficacité énergétique par l'emploi des nouvelles technologies de l'énergie et l'optimisation des consommations. Une connaissance fine des consommations énergétiques, liées à la fois à la mobilité et au stationnement, permettra d'anticiper les besoins futurs et d'en maîtriser la croissance. Outre la réduction de l'empreinte carbone du Ministère des Armées, le recours aux énergies alternatives, combiné à l'accompagnement du développement de filières industrielles nationales ou européennes, pourrait renforcer son autonomie énergétique. Cela implique une prise en compte de la dimension stratégique de l'énergie et une coordination des acteurs académiques et industriels. La permanence et la disponibilité –en qualité et quantité– de l'énergie conditionnent la conduite des opérations comme la préparation des forces.

L'atout opérationnel que représente l'énergie doit aboutir à une meilleure prise en compte individuelle et collective des nouveaux enjeux et des usages dédiés, ainsi qu'une approche intégrée dans les activités organiques et opérationnelles. La sûreté de l'accès à l'énergie opérationnelle constitue donc un enjeu majeur, tandis que sa disponibilité repose sur la sécurisation, la robustesse et la résilience des moyens de production, distribution, stockage et pilotage. Dans ce contexte, une approche d'efficacité énergétique par l'emploi des nouvelles technologies de l'énergie et l'optimisation des consommations des systèmes d'armes et technologies afférentes est à développer. Ces sujets s'inscrivent dans les préoccupations civiles, dépassant les besoins propres de la Défense dans ses 3 milieux (terre, air, mer) et reposant sur 3 principaux pivots : diversification des sources d'énergie, performances énergétiques des systèmes opérationnels et management de l'énergie.

L'approche duale attendue repose sur les axes suivants :

6.10.1 Sous-thème 1 : Electrification en tant que complément aux énergies fossiles

Les opérations extérieures suivent une logique d'approvisionnement propre, en partie indépendante d'infrastructures énergétiques centralisées. L'enjeu de capacité à maintenir l'approvisionnement énergétique des opérations en zone de conflit, impliquant une rareté énergétique accrue et le déni d'accès à des solutions thermiques facilement détectables, repose sur différents dispositifs d'alimentation et de gestion électrique, dont l'efficacité, la mobilité et la résilience en configuration haute intensité sont à améliorer. Les items suivants sont considérés :

- **Les batteries ; les nouveaux systèmes de stockage électrochimique** (Na-ion, Ni-Zn, Ni-Cd, Ni-MH, piles thermiques, super-capacités, etc.) avec un point d'attention sur la sécurité de ces dispositifs et leurs conditions d'emploi en environnement sévère. Au-delà de l'augmentation de la densité d'énergie des dispositifs de stockage électrochimique proposés, leur densité de puissance, leur capacité de démarrage à

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

froid ou encore leur capacité de stockage sur la durée devront également être étudiées. Les batteries de stockage électrique participent également à la création d'un mix énergétique optimal lorsqu'elles sont couplées à d'autres sources d'énergie. Cette synergie est recherchée.

- **L'hybridation, comme moyen d'optimisation énergétique**, sera également considéré - les capacités d'alimentation sans fil en application sur les drones ou les fantassins avec une attention particulière sur la capacité de recharger des systèmes rapidement sans intervention humaine en explorant par exemple, la recharge de contact magnétique ou les technologies optiques
- **Solutions innovantes en matière d'électrification** : L'optimisation de l'énergie électrique à bord des systèmes, ainsi que l'électrification/hybridation des fonctions hydrauliques, pneumatiques et mécaniques font également l'objet d'études menées par le secteur civil. Par exemple, l'emploi simultané d'équipements énergivores (radar, guerre électronique, liaisons de données) génère une consommation électrique peu lissée (pics) qui motive un dimensionnement plus conséquent, source de surpoids et d'une moindre élongation. Il s'agit notamment d'étudier la capacité à déposter certaines fonctions vers des plateformes innovantes faiblement carbonées.

Exemples de domaines d'applications :

- Distribution de l'énergie en zone avant en environnement énergétique rare
- Munitions téléopérées (par exemple, en remplaçant des batteries par des piles primaires)
- Drones, fantassins
- Electrification des plateformes et systèmes d'armes

6.10.2 Sous-thème 2 : Carburants alternatifs, incluant la filière hydrogène

Le recours aux carburants alternatifs (carburants de synthèse ou biocarburants) tant pour la mobilité que pour le stationnement permettra une meilleure performance opérationnelle, ainsi qu'une résilience énergétique accrue. L'encombrement de la logistique énergétique en opérations extérieures, se devant être limité, l'identification de carburant alternatif susceptible d'aider la mise en œuvre de la politique du carburant unique³⁵ permettra de répondre entre autres à cet impératif. Ainsi, les items suivants sont pris en considération :

- **La production d'hydrocarbures de synthèse** : L'intervention de technologies de captage d'intrants tels que CO₂, NH₃ ou O₂ dans l'air ou dans l'eau, permettant la production de ces hydrocarbures ou intermédiaires, sera également prise en compte. Une attention particulière est portée sur la capture du CO₂ dans les mers/océans. Des exemples de cas d'usage sont bienvenus.
- **La transformation du CO₂ en molécules à hautes valeurs ajoutées**, via le développement de catalyseurs dédiés (par exemple pour l'hydrogénation directe du CO₂), vouée à la production de carburant de synthèse et/ou d'intermédiaires.
- **Le dihydrogène et son emploi de niches** : L'étude de la transformation du H₂ avant son usage, le stockage sécurisé du H₂ (hydrures ou formes stables en conditions normales de température et de pression), ainsi que son acheminement robuste et sécurisé ; par exemple, la liquéfaction du H₂ compatible en environnement extérieur. La problématique des drones à H₂ est également à considérer.
- La production de H₂ en mobilité (conteneurisée et transportable). Des scénarii d'emplois cibles tel que les drones à hydrogène liquide peuvent être proposés.
- Les alternatives aux groupes électrogènes diesel, telles que les générateurs thermiques à hydrogène sont également considérés (par exemple pour des applications de mobilité ou dans le cadre de la conversion de générateurs diesel pour des usages statiques/camps).

³⁵ [27.10.2020 Stratégie énergétique de défense.pdf](#)

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- **Le développement de piles à combustibles** innovantes permettant de disposer d'un maximum d'énergie embarquée lors d'une utilisation en environnement sévère. Par exemple : autonomie pour systèmes sous-marin pour cas d'usages type drone, navire et/ou observatoire sous-marin, objet/système mobile et/ou stationnaires sous l'eau.
- **La logistique de distribution de carburants alternatifs en zone tactique ou isolée** : L'attention porte sur les moyens de fournir de l'énergie via les carburants alternatifs en tenant compte de l'ensemble de la chaîne logistique.

6.10.3 Sous-thème 3 : Valorisation de l'énergie fatale

La récupération de l'énergie fatale peut conduire à plusieurs axes de valorisation, notamment répondre aux besoins de chaleur à proximité (notamment dans des zones isolées) ou encore transformer en froid ou en électricité pour un usage interne ou externe. L'intégration dans un volume contenu de technologies déjà matures pourrait permettre une réduction de la consommation énergétique en adéquation avec la finalité opérationnelle. De telles technologies ne nécessitent pas de développement mais doivent être prévues dès la conception (par exemple l'intégration aux spécifications navires). Les items suivants sont considérés :

- **La valorisation de l'énergie fatale en mobilité (intégrable à un générateur)** : Les systèmes de récupération de chaleur fatale présentant une solution légère mobile disposant d'un faible encombrement et facile à intégrer avec l'existant (tel que les groupes électrogènes, notamment au niveau des fumées et des circuits de refroidissement, ou encore les habitations isolées).
- **Les systèmes de valorisation de l'électricité fatale** : En termes d'application militaire, cela peut être utile en opération extérieure (par exemple sur les bancs de charge)
- La production du froid
- **Le chauffage innovant**, haute efficacité énergétique à encombrement réduit
- **La récolte d'énergie** dédiée aux objets électroniques de l'électronique vestimentaire, pour des applications d'usage telles que les fantassins.

6.10.4 Sous-thème 4 : Technologies solaires

Ce sous-thème vise à exploiter les propriétés uniques de la lumière et valoriser les interactions lumière-matière pour explorer et contrôler des systèmes physicochimiques afin de faire évoluer les technologies vers des nouveaux modes de production dont :

- Les **dispositifs pour la production de carburants solaires** : L'intégration des systèmes photo(électro)catalytiques dans des dispositifs photoélectrochimiques sera pris en considération, en évaluant leurs performances et leur stabilité dans des conditions simulées réalistes, ainsi qu'en extérieur.
- Les **technologies solaires photovoltaïque et les technologies solaires thermiques**, qui peuvent être déployés rapidement : Les solutions de panneaux solaires ou de solaire flexible pour des applications fantassins seront également considérées.
- Des **solutions associant la production d'énergie solaire et le stockage d'énergie** nécessaire à l'efficacité énergétique de tout équipement (par exemple à l'installation d'un groupe électrogène).

6.11 Biologie, santé, NRBC

La 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

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

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, etc.). 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 AXES PRIORITAIRES POUR CHACUN DES SOUS-THEMES DE CETTE THEMATIQUE SONT DECRITS CI-DESSOUS.

6.11.1 Sous-thème 1 : Evaluations et modélisations 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 et toxiques suffocants
- Modélisation, simulation et prédiction des risques

6.11.2 Sous-thème 2 : Détection, 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 dégradés
- Détection et identification biologique large spectre, sans a priori

6.11.3 Sous-thème 3 : Filière de la preuve

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

6.11.4 Sous-thème 4 : Protection

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

6.11.5 Sous-thème 5 : Décontamination

- Décontamination « douce » non destructive des matériels/surfaces ayant une empreinte logistique allégée :
 - . Système de décontamination RBC polyvalent
 - . Matériaux auto-décontaminants

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- Contrôle de contamination et levée de risque
- Décontamination corporelle (peau saine et lésée)

6.11.6 Sous-thème 6 : Contre-mesures médicales

- 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

6.11.7 Sous-thème 7 : Traumatologie

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

6.11.8 Sous-thème 8 : Risques pour l'homme liés à l'environnement opérationnel

Ce sous-thème est également en partie affiché dans les thématiques scientifiques « Hommes et systèmes », « Ondes acoustiques et radioélectriques » et « Photonique »

- 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, etc.)
- Traumatisme sonore (cf. thématique « Hommes et systèmes »)
- Variation de pression (cf. thématique « Hommes et systèmes »)
- Laser (cf. thématique « Photonique »)
- Thermophysiologie (en conditions extrêmes de température) (cf. thématique « Hommes et systèmes »)
- Ondes électromagnétiques (cf. thématique « Ondes acoustiques et radioélectriques »)

6.12 Hommes et systèmes

La recherche et l'innovation dans la thématique « hommes 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 :

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

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- 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.

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 PRIORITES POUR CHACUN DES SOUS-THEMES DE CETTE THEMATIQUE SONT RECENSEES CI-DESSOUS.

6.12.1 Sous-thème 1 : Maîtrise des risques pour l'homme liés à l'environnement opérationnel

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, etc.) 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 thermophysiological en environnements extrêmes (chaud, froid, humide, sec, venteux, etc.) ainsi que les systèmes de monitoring et de protection associés
- Exposition aux bruits impulsifs 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, etc.)
- Gestion de la fatigue physique (musculaire, articulaire, etc.), cognitive (i.e. saturation, épuisement, etc.) et psychologique (sérénité, motivation, etc.)
- 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 non technologiques 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 opérationnelle (physique & cognitive), de la récupération et/ou du sommeil

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, environnements confinés, etc.) sont à aborder via la thématique « Biologie, santé, NRBC ». Les risques liés aux rayonnements électromagnétiques sont à aborder via la thématique « Ondes acoustiques et radioélectriques ».

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

6.12.2 Sous-thème 2 : Recherche de l'efficacité opérationnelle des systèmes 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, etc.) 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, etc.)
- Assistance à la perception, à l'analyse et à la compréhension de la situation tactique, opérative ou stratégique et au décryptage des jeux d'influence et manœuvres en cours
- Aide à l'élaboration, à la tenue à jour et au partage de la conscience de la situation tactique dans laquelle le collectif évolue (situations et actions amies, connaissance de la situation et actions possibles/probables de l'ennemi, état et actions des éléments neutres, gestion des situations d'imbrication)
- Gestion et collaboration avec des formes d'intelligences artificielles, de l'assistance au partage d'autorité, du partage d'autorité à la délégation éclairée (compréhension, maîtrise, confiance, etc.)
- Capacité à opérer plusieurs dispositifs via des moyens d'interaction ajustée (robots, drones, meutes de robots, essais de drones, groupe hétérogène de plateformes)
- 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-animaux, hommes-technologies)
- Monitoring de l'état physique et cognitif (vigilance, attention, charge de travail, etc.), protection contre les erreurs, développement de contre-mesures s'inscrivant dans des travaux de neuro-ergonomie ou de neurosciences
- Méta-connaissances, 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 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 ou perturbant ses fonctions motrices, perceptives, cognitives, sa motivation, etc.

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

- Savoir & comprendre
- Commander & interagir
- Influencer
- Se projeter – durer – savoir se désengager
- Agir avec précision & combattre

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- Se protéger et résister (cf. Sous-thème 1 : Maîtrise des risques pour l'homme liés à l'environnement opérationnel)

6.12.3 Sous-thème : Prise en compte de la dimension émotionnelle

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 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, de l'acceptation à l'exploitation optimisée 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
- Contre-mesure face aux « psyops » et opérations d'influence adverses

6.12.4 Sous-thème 4 : Usage de la technologie au profit du soldat blessé

- Recherches pour rétablir autant que faire se peut les fonctions motrices, perceptives, cognitives du soldat blessé (en liens avec les autres thématiques scientifiques pour couvrir le champ des NBIC – Nanotechnologies, Biotechnologie, Intelligence artificielle, Cognitique)
- Recherches technologiques pour aider le corps médical dans le traitement des blessures psychiques
- Orthèses ou prothèses pour les fonctions motrices et perceptives
- Interfaces cerveau machine

6.13 Sciences humaines et sociales appliquées

La recherche en sciences humaines et sociales (SHS) est soutenue au ministère des Armées par différents acteurs, avec l'ambition de couvrir l'ensemble du spectre de ce champ scientifique au bénéfice des armées.

Pour l'Agence pour l'innovation de défense, le domaine d'innovation des sciences humaines et sociales s'intéresse à l'homme en tant qu'individu mais aussi en tant qu'acteur social dans sa manière de construire ses représentations et d'interagir avec l'autre et l'environnement.

Elle s'intéresse aussi aux organisations et à leur fonctionnement ainsi qu'à leur capacité à prévoir les évolutions et à produire les innovations nécessaires pour s'y adapter.

Les travaux soutenus par l'AID sont donc complémentaires avec les activités de la DGRIS³⁶ de soutien à la recherche stratégique qui visent à observer, comprendre et contribuer à expliquer l'environnement stratégique dans le but d'élaborer et de conduire la politique de défense de la France.

³⁶ Direction Générale des Relations Internationales et de la Stratégie

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

Cette thématique est structurée autour de 3 axes, un axe analytique, un axe méthodologique et un axe orienté sur les outils qui s'expriment dans 3 sous-thèmes et enfin, une invitation à l'ouverture à l'ensemble des disciplines des SHS.

6.13.1 Sous-thème 1 : Approches théoriques et conceptuelles pour l'ingénierie de l'information

Cette partie s'intéresse aux sciences et techniques contribuant à la transformation progressive d'un signal à une information vers l'acquisition de connaissances. Ancrée dans les disciplines des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC), cette thématique joue un rôle transverse par sa capacité de dispersion au sein d'autres thématiques.

La thématique Sciences humaines et sociales se propose alors d'élargir les capacités de la thématique « Ingénierie de l'information » de cet appel à projets en explorant des approches nouvelles et complémentaires à celles déjà existantes. L'objet de cette conjoncture transdisciplinaire est de faire mûrir des réflexions innovantes afin d'aboutir, à terme, à de nouveaux concepts, méthodes et moyens d'analyse. Cette transdisciplinarité suppose un renforcement des interactions et des partages de représentations issues de l'association des disciplines concourant aux sciences de l'ingénieur, de la cognition, du design d'interaction et de la vaste communauté des SHS.

Cette stratégie a pour dessein de faire émerger des approches expérimentales, qui nécessitent encore des ajustements pour à terme, être intégrées au traitement et à l'ingénierie de l'information, aujourd'hui mises en œuvre via par les sciences du numérique et l'IA. Ces expérimentations mettent en lumière des enjeux dyadique tant porteurs d'innovations que générateurs de ruptures capacitaires.

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

- Dépasser l'analyse sémantique des textes et la synthèse de documents constitutifs de ce type d'approche mais parfois insuffisant à la compréhension des phénomènes vers des capacités d'analyse stylométrique, argumentative, pragmatique, sémiotique
- Améliorer la fouille de données des documents non-structurés et des flux d'actualités (veille informationnelle) dans les différents Net (clear, deep et dark), briser le « mur de la donnée », détecter les données erronées (désinformation, mésinformation, mal-information) voire contradictoires, les controverses, les sentiments, les propos haineux, les dynamiques des opinions, les mécanismes de propagation des rumeurs soit tous les phénomènes renvoyant aux perceptions sociales
- Produire des corrélations de contenus, d'intentions, de tendances ou d'actions dans des domaines encore considérés comme indépendants (opinions, dynamique sociale, finance, démographie, mouvement de population, information activités criminelles, etc.) qui pourraient être la signature de menaces hybrides ou « hors limites » où « tous les coups sont bons »
- Instancier ces regards dans des dynamiques temporelles et spatiales et à différentes échelles (de l'individu aux territoires), 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 transmission des connaissances en explorant les apports du design (sans relation avec celui qui participe aux Interactions Homme Machine – IHM) et/ou des narratives

6.13.2 Sous-thème 2 : Evolution des organisations et 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 structures, leurs offres de services ou de produits

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

sont vouées à être dépassées puis à disparaître à court terme. Les structures étatiques sont elles aussi obligées de s'adapter et d'innover donc d'être à même d'accueillir les processus de changement.

Ces cinq dernières années le Ministère des Armées a montré ses capacités d'adaptation à un environnement en évolution et a su revoir son organisation pour gagner en efficacité, maintenir sa souveraineté.

La création de l'Agence pour l'innovation de défense en 2018 en est un exemple puisque celle-ci œuvre à coordonner l'innovation de défense et fédérer les parties prenantes. La création de l'armée de l'air et de l'espace en 2019 en est une autre application permettant de moderniser les armées par l'intégration du commandement de l'espace et, enfin, plus récemment la création du commandement du combat futur (CCF) au sein de l'armée de terre a été créé pour accompagner le passage d'une armée de contact à une armée de combat.

Afin de permettre aux organisations de penser leur futur et de s'inscrire dans la transformation, nécessaire à l'évolution de leur environnement, plusieurs thématiques peuvent être envisagées :

- Le renforcement de l'anticipation et de la prospective opérationnelle
- L'appropriation institutionnelle et organisationnelle des changements environnementaux
- L'engagement des hommes dans ces transitions
- Le maintien de la performance des organisations au cours des transitions

L'objectif est de promouvoir et d'appeler ces réflexions par des travaux applicables ou appliqués, des propositions de méthodes et d'outils de modélisation ou encore d'analyse de données. Celles-ci doivent conduire à la création de nouvelles méthodologies d'exploitation ou d'analyse, de préférence pluridisciplinaires, des données recueillies afin d'être force de propositions ou de structuration concrète auprès des décideurs des organisations civiles et militaires.

6.13.3 Sous-thème 3 : Jeux sérieux (Serious game)

Le jeu sérieux est un mélange entre un contenu sérieux et une approche ludique. Le jeu sérieux combine une intention sérieuse de type : pédagogique, informative, d'entraînement ou prospective, avec des ressorts ludiques issus du jeu. Par une utilisation de plus en plus répandue au sein du Ministère des Armées suivie par une offre croissante, il est nécessaire de croiser cet outil avec les innovations technologiques récentes et d'aborder la question de l'efficacité de cet outil en fonction de objectifs à atteindre.

Deux approches sont ici privilégiées pour envisager l'avenir du jeu sérieux :

- La première concerne l'évolution technologique du jeu sérieux et l'intégration des innovations technologiques
- La seconde concerne la pertinence de l'outil et ses conditions d'efficacité

6.13.4 Sous-thème 4 : Soutien à la recherche

Dans un objectif de soutien général à la recherche et à l'innovation en sciences humaines et sociales, cet appel à projet tend à ouvrir ses portes à l'ensemble des disciplines des SHS qui ne sembleraient pas directement mobilisées par les sujets précédents mais qui peuvent être en mesure de présenter un projet démontrant un intérêt défense avéré et s'inscrivant dans les prérogatives de l'Agence pour l'innovation de défense.

6.14 Génie maritime et Géosciences

L'axe thématique s'intéresse :

- **Pour la partie Génie Maritime :**
 - . Au système naval avec 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

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

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 :**
 - . A 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 domaines « Fluides et structures », « Ondes acoustiques et radioélectriques », « Photonique », « Ingénierie de l'information », « Intelligence artificielle » et « Robotique »

CONTEXTE & ENJEUX EN MATIERE DE RECHERCHE ET D'INNOVATION POUR REPONDRE AUX BESOINS OPERATIONNELS :

Les travaux scientifiques et technologiques susceptibles de répondre aux enjeux décrits ci-dessous sont les bienvenus :

- **SYSTEME NAVAL**

En lien avec les domaines scientifique « Matériaux énergétiques », « Energie » et « Fluides et structures », au niveau des plateformes navales (long cycle de vie), les principaux enjeux sont d'adapter les navires et leurs systèmes aux enjeux liés au changement climatique, à la transition énergétique, à la sécurité des personnels, aux nouvelles menaces, en s'intéressant :

- Aux nouveaux modes de propulsion avec notamment la problématique de l'hybridité et des sources d'énergie alternatives pour être moins dépendant des énergies fossiles, la recherche de la performance propulsive (nouveaux propulseurs, appendices...)
- A l'automatisation et à la conception incrémentale des plateformes navales (exploitées pendant 30 à 40 ans)
- A la recherche de l'efficacité énergétique, 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)
- A la résilience des plateformes (sécurité (incendie, batteries, nouvelles sources d'énergie), vulnérabilité, discrétion acoustique, électrique et électromagnétique, systèmes de lutte contre les menaces asymétriques)
- A l'employabilité des plateformes (gagner un état de mer, maîtrise de la durée de vie, mise en œuvre de nouveaux moyens (drones, ROV), prédiction en temps réel des mouvements du navire, amélioration des actionneurs, loi de pilotage adaptées...

Et plus largement en lien avec les autres thématiques scientifiques présentées dans cet appel :

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- 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, ...) (Voir « Matériaux », « Matériaux énergétiques » et « Energie »)
- L'amélioration de la discrétion acoustique, électrique, électromagnétique (voir « Ondes acoustiques et radioélectriques »)
- Les systèmes de lutte contre les menaces asymétriques (petit bateau rapide kamikaze chargé d'explosif, etc.) (voir « Hommes et systèmes » et « Robotique »).

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, grandes profondeurs...) sont les bienvenues.

DIMENSION COLLABORATIVE DES SYSTEMES NAVALS (EVALUATION DE LA MENACE ET PRISE DE DECISION)

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 en lien avec les thématiques « Ingénierie de l'information », « Intelligence artificielle » et « Hommes et systèmes ».

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...

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

ENVIRONNEMENT GEOPHYSIQUE – GEOSCIENCES

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

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

compte pour permettre l'analyse prédictive des situations et la définition d'outils d'aide à la décision. Cette partie devra tenir compte de la problématique du changement climatique.

Les travaux attendus porteront sur les sous-thèmes suivants :

6.14.1 Système naval

6.14.1.1 Sous-thème 1 : performances de la plateforme et performances énergétiques

- 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

6.14.1.2 Sous-thème 2 : Réduction de la vulnérabilité

- Lutter contre les menaces cinétiques
- Lutter contre les menaces électromagnétiques
- Améliorer la discrétion acoustique, électrique ou électromagnétique
- Lutter contre les menaces asymétriques

6.14.1.3 Sous-thème 3 : Exploitation de moyens complémentaires

- 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

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

6.14.2 Dimension collaborative des systèmes navals (évaluation de la menace et prise de décision)

6.14.2.1 Sous-thème 1 : Situation temps réel

- 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...

6.14.2.2 Sous-thème 2 : 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

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- 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)...

6.14.2.3 Sous-thème 3 : Ingénierie

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

6.14.3 Environnement géophysique – Géosciences

6.14.3.1 Sous-thème 1 : Observation, modélisation et simulation de l'environnement

Les systèmes d'observation, de modélisation et de simulation de l'environnement 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, 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 :**
 - . Troposphère :
 - . Caractérisation de la dynamique et physique atmosphérique (turbulences, vents, rafales, etc.)
 - . Prévisibilité de la formation/dissipation des nuages (brouillard, convection, nuages précipitants/ligne de grain, etc.)
 - . 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
 - . Moyenne atmosphère :
 - . Caractérisation de la moyenne atmosphère (observations/modélisations pour les couches stratosphère/mésosphère)
 - . Haute atmosphère (thermosphère, exosphère)
 - . Etude de l'ionosphère

Des recherches contribuant à une connaissance fiable et en temps réel de la moyenne et haute atmosphère peuvent contribuer à la prédiction des perturbations de l'atmosphère et à la détection et la localisation des

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

événements énergétiques d'intérêt tels que les modèles climatiques à l'échelle globale ou les prévisions saisonnières à l'échelle globale et régionale.

- **Océan :**
 - . Océanographie :
 - . Géologie : Caractérisation et modélisation des fonds marins (y compris côtier) : nature et relief
 - . Colonne d'eau : Caractérisation et modélisation océanographique : physique (surface, courants, glaces...), bioluminescence, biochimie, chimie, turbidité ; et caractérisation de l'impact sur la bathymétrie et l'acoustique
 - . Carte des glaces
 - . Bathymétrie (du côtier aux grands fonds)
 - . Modélisation du champ de pesanteur
 - . Modélisation du champ magnétique terrestre
 - . Morphodynamique du littoral (dont dynamique des plages court et long terme) :
 - . Caractérisation des évolutions morphodynamiques 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 sur-sol
 - . Caractérisation de la nature du sous-sol
 - . Détermination de la présence de cavités

6.14.3.2 Sous-thème 2 : Géo-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 (de l'océan, ...), etc.

6.15 Intelligence artificielle

La thématique « intelligence artificielle » ancrée dans les disciplines des Sciences du Numérique est dirigée par deux axes : un axe de recherche au profit du développement des technologies IA et un axe applicatif au profit d'autres thématiques, soulignant le rôle transverse de l'IA.

Le recours à l'Intelligence Artificielle pour les systèmes de Défense présente des spécificités par rapport au domaine civil, à commencer par la nécessité de conserver la supériorité stratégique dans les Armées dans le domaine du numérique. L'enjeu est notamment d'établir un compromis complexe entre d'une part la captation des innovations ouvertes issues du monde civil, caractéristiques du développement actuel de l'IA, et d'autre part le besoin de qualification des systèmes susceptibles d'utiliser des méthodes statistiques pour des tâches critiques ou sensibles.

Les technologies relevant de l'IA ont été identifiées comme déterminantes pour le développement des systèmes numériques dans le MinArm ces dernières années, notamment à travers une série de recommandations et annonces depuis 2018 et la création en 2024 de l'Agence ministérielle pour l'IA de défense (AMIAD) placée sous

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

la tutelle directe du Ministre des Armées. Cette agence a pour principale mission d'accélérer le développement et l'intégration de l'IA au profit des Armées, Directions et Services. Dans le contexte des missions de l'AID et de l'AMIAD, il est en particulier attendu de mettre en valeur les points suivants :

- La propension des recherches menées dans le projet à **répondre à un besoin ou à un enjeu identifié au Ministère des Armées**, sans pour autant exclure les travaux exploratoires, disruptifs et à forte prise de risques.
- La **possibilité de passer à l'échelle**, c'est-à-dire la capacité de poursuivre la montée en TRL des résultats du projet à travers des dispositifs de maturation, idéalement jusqu'à la définition d'un produit (imaginer l'apport de la recherche dans des scénarios et des vignettes).
- L'adéquation avec la **stratégie du « faire-avec »**, c'est-à-dire une organisation de projet favorisant les systèmes ouverts, permettant au MinArm, au tissu académique et aux industriels de la défense de contribuer, réutiliser, détourner l'usage pour des évolutions futures.
- La gouvernance de la donnée dans le cadre d'un projet incluant l'apprentissage d'un modèle d'IA, afin de **démontrer la qualité et la disponibilité du jeu de données** pour mener à bien le projet.
- **La conformité avec le règlement européen sur l'IA (EU AI Act)**, en prenant soin de différencier ce qui relève de l'innovation civile de ce qui relève de l'innovation pour un usage exclusivement militaire, afin de dérisquer dès la phase amont les activités de R&D duales civiles et militaires.

Les priorités identifiées au MinArm s'inscrivent dans les champs de la supériorité informationnelle, de la protection et de la surveillance et de la Cyberdéfense. L'ensemble adresse, entre autres, l'aide à la décision en planification et contrôle, la veille et le combat collaboratifs tous milieux (terre, air, espace, mer), la cyber sécurité et l'influence numérique, le renseignement et l'extraction d'information, l'autonomie graduelle en robotique, le soutien et le maintien en conditions opérationnelles, etc.

La thématique « intelligence artificielle » se focalise sur 3 sous-thèmes, tout en restant ouverte à des propositions connexes :

- Les méthodes génériques d'intelligence artificielle de défense
- L'analyse du contenu de données massives issues de capteurs hétérogènes (imagerie, vidéo)
- La fouille de données textuelles et le traitement automatique du langage naturel

Les projets proposés dans ces sous-thèmes doivent faire écho à des enjeux propres au MinArm sur :

- **L'IA organique** (utilisation de l'IA dans le quotidien)
- **L'IA des opérations** (stratégie, commandement, planification, retex)
- **L'IA embarquée** (capacité à déployer l'IA au plus proche des opérationnels, combat collaboratif)

LES ENJEUX OPERATIONNELS

Pour la défense, la sécurité, la maîtrise de la supériorité informationnelle, les enjeux opérationnels sont d'exploiter un important 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, etc.).

6.15.1 Sous-thème 1 : Méthodes génériques d'intelligence artificielle de défense

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 :

- **IA générative :**

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

- . De la théorie (modèles) aux aspects systèmes et technologiques (infrastructures de calcul et intergiciels), modèles multimodaux
- . Approches basées sur l'action, orchestration et interactions entre modèles génératifs,
- . Utilisation de l'IA générative dans un contexte opérationnel (embarquabilité, leurrage sous contrainte de temps)
- . A l'inverse, proposition de techniques de détection d'artefacts générés par IA (intérêt pour le renseignement et la cyber)
- **IA frugale en données :**
 - . Techniques pour le « Small Data », transfert et adaptation de domaine, Few/ Zero-Shot Learning, exploitation de données synthétiques, etc.
 - . Les approches évolutives et la complémentarité des approches, apprentissage actif, incrémental / continu, ensembliste, etc.
 - . Méthodologie pour la constitution de bases représentatives d'évaluation, la caractérisation de la qualité des jeux de données et de la complétion des corpus ; méthodes d'annotation semi-automatiques, etc.
- **IA embarquée et distribuée :**
 - . Capacité à embarquer de grands modèles d'IA, notamment pour déployer des systèmes d'IA générative sur de petits équipements
 - . Systèmes multi-agents, IA modulaire (composition d'IA spécialisées), apprentissage fédéré, intelligence de groupe, IA et consensus
 - . IA pour la prise de décision sous contrainte de temps et en environnement distribué
 - . IA pour l'autonomie et la résilience. Les applications concernent la conception des systèmes senseurs : systèmes d'alerte et de surveillance en temps réel ou fortement contraint
- **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, etc.) ; visualisation & représentation de décisions /classifications
- **IA et quantique** (en lien avec les thématiques : « Ingénierie de l'information » et « Photonique ») :
 - . Utilisation de l'IA pour concevoir et paramétrer des ordinateurs quantiques, initialiser les états quantiques avant exécution d'une application
 - . Techniques de calcul numérique hybride (classique + IA + quantique), ordinateurs et programmes quantiques pour l'IA (simulation numérique de systèmes de systèmes multi-physiques) en lien avec items des DS OAR et F&S)
- **IA, simulation numérique et HPC (calcul haute performance) :**
 - . HPC augmenté et utilisation de l'IA pour l'accélération de problèmes multi-physiques
 - . IA pour le Wargaming, l'exploration de scénarios dans un environnement modélisé, pour les jumeaux numériques

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 multimédias, etc.) pouvant être complétées par de la donnée structurée pour en rechercher ou extraire l'information (cf. lien avec le Sous-thème 2 : Traitement et exploitation de l'information de la thématique « Ingénierie de l'information »).

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

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.

6.15.2 Sous-thème 2 : Analyse de contenus de flux numériques

L'accent est mis ici sur le caractère « grande dimension » (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 cette thématique. 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.

Les aspects infra sont en forte interaction avec les enjeux applicatifs des thématiques « Ingénierie de l'information », « Cybersécurité », « Photonique » et « Ondes acoustiques et radioélectriques ».

- Les capacités de détection, reconnaissance, identification et suivi d'objets multiples
- Fusion de données **multi-capteurs** selon différentes modalités (IR/EO, Lidar, hyperspectrales, SAR, etc.) 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 naturels, 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.)

6.15.3 Sous-thème 3 : Traitement automatique du langage naturel

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. Pour la transcription de la parole et la traduction de texte, les principaux verrous sont cités ci-dessous :

- Données issues de sources / canaux bruités (langage spontané, non standardisé, énoncés courts, langage réseaux sociaux, etc.)
- Langues spécifiques d'intérêt Défense, langues rares et peu dotées (dialectes, variantes accentuelles, jargon, etc.) avec des corpus limités en taille et en représentativité incluant des données de spécialité (nouveaux domaines, vocabulaire spécifique défense)

LES THEMATIQUES D'INTERETS SONT ALORS :

- Fouille de données ; recherche et extraction d'Information dans des documents non-structurés, des flux d'actualités, Web
- Analyse conjointe de données multimodales (textes, audio, documents image, vidéos, etc.)
- Recherches et indexation multimodales, génération de légendes, alignement texte – vidéo
- Nouvelles techniques de représentation des connaissances, Apprentissage et enrichissement automatique de bases de connaissances et d'ontologies
- Génération de langage naturel : Résumé automatique de documents, Analyse et Synthèse de corpus documentaires hétérogènes et multimodaux, etc.
- Dialogue Homme-Machine en langage naturel : agents conversationnels, systèmes de questions-réponses, commande vocale, etc.
- Conception de modèles multilingues

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

Enfin, sur le thème de la désinformation en étroite coordination avec la thématique « Cybersécurité » :

- Analyse des données textes, images, vidéos, en particulier du Web et des réseaux sociaux :
- Détection de DeepFakes
- Analyse d'opinions et de sentiments (controverses, propos haineux, etc.), détection de données contradictoires, vérification de contenu (informations erronées, modifiées, falsifiées, etc.)
- Intégrité des données (non falsifiées ou manipulées)

7 Annexe 2 : documents à fournir

7.1 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) :

- 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), Les participant(e)s aux projets sont invité(e)s à renseigner en ligne leur identifiant ORCID³⁷ et le numéro RNSR de leur laboratoire d'accueil³⁸
- 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 autres³⁹, destinés à être transmis pour solliciter les expert(e)s 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 la proposition de projet afin de favoriser les conditions d'un accord des expert(e) sollicité(e)s et de permettre une évaluation appropriée de la proposition ;**
- Expert(e)s non souhaité(e)s 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 économiques⁴⁰.
- 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.

³⁷ ORCID est un organisme à but non lucratif soutenu par une communauté mondiale de membres institutionnels, notamment des organismes de recherche, des éditeurs, des financiers, des associations professionnelles et d'autres intervenants dans l'écosystème de la recherche. Pour plus d'information : <https://orcid.org>.

³⁸ <https://appliweb.dgri.education.fr/rnsr/> Une procédure est indiquée en cas d'absence de ce numéro RNSR.

³⁹ Les résumés des projets sélectionnés sont destinés à être mis en ligne ultérieurement.

⁴⁰ Cf. paragraphe 4.1 et note de bas de page n°19.

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

Les coordinateurs et coordinatrices scientifiques des propositions de projet recevront un accusé de dépôt⁴¹ 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).

7.2 Document scientifique

Le document scientifique est déposé sur le site de dépôt **au format PDF** comportant **un maximum de 40 pages** (non scanné) sans aucune protection. Le nombre de pages s'entend tout compris (annexes également). **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**. **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.

Il est très fortement recommandé de reprendre les informations demandées ci-dessous dans le document scientifique. Cette même trame du document scientifique est proposée également sur la page de l'appel à projet (lien en page 2 de ce document).

PAGE DE TITRE

Contenant à minima :

- Acronyme de la proposition
- Titre complet de la proposition
- Axe et sous-axes de la thématique principale de la proposition
- Type de recherche (fondamentale ou industrielle)
- Durée du projet
- Aide totale demandée
- (SI APPLICABLE) Référence d'une thèse DGA en cours
- (SI APPLICABLE) dans le cas d'un re-dépôt du projet, l'acronyme du projet antérieur ainsi que le nom et l'édition de l'appel à projets sur lequel celui-ci a été déposé

TABLE DES MATIERES

RESUME DU PROJET

Le résumé du projet tel que saisi en ligne sur le site de dépôt est à renseigner sous cette rubrique.

CORPS DE LA PROPOSITION

1. 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

⁴¹ Cet accusé de réception ne vaut pas complétude et conformité du dossier.

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

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.

1.1 CONTEXTE ET ENJEUX ECONOMIQUES ET SOCIETAUX

Cf. ci-dessus.

1.2 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 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 paragraphe 6 : 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 paragraphe 2 de la proposition (voir ci-dessous).

2. POSITIONNEMENT ET OBJECTIFS DE LA PROPOSITION DU PROJET

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.

3. 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 ».

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

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

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 dans une quatrième partie (voir paragraphe 6 ci-après).

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.

3.1 PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET STRUCTURATION DU PROJET

3.2 MANAGEMENT DU PROJET

3.3 DESCRIPTION DES TRAVAUX PAR TACHE

- Tâche 1
- Tâche X

3.4 CALENDRIER DES TACHES, LIVRABLES ET JALONS

3.5 JUSTIFICATION SCIENTIFIQUE DES MOYENS DEMANDES

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.

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 consortium devra distinguer d'une part les missions d'acquisition de données & réunions de projets et d'autre part, les missions de dissémination.

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

Partenaire X : XXX

4. 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.

4.1 DESCRIPTION, ADEQUATION ET COMPLEMENTARITE DES PARTENAIRES

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

4.2 QUALIFICATION DU COORDINATEUR OU DE LA COORDINATRICE DU PROJET

4.3 QUALIFICATION, ROLE ET IMPLICATION DES PARTICIPANT(E)S

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 et responsabilité dans le projet (4 lignes max.)
Partenaire 1						Coordinateur/Coordinatrice, Responsable scientifique, Participant/Participant
Partenaire X						

* 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). Sera préciser l'implication dans des projets européens ou dans d'autres types de projets nationaux ou internationaux. Expliciter l'articulation avec les travaux proposés.

4.4 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		
Partenaire X			

5. 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 ou de la coordinatrice du projet, un accord de consortium si le projet est retenu pour financement.

Pour les projets académiques, l'accord de consortium n'est pas obligatoire mais fortement conseillé. Pour les projets incluant un partenaire étranger, les principes de partage de la propriété intellectuelle devront être décrits dans la proposition de projet. Ces principes devront assurer l'accès aux résultats des partenaires français en vue d'une exploitation ultérieure industrielle et commerciale qui soit raisonnable en termes de sécurité d'approvisionnement pour la Défense (voir partie 3 : Disposition du processus de sélection).

6. 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. note de bas de page n°7). Mentionner

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

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.

7. 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.

8. ANNEXES

Accompagnement spécifique des travaux de Recherche d'Intérêt Défense

8 Annexe 3 : échelle des TRL (Technology Readiness Level)

TRL	DESCRIPTION
1 Observation et description des principes de base	Niveau le plus bas de maturité d'une technologie. On commence par exemple à évaluer les applications militaires de la recherche scientifique (publications analysant les caractéristiques fondamentales de la technologie).
2 Formulation des concepts d'emploi et/ou des propositions d'application	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 (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 ».
6 Démonstration en environnement représentatif de modèles ou de prototypes d'un système ou d'un sous-système	Etape clé de démonstration de maturité d'une technologie, essai d'un modèle représentatif ou d'un prototype de système dans un environnement représentatif 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.
7 Démonstration d'un système prototype en environnement opérationnel	Démonstration d'un système prototype conforme au système opérationnel, ou très proche, 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. Réception des informations pour obtenir l'aptitude au soutien de cette technologie.
8 Qualification et démonstration du système réel complètement réalisé	Généralement, étape de fin de démonstration, la preuve du fonctionnement de la technologie sous sa forme finale et dans les conditions d'emploi attendues est apportée. 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.
9 Qualification du système après emploi dans le cadre de missions opérationnelles réussies	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.